

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN
PARA EL CONTROL DE NIVEL EN POZAS DE AGUAS
ÁCIDAS EN LA MINERA YANACOCCHA, ZONA
ROSITA-SAN JOSÉ**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

MANUEL RONALD GOMEZ CASASOLA

PROMOCIÓN 2009-II

LIMA - PERÚ

2013

Dedicado a mi madre Margarita, que toda su vida se sacrifico por mí, y me ayudo desde muy pequeño a ser lo que soy ahora. A mi padre Manuel que siempre supo darme grandes lecciones de vida y enseñarme que si no cuento con experiencia puedo hacer uso de mi inteligencia. A mi hermano Wilmer que fue mi inspiración para llegar algún día a ser un ingeniero como él. A mi hermana Pamela que sacrificó muchas veces su tiempo para que pudiera dedicarme a estudiar. Y en especial a mi linda Pamelita que fue una bendición en mi vida, apoyándome en las buenas y en las malas y demostrándome su amor incondicional.

A todos...muchísimas gracias.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	3
1.1 Situación Problemática.....	3
1.1.1 Ubicación.....	3
1.1.2 Procesos de extracción de oro en la minera Yanacocha.....	5
1.1.2.1 Pre-minado y minado.....	6
1.1.2.2 Carguío y acarreo.....	8
1.1.2.3 Obtención del oro.....	8
1.1.2.4 Tratamiento de aguas ácidas.....	9
1.2 Antecedentes.	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general.	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.4 Alcance.....	12
1.5 Justificación.....	13
1.6 Descripción	13
CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE SENSORES REQUERIDOS EN EL DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN Y PROCESOS P&ID	14
2.1 Elaboración de diagrama de procesos	14
2.1.1 Normativa ISA.....	14
2.1.2 Diagrama de flujo del proceso.....	17
2.1.3 Diagrama de tuberías e Instrumentación.	20

CAPÍTULO III: SELECCIÓN DE SENSORES Y EQUIPOS DE CONTROL 25

3.1	Selección de los instrumentos de medición	25
3.1.1	Sensor de nivel.....	25
3.1.2	Interruptor de nivel.	27
3.1.3	Sensor de presión.....	29
3.1.4	Manómetro.....	31
3.1.5	Sensor de flujo.	32
3.2	Selección de equipos de control.....	37
3.2.1	Consideraciones previas.	37
3.2.2	Selección de módulos para PLC.	40
3.2.3	Selección de cajas de paso.....	45

CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONEXIONADO..... 47

4.1	Cálculo de caída de tensión y dimensionamiento de la sección en los conductores eléctricos.....	47
4.2	Elaboración de lista de cables	53
4.3	Disposición de instrumentos	55
4.4	Elaboración de diagrama de conexionado.....	67

CAPÍTULO V: ELABORACIÓN DE LOS PLANOS DE LAZO DE CONTROL 70

5.1	Lógica de control.....	70
5.1.1	Descripción operacional del proceso.....	70
5.1.1.1	General.....	70
5.1.1.2	Pozas de pre-tratamiento, sub-drenaje y NSJ1.....	71
5.1.1.3	Laguna San José.....	72

III

5.1.2	Descripción funcional.....	72
5.1.2.1	Lazo de control de nivel en poza de pre-tratamiento.....	72
5.1.2.2	Lazo de control de presión en la descarga de la poza NSJ1.....	73
5.1.2.3	Lazo de control de presión en la poza pre-tratamiento.....	73
5.1.2.4	Lazo de control de nivel en la poza sub-drenaje.....	74
5.1.2.5	Lazo de control de flujo en la línea desde la poza pre-tratamiento hasta la laguna San José.....	74
5.1.2.6	Lazo de control de nivel en la laguna San José.....	75
5.2	Máquina de estado.....	75
5.3	Diagramas de lazo de control.....	78
CAPÍTULO VI: COSTOS		82
6.1	Costo de materiales.....	82
6.2	Costo de instalación	83
6.3	Costo de Total	83
6.4	Soporte del proyecto	84
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES		86
BIBLIOGRAFÍA		87
APÉNDICE		89

PRÓLOGO

En el año 2012, la empresa minera Yanacocha S.R.L. como parte de su proyecto de tratamiento de aguas ácidas convocó a concurso de adjudicación para la ingeniería de detalle de la automatización del sistema de pozas de aguas ácidas, concursando la empresa GMISA Graña y Montero ingenieros consultores, y adjudicándose el proyecto WATER TREATMENT RCA INGENIERÍAS SUBPROYECTOS K, L Y M, que incluiría la automatización de un sistema de pozas de aguas ácidas

Como parte del proyecto, la empresa encargada de elaborar la ingeniería realizó una visita a campo, y ayudado de criterios de diseño y reuniones con los clientes, se inicio la elaboración de la ingeniería de detalle para el control de nivel de las pozas de aguas ácidas en la zona Rosita- San José.

El presente Informe de Suficiencia desarrollará la ingeniería para el proyecto WATER TREATMENT - RCA INGENIERÍAS SUBPROYECTOS K, L Y M, la cual consta de seis (06) capítulos, que a continuación se detallan:

En el Capítulo I se precisa la situación problemática, los antecedentes, objetivos, alcance, justificación y descripción del presente informe.

En el Capítulo II se presenta el criterio para la identificación de los instrumentos requeridos en el proyecto a partir del diagrama P&ID.

En el Capítulo III se presenta los criterios de selección de los diversos instrumentos y equipos ya identificados en el capítulo II.

En el Capítulo IV se dimensiona la sección de los conductores eléctricos y se elabora el sistema de conexionado y el ruteo de cables de todos los instrumentos. Este capítulo permite a la empresa contratista encargada de realizar el cableado tener una idea clara del trabajo a realizar.

En el Capítulo V se desarrolla la lógica de control y se muestra a su vez las máquinas de estado y diagramas de lazo que permiten al programador realizar los algoritmos y programación en los PLC.

En el Capítulo VI se muestra una relación de costo que permite al cliente tener un estimado de inversión del proyecto en forma global.

Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas del informe y las recomendaciones correspondientes.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se sabe que el proceso de extracción de minerales, tales como el oro, plata y cobre, requiere de grandes reservas de agua. Estas reservas son usadas en la minería, como solventes que junto a sustancias tales como el cianuro y el ácido sulfúrico ayudan a diluir los metales de las pilas de tierra y grava. La mezcla resultante es conocida en el mundo de la minería como solución rica, la cual luego de ser utilizada en la planta de procesamiento de minerales, recibe la denominación de aguas ácidas por su baja concentración de PH. En este contexto muchas mineras vienen implementando un sistema de tratamiento de aguas ácidas no solo con la finalidad de proteger el medio ambiente, sino también con la de recuperar la mayor cantidad de metales preciosos que se encuentran aún en estas aguas. Es por esta razón que el proceso de tratamiento de aguas ácidas cumple un papel muy importante en el proceso de gestión del agua al interior de las mineras.

1.1 Situación Problemática

1.1.1 Ubicación.

El complejo operativo de minera Yanacocha S.R.L (MYSRL) se ubica en Perú, aproximadamente a 800 km al norte de Lima y a 20 km al noroeste de la ciudad de Cajamarca, a 3750 m.s.n.m. El acceso desde la ciudad de

Cajamarca es mediante una vía pavimentada y afirmada de 47.5 km de longitud (ver figuras 1.1. y 1.2.).

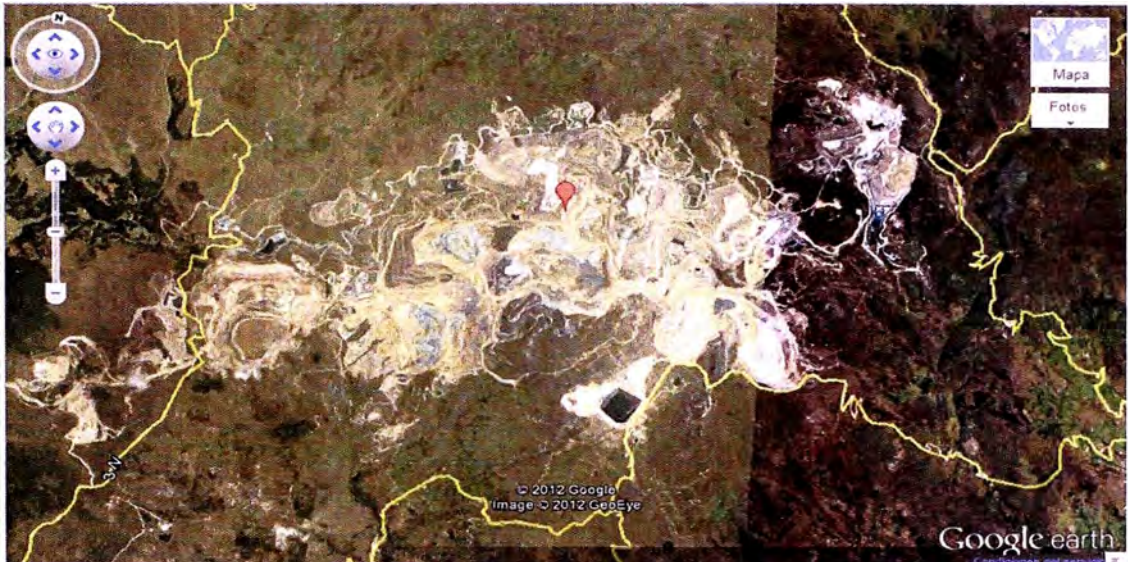


Figura 1.1. Vista panorámica de la minera Yanacocha.

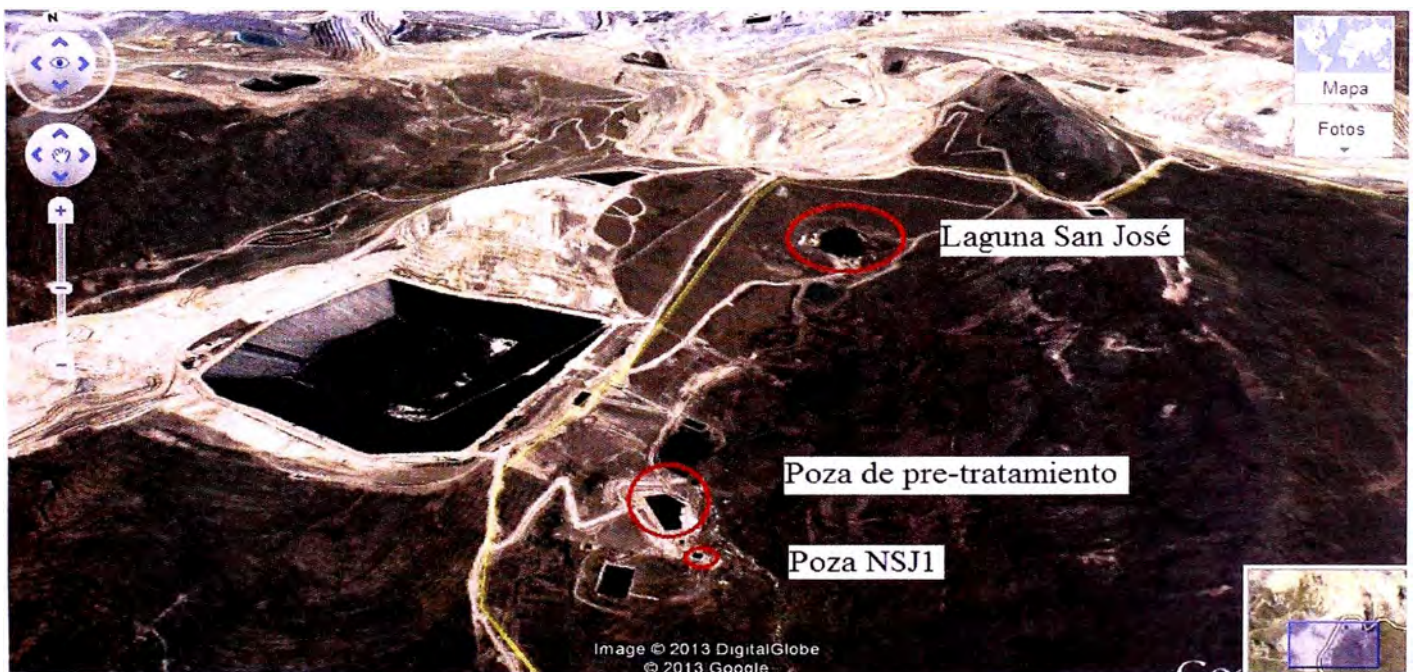


Figura 1.2. Vista satelital de las pozas de aguas ácidas.

1.1.2 Procesos de extracción de oro en la minera Yanacocha.

1.1.2.1 Exploración.

Consiste en ubicar zonas donde exista la presencia de minerales cuya explotación sea económicamente rentable. Este subproceso se inicia con el rastreo satelital para determinar zonas mineralizadas (ver figura 1.3.).

1 EXPLORACIÓN

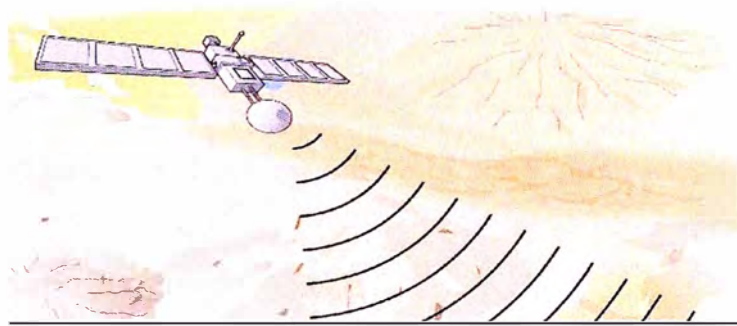


Figura 1.3. Rastreo satelital de zonas mineralizadas.

Luego de ubicar las zonas mineralizadas se realizaran las muestras de campo por parte de los geólogos para determinar los elementos y minerales que conforman la zona mineralizada (ver figura 1.4.).

1 EXPLORACION



Figura 1.4. Muestras de campo de la zona mineralizada.

Finalmente se realizará la perforación de la zona desmineralizada, previa aprobación del Ministerio de Energía y Minas (ver figura 1.5.).



Figura 1.5. Perforación de la zona mineralizada.

1.1.2.1 Pre-minado y minado

Antes de iniciar el trabajo de explotación, es necesario retirar del terreno la capa superficial de tierra orgánica (top soil) que permite el crecimiento de vegetación en la superficie. Esto se hace con un equipo pequeño, y deja las condiciones para que en la etapa de minado se pueda explotar con un equipo gigante (ver figura 1.6.).



Figura 1.6. Retiro del Top Soil.

Luego se perforará el terreno para colocar los explosivos y fragmentar el suelo para el carguío (ver figura 1.7.).

2 PRE-MINADO Y MINADO

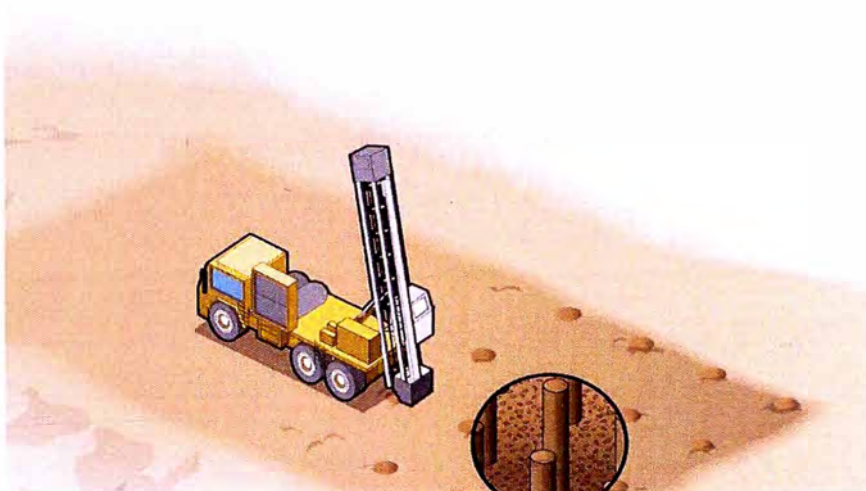


Figura 1.7. Perforación del terreno.

Los agujeros son llenados con material explosivo, que al detonar fragmentan la roca y remueven subterráneamente el material exponiéndolo. En esta etapa se aplican los más altos estándares de cuidado en seguridad (ver figura 1.8.).

2 PRE-MINADO Y MINADO

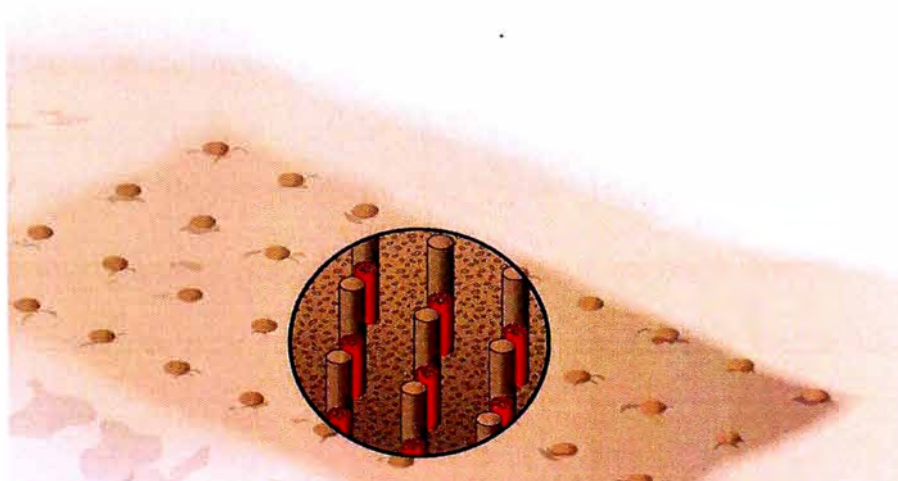


Figura 1.8. Llenado de los agujeros con material explosivo.

1.1.2.2 Carguío y acarreo

Camiones gigantes llevan el mineral extraído del tajo a la pila de lixiviación (o PAD) acondicionada previamente (ver figura 1.9.). Todos los camiones y las palas están controlados a través de un sistema computarizado que permite conocer por satélite su ubicación exacta en todo momento.



Figura 1.9. Carguío y acarreo de la zona minada.

1.1.2.3 Obtención del oro

El mineral descargado en las pilas de lixiviación es lavado con solución cianurada para recuperar el oro y otros metales preciosos (ver figura 1.10.). La solución rica (cargada con oro) es llevada hacia las pozas de operaciones a través de tuberías colectoras.

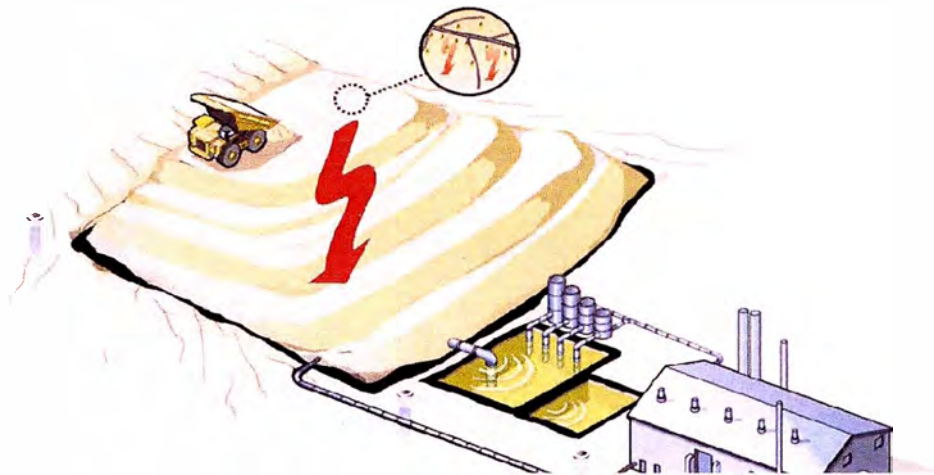
4 LA OBTENCIÓN DEL ORO

Figura 1.10. Solución cianurada diluyendo el oro.

1.1.2.4 Tratamiento de aguas ácidas

En el tratamiento de aguas ácidas (ver figura 1.11.) se utilizan reactivos que permiten neutralizarlas y tratar adecuadamente estas aguas. Con la ayuda de sustancias floculantes y coagulantes, se separan los metales y demás partículas que afectan la calidad del agua y así el líquido es devuelto al medio ambiente en las condiciones adecuadas, según lo exige la ley (Resolución Ministerial N° 011-96-EM-VMM). (Ver apéndice).

Cuidados ambientales

Tratamiento de Aguas Ácidas

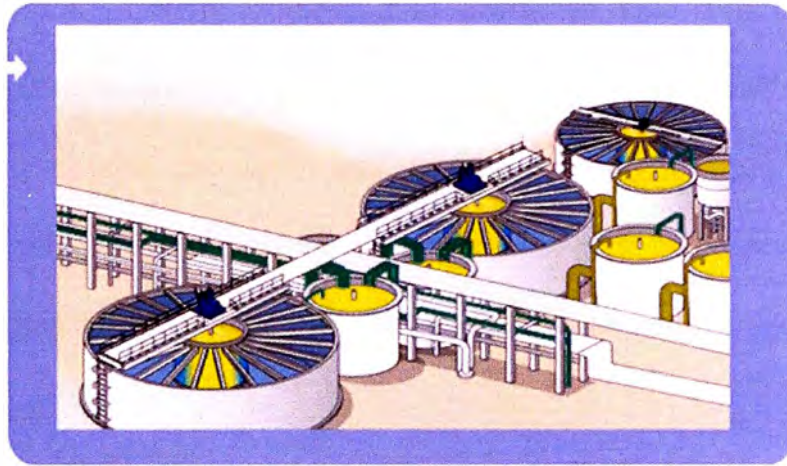


Figura 1.11. Planta de tratamiento de aguas ácidas.

1.2 Antecedentes.

El complejo operativo de la minera Yanacocha S.R.L. (MYSRL) ubicado aproximadamente a 20 km al noreste de la ciudad de Cajamarca es considerado un ejemplo de complejo en el sector minero, debido a su plan de manejo de aguas ácidas. Este plan se basa en la rehabilitación de suelos y el tratamiento de las aguas ácidas mediante una serie de subprocesos.

El agua ácida obtenida como la sobra, luego de haber extraído los minerales de la solución rica, es procesada en las plantas de tratamiento con la finalidad de ajustar su PH a lo exigido de acuerdo a ley, para luego ser descargada al medio ambiente o a los canales comunales.

En el año 2011, la minera Yanacocha S.R.L. contrató la elaboración de la ingeniería de detalle para la automatización de ciertos sectores de la planta de tratamiento de acuerdo al proyecto marco “SISTEMA DE BOMBEO DEPÓSITO DE DESMONTE ROSITA – SAN JOSÉ”. Sin embargo esta Ingeniería no contemplo varios aspectos de control del proceso, razón por la cual se desea realizar una ingeniería de detalle adecuada, que permita el control de nivel en las pozas de aguas ácidas, así como un sistema de protección ante sobrepresión y/o fugas en las líneas de aguas ácidas que se dirigen a la planta de tratamiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar el sistema de instrumentación para el control de nivel en pozas de aguas ácidas ubicadas en la minera Yanacocha zona Rosita-San José, incluyendo un sistema de protección ante sobrepresión y/o fugas en las tuberías.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Definir sensores usando la lógica de funcionamiento de los lazos de control.
- ✓ Seleccionar sensores y equipos en base a características de procesos y el esquema de instrumentación definido.

- ✓ Diseñar el sistema de conexionado para una interfaz flexible entre las pozas de aguas ácidas y la sala de control.
- ✓ Elaborar los planos de lazos de control y diagramas de conexionado.
- ✓ Diseñar el sistema de enclavamientos y alarmas mediante la elaboración de una filosofía de control.

1.4 Alcance

El presente trabajo desarrolla el diseño del sistema de control de nivel en las pozas de aguas ácidas, así como un sistema de protección ante sobrepresión y/o fugas en las líneas de aguas ácidas que se dirigen hacia la planta de tratamiento de la zona Rosita- San José en las instalaciones de la minera Yanacocha.

El presente trabajo considera y evalúa los equipos, dispositivos, cableado y estructura existentes con la finalidad de obtener gastos viables y evitar los innecesarios.

Queda fuera del alcance del trabajo la instalación y programación de los equipos e instrumentos de control, debido a que este alcance es responsabilidad de la empresa contratista encargada de la ejecución de los trabajos conjuntamente con la minera Yanacocha S.R.L.

Quedan fuera del alcance otros procesos de automatización que no refieran al tratamiento de aguas ácidas, debido a que cada ingeniería es adjudicada a una empresa mediante un contrato marco establecido con fechas previas a la ejecución.

1.5 Justificación

El trabajo nace por la necesidad de elaborar un sistema automatizado del sistema de transporte de aguas ácidas, con la finalidad de cumplir con la Resolución Ministerial dada por el Gobierno de la Republica de Perú. La ingeniería de este proyecto se realizó a través del contrato marco “PROYECTO WATER TREATMENT- RCA INGENIERÍAS SUBPROYECTOS K, L Y M” que se celebró en ABRIL del 2012 (Ver en el apéndice).

1.6 Descripción

El presente trabajo inició con la visita a campo donde se identificaron los equipos existentes de instrumentación y la disposición de los mismos, considerando también la geografía y las condiciones ambientales a los que se encuentran expuestos. Luego se determinó que instrumentos y equipos eran necesarios para el control de nivel en las pozas de aguas ácidas y para la protección por sobrepresión en las tuberías. A continuación, una vez identificado los instrumentos y equipos, se elaboró una lista de cables que permitió generar los diagramas de conexiónado y diagramas de disposición, donde se indicó todo el ruteo y canalización del proyecto. Finalmente se elaboró una lógica o también llamada filosofía de control, que permitió realizar las lógicas correspondientes y los diagramas de lazo necesarios para la programación del PLC.

CAPITULO II

IDENTIFICACIÓN DE SENSORES REQUERIDOS EN EL DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN Y PROCESOS P&ID

2.1 Elaboración de diagrama de procesos

2.1.1 Normativa ISA.

Los diagramas de procesos se elaboraron en base a la normativa ANSI/ISA 5.1-2009. Esta normativa nos permite definir los diagramas para los diferentes instrumentos encontrados en campo así como la identificación de letras para el *tageo* de los mismos.

En la sección 4 de dicha normativa se encuentra una tabla (ver tabla 2.1.) que permite identificar las letras con que se designa a cada instrumento de acuerdo a las características que presenta. De igual manera, en la sección 5, se encuentra una tabla (ver tabla 2.2.) que indica como representar el símbolo que contiene a las letras del instrumento, de acuerdo a su ubicación en campo y sus características.

Table 4.1 — Identification letters

Note: Numbers in parentheses refer to the preceding explanatory notes in Clause 4.2.

	First letters (1)		Succeeding letters (15)		
	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
	Measured/Initiating Variable	Variable Modifier (10)	Readout/Passive Function	Output/Active Function	Function Modifier
A	Analysis (2)(3)(4)		Alarm		
B	Burner, Combustion (2)		User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
C	User's Choice (3a)(5)			Control (23a)(23e)	Close (27b)
D	User's Choice (3a)(5)	Difference, Differential, (11a)(12a)			Deviation (28)
E	Voltage (2)		Sensor, Primary Element		
F	Flow, Flow Rate (2)	Ratio (12b)			
G	User's Choice		Glass, Gauge, Viewing Device (16)		
H	Hand (2)				High (27a)(28a)(29)
I	Current (2)		Indicate (17)		
J	Power (2)		Scan (18)		
K	Time, Schedule (2)	Time Rate of Change (12c)(13)		Control Station (24)	
L	Level (2)		Light (19)		Low (27b)(28)(29)
M	User's Choice (3a)(5)				Middle, Intermediate (27c)(28)(29)
N	User's Choice (5)		User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
O	User's Choice (5)		Orifice, Restriction		Open (27a)
P	Pressure (2)		Point (Test Connection)		
Q	Quantity (2)	Integrate, Totalize (11b)	Integrate, Totalize		
R	Radiation (2)		Record (20)		Run
S	Speed, Frequency (2)	Safety(14)		Switch (23b)	Stop
T	Temperature (2)			Transmit	
U	Multivariable (2)(6)		Multifunction (21)	Multifunction (21)	
V	Vibration, Mechanical Analysis (2)(4)(7)			Valve, Damper, Louver (23c)(23e)	
W	Weight, Force (2)		Well, Probe		
X	Unclassified (8)	X-axis (11c)	Accessory Devices (22), Unclassified (8)	Unclassified (8)	Unclassified (8)
Y	Event, State, Presence (2)(9)	Y-axis (11c)		Auxiliary Devices (23d)(25)(26)	
Z	Position, Dimension (2)	Z-axis (11c), Safety Instrumented System (30)		Driver, Actuator, Unclassified final control element	

Tabla 2.1. Identificación de letras según la ISA.

Table 5.1.1 — Instrumentation device and function symbols

Note: Numbers in parentheses refer to explanatory notes in Clause 5.3.1.





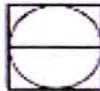



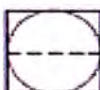



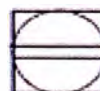







No.	Shared display, Shared control (1)		C	D	Location & accessibility (6)
	A	B			
	Primary Choice or Basic Process Control System (2)	Alternate Choice or Safety Instrumented System (3)	Computer Systems and Software (4)	Discrete (5)	
1					<ul style="list-style-type: none"> • Located in field. • Not panel, cabinet, or console mounted. • Visible at field location. • Normally operator accessible.
2					<ul style="list-style-type: none"> • Located in or on front of central or main panel or console. • Visible on front of panel or on video display. • Normally operator accessible at panel front or console.
3					<ul style="list-style-type: none"> • Located in rear of central or main panel. • Located in cabinet behind panel. • Not visible on front of panel or on video display. • Not normally operator accessible at panel or console.
4					<ul style="list-style-type: none"> • Located in or on front of secondary or local panel or console. • Visible on front of panel or on video display. • Normally operator accessible at panel front or console.
5					<ul style="list-style-type: none"> • Located in rear of secondary or local panel. • Located in field cabinet. • Not visible on front of panel or on video display. • Not normally operator accessible at panel or console.

Tabla 2.2. Representación simbólica del instrumento según su ubicación.

2.1.2 Diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de flujo de proceso o también conocido PFD es el armazón para estimar la inversión de equipos e instrumentos y debe ser la fuente de especificaciones utilizada en el diseño y selección de los equipos. Es el único documento autorizado que se emplea para definir, construir y operar un proceso.

Para el presente proyecto el PFD está compuesto por tres zonas específicas (ver figura 2.1.).

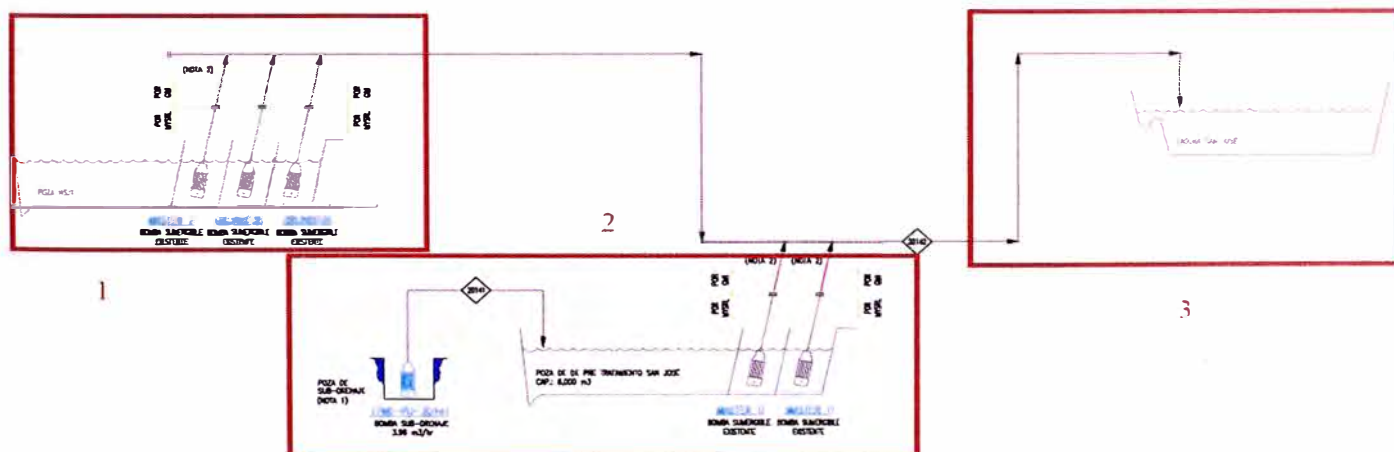


Figura 2.1. Diagrama de flujo del proceso en la mina Yanacocha.

La primera zona está constituida por la poza de aguas ácidas NSJ1 (ver figura 2.2.), una bomba sumergible Master H y otras dos bombas sumergibles Grundfos; impulsarán el agua desde la poza NSJ1 hacia la laguna San José.

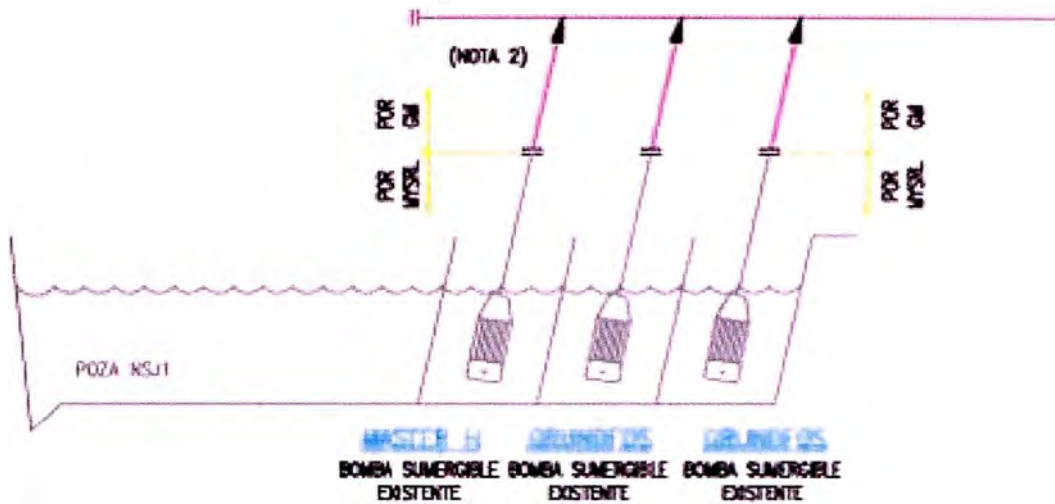


Figura 2.2. Poza NSJ1 con tres bombas sumergibles.

La segunda zona está constituida por la poza sub-drenaje y la poza de pre-tratamiento San José (ver figura 2.3.). La poza sub-drenaje se encarga de recolectar el agua ácida filtrada en la base de la poza de pre-tratamiento San José. El agua de la poza de sub-drenaje será impulsada hacia la poza pre-tratamiento a través de una bomba sumergible con la finalidad de retornar las aguas ácidas a su ciclo regular para su posterior tratamiento. Por otro lado el agua ácida almacenada en la poza de pre-tratamiento San José es impulsada a través de dos bombas Master H hacia la laguna San José.

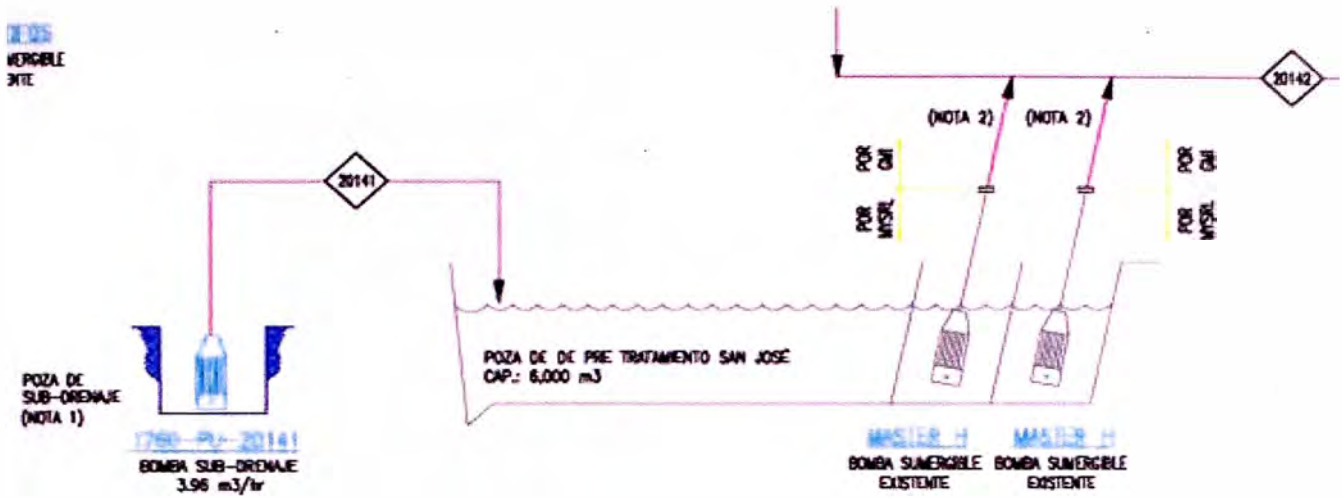


Figura 2.3. Poza sub-drenaje y poza pre-tratamiento.

La tercera zona está constituida por la laguna San José (ver figura 2.4.). En esta se almacenarán las aguas ácidas de las pozas NSJ1 y pre-tratamiento de acuerdo al requerimiento de la planta de tratamiento de aguas ácidas, considerando además los niveles de cada poza de almacenamiento de aguas ácidas.

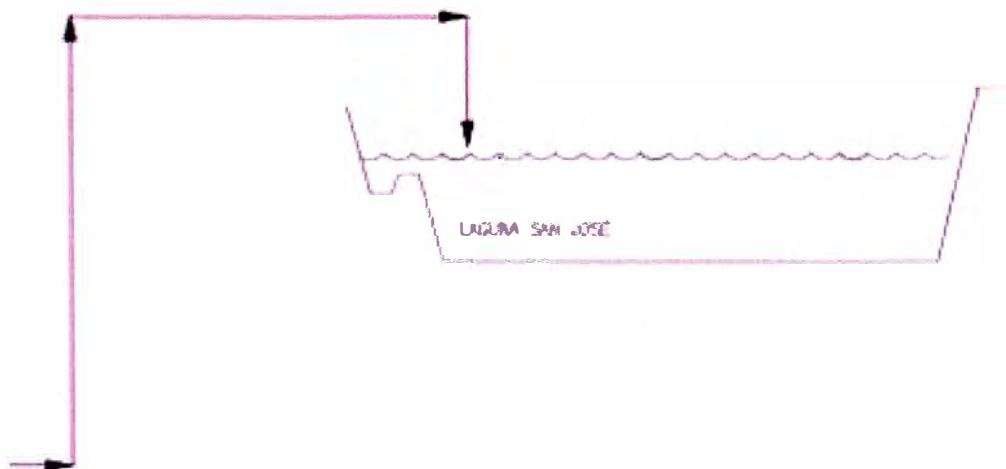


Figura 2.4. Laguna San José.

2.1.3 Diagrama de tuberías e Instrumentación.

Para el desarrollo del plano P&ID se analizó primero el proceso y los parámetros que requieren ser medidos para su adecuado funcionamiento.

Realizando un primer análisis se observó que la poza de pre-tratamiento y la laguna San José requieren sensores de nivel para determinar si la poza se encuentra con un nivel alto de aguas ácidas (ver figuras 2.5. y 2.6.). Estos sensores de nivel detendrán las bombas que abastecen a cada una de estas pozas con aguas ácidas. De igual manera se requiere un switch de nivel para determinar si la poza sub-drenaje tiene nivel alto (ver figura 2.7.), lo que accionará el encendido de la bomba de sub-drenaje para impulsar las aguas ácidas desde la poza sub-drenaje hacia la poza de pre-tratamiento.

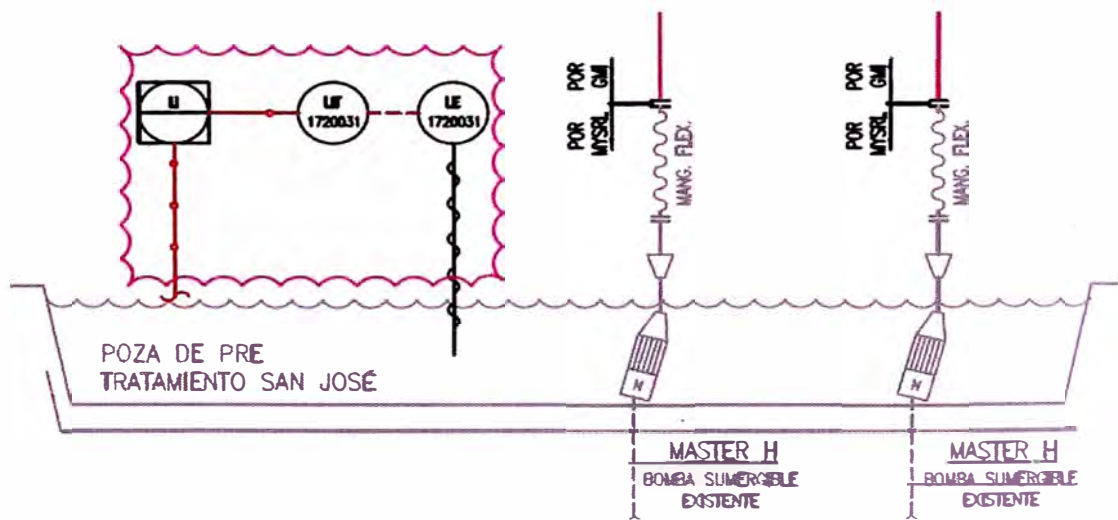


Figura 2.5. Sensor de nivel en la poza de pre-tratamiento.

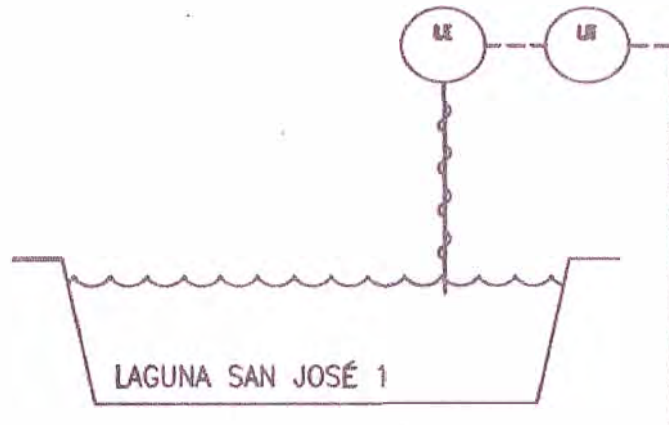


Figura 2.6. Sensor de nivel en la laguna San José.

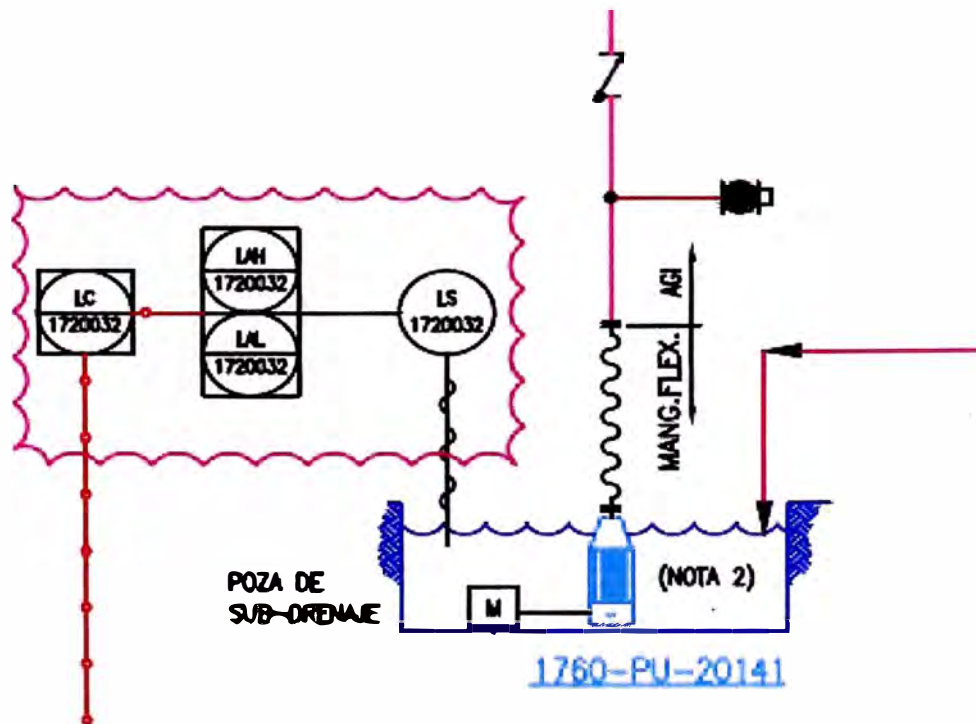


Figura 2.7. Switch de nivel en la poza sub-drenaje.

Adicionalmente a este sistema de medición de nivel se implementó un sistema de protección de líneas por sobrepresión y/o fugas.

La sobrepresión y/o fuga en las líneas se medirá a través de sensores de presión en las líneas a la salida de la poza NSJ1 (ver figura 2.8.) y a la salida de la poza de pre-tratamiento (ver figura 2.9.)

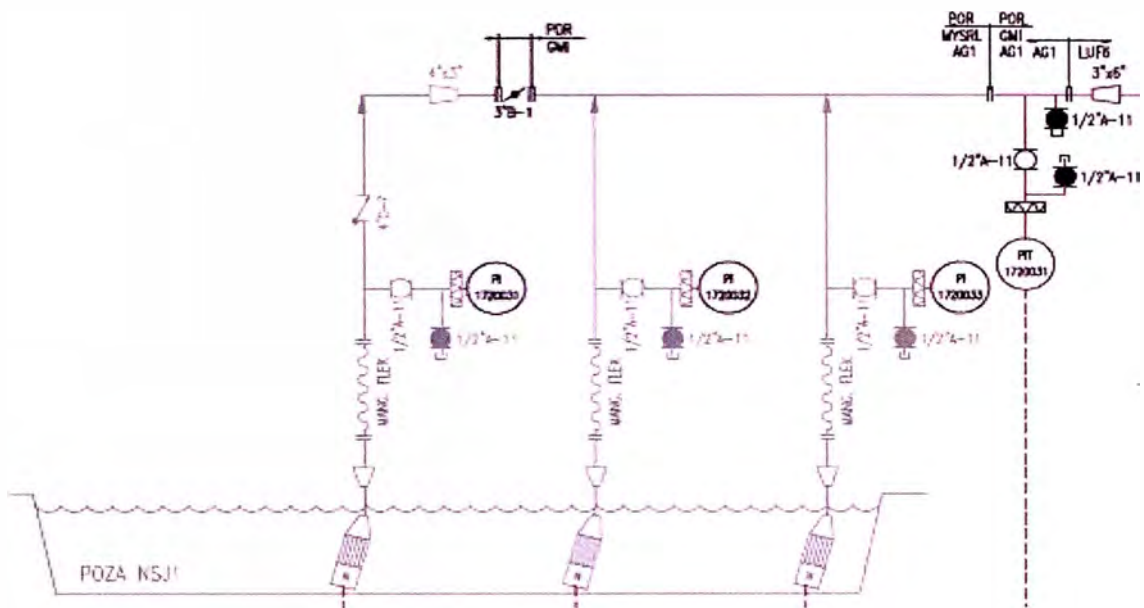


Figura 2.8. Sensor de presión a la salida de la poza NSJ1.

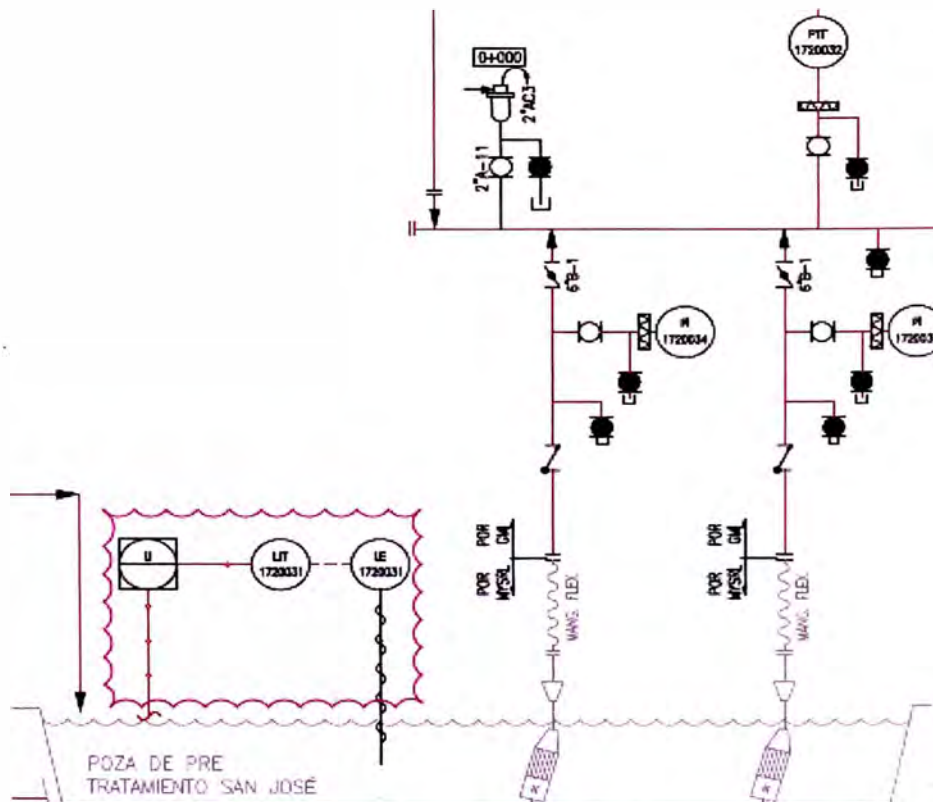


Figura 2.9. Sensor de presión a la salida de la poza pre-tratamiento.

La sobrepresión se medirá a través de las alarmas de presión alta, y la fuga a través de las alarmas de presión baja, también se medirá la fuga si la variación entre las mediciones de ambos sensores sobrepasa a un rango establecido. En ambos casos las alarmas apagarán las bombas de sus respectivas líneas.

En el tramo de la línea que va desde la poza de pre-tratamiento hasta la laguna San José se instalarán dos medidores de flujo, uno al inicio y otro al final de todo el tramo (ver figura 2.10.). Si se detecta una fuerte variación entre ambas mediciones se concluye que existe una fuga en la línea y por lo tanto se apagarán las bombas de la poza NSJ1 y la poza de pre-tratamiento.

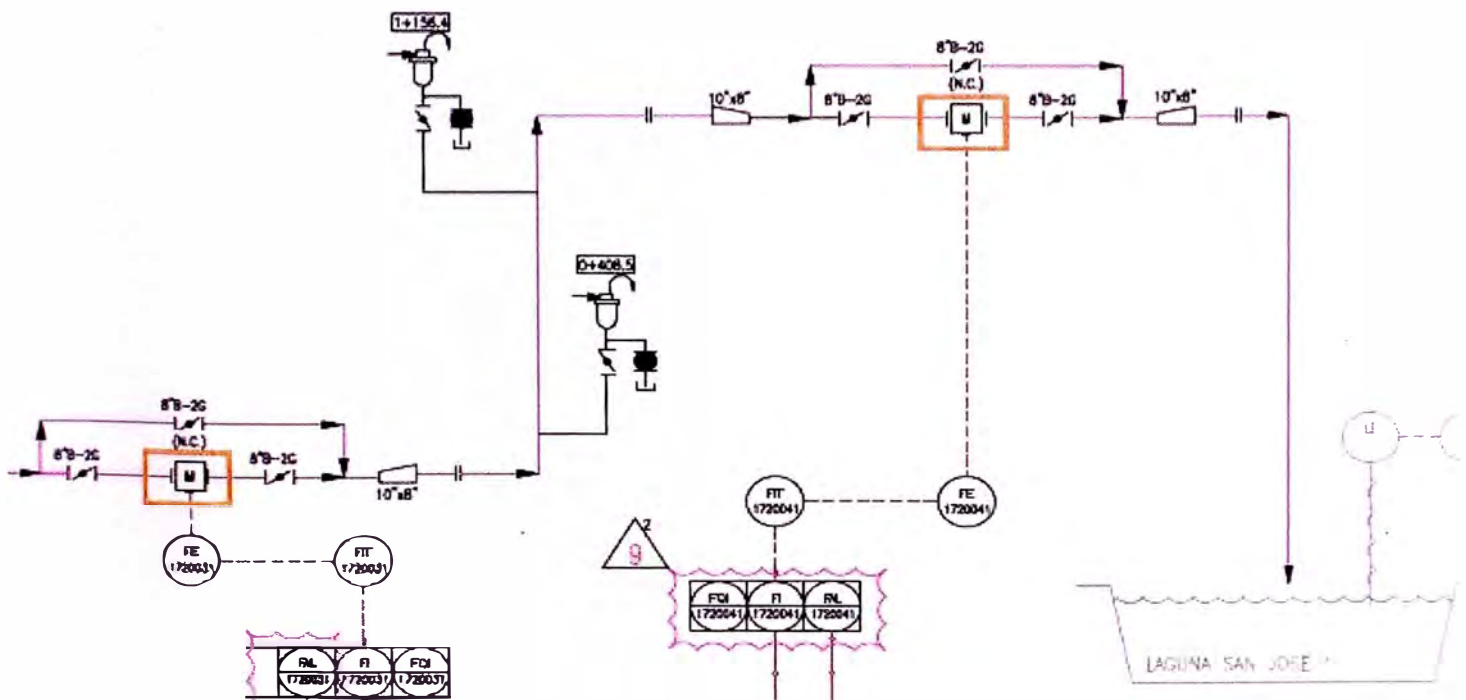


Figura 2.10. Sensor de presión a la salida de la poza pre-tratamiento.

Finalmente se agregarán manómetros a la salida de cada bomba para la medición local por los supervisores de campo.

Haciendo una recopilación de los instrumentos que se requieren para completar el sistema de instrumentación, se tiene lo siguiente:

Instrumento	Tag
01 sensor/transmisor de nivel para la poza de pre-tratamiento.	LIT-1720031
01 switch de nivel para la poza sub-drenaje	LSL/LSH-1720032
01 sensor de presión a la salida de la poza NSJ1	PIT-1720031
01 sensor de presión a la salida de la poza pre-tratamiento	PIT-1720032
01 sensor de flujo a la salida de la poza pre-tratamiento	FIT-1720031
01 sensor de flujo a la entrada de la laguna San José	FIT-1720041
05 manómetros, 01 a la salida de cada bomba	PI-1720031/1720032/1720033 (Bombas de poza NSJ1) PI-1720034/1720035 (Bombas de poza pre-tratamiento)

Tabla 2.3. Sensor identificados a partir del P&ID.

CAPITULO III

SELECCIÓN DE SENSORES Y EQUIPOS DE CONTROL

3.1 Selección de los instrumentos de medición

3.1.1 Sensor de nivel.

De acuerdo a lo indicado en el apéndice, existe una variedad de equipos de medición de nivel dependiendo de las características y la aplicación; sin embargo es necesario tener en cuenta como base de la selección el criterio de diseño propio de cada planta.

El criterio de diseño de la minera Yanacocha (ver apéndice) nos entrega características que permiten definir fácilmente el equipo.

Las características requeridas para un sensor de nivel son:

- En pozas o tanques abiertos donde la espuma, polvo y gases no estén presentes, se recomienda el uso de sensores tipo ultrasónico.
- El voltaje de alimentación será 120 VAC.
- Las conexiones eléctricas serán ½” NPT o ¾” NPT.

Dadas las características enunciadas procederemos a la selección del sensor de nivel.

Entre las marcas más reconocidas de sensores de nivel tenemos a SIEMENS, que tiene años en la industria de la producción y minería. Usando el catálogo de selección (ver figura 3.1.) seleccionaremos el código para la adquisición del sensor de nivel.

Selection and Ordering data	Order No.
SITRANS Probe LU 2-wire, loop powered ultrasonic transmitter for level, volume and flow monitoring of liquids in open channels, storage vessels, and simple process vessels.	C) 7ML5221- ■■■■■
Enclosure/Cable Inlet	
Plastic (PBT), 1 x M20x1.5 and 1 x 1/2" NPT (no cable glands supplied)	0
Plastic (PBT), 2 x M20x1.5 (includes 1 general purpose cable gland: 7ML1930-1AM)	1
Plastic (PBT), 2 x 1/2" NPT (no cable glands supplied)	2
Range/Transducer material	
6 meter (20 ft), ETFE	A
6 meter (20 ft), PVDF Copolymer	B
12 meter (40 ft), ETFE	C
12 meter (40 ft), PVDF Copolymer	D
Process connection	
2" NPT [(Taper), ANSI/ASME B1.20.1]	A
R 2" [(BSPT), EN 10226]	B
G 2" [(BSPP), EN ISO 228-1]	C
Communication/Output	
4 ... 20 mA, HART	1
PROFIBUS PA	2
Approvals	
General Purpose, FM, CSA, CE, C-TICK	1
FM, Class I, Div. 2 ¹⁾	4
Intrinsically Safe, CSA/FM Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D (barrier required); Class II, Div. 1, Groups E, F, G; Class III ²⁾	5
Intrinsically Safe, ATEX II 1G EEx ia IIC T4 ²⁾	6
Intrinsically safe, ATEX II 1G EEx ia IIC T4, ANZEx, IECEx, INMETRO, CE, C-TICK ³⁾	7
Intrinsically safe, CSA/FM Class I, Div. 1, Groups A, B, C, D; Class II, Div. 1 Group E, F, G; Class III T4 ³⁾	8
¹⁾ Available with Enclosure/Cable Inlet option 2 only. ²⁾ Available with communication option 2 only. ³⁾ Available with communication option 1 only.	
C) Subject to export regulations AL: N, ECCN: EAR99.	

Figura 3.1. Catálogo de selección de sensor de nivel Probe LU

Luego de realizar la selección, obtendremos el código requerido para su adquisición (7ML5221-2DA11).



Figura 3.2. Transmisor de nivel SITRANS Probe LU

3.1.2 Interruptor de nivel.

De forma similar usaremos el criterio de diseño para la selección del interruptor de nivel. Usando el catálogo de selección se indica el código de adquisición del interruptor de nivel. (Ver figura 3.3. y 3.4.)

Point level measurement – Ultrasonic switch

Pointek ULS200	
Selection and Ordering data	Order No.
Pointek ULS200 Ultrasonic non-contacting switch with two switch points for level detection of bulk solids, liquids and slurries in a wide variety of industries; ideal for sticky materials	① 7ML1510- ■■■■0■
Power supply	
24 V DC, relay output	1
24 V DC, transistor output	2
100 ... 230 V AC, relay output	3
Approvals	
CE, C-TICK, CSA Class I, II, III, Div. 1 ¹⁾	F
CE, C-TICK, FM Class I, II, III, Div. 1 ¹⁾	G
CE, C-TICK, CSA Class I, II, Div. 2 ²⁾	J
CE, C-TICK, CSA us/c, FM	K
CE, C-TICK, ATEX II 2G Ex d mb IIC T5 Gb ³⁾	L
INMETRO Br-Ex d mb IIC T5 ³⁾	M
C-TICK, ANZEx Ex ds IIC T5, DIP A21 T5, IP65/IP67 ³⁾	N

Figura 3.3. Selección de la alimentación y la certificación

Transducer/Process connection	
ETFE, 2" NPT [(Taper), ANSI/ASME B1.20.1]	A
ETFE, R 2" [(BSPT), EN 10226]	B
ETFE, G 2" [(BSPP), EN ISO 228-1]	C
PVDF copolymer, 2" NPT [(Taper), ANSI/ASME B1.20.1]	E
PVDF copolymer, R 2" [(BSPT), EN 10226]	F
PVDF copolymer, G [(BSPP), EN ISO 228-1]	G
PVDF copolymer, 4" sanitary mounting ¹⁾	J
Enclosure/cable inlet	
<u>Polycarbonate</u>	
• Cable inlet PG 13.5	1
• Cable inlet 1/2" NPT	2
<u>Aluminum</u>	
• Cable inlet PG 13.5	3
• Cable inlet 1/2" NPT	4

Figura 3.4. Selección del tipo de conexión y protección del cable

Luego de realizar la selección, se obtuvo el código requerido para su adquisición (7ML1510-3KE02).



Figura 3.5. Switch de nivel Pointek ULS200

3.1.3 Sensor de presión.

De acuerdo a lo mencionado en el apéndice, existe una variedad de equipos de medición de presión dependiendo de las características y la aplicación. Usando el catálogo de selección indicaremos el código de adquisición del transmisor de presión. (Ver Figura 3.6., 3.7. y 3.8.)

Transmitters for gauge pressure for

SITRANS P300 with PMC connection

Selection and Ordering data

Order No.

SITRANS P300 pressure transmitters with PMC connection, single-chamber measuring housing, rating plate inscription in English

with 4 ... 20 mA / HART

F) **7MF8123-**

with PROFIBUS PA

F) **7MF8124-**

with FOUNDATION Fieldbus (FF)

F) **7MF8125-**

□□□□□□ . □□□□□□

Measuring cell filling

Measuring cell cleaning

Silicone oil

normal

1

Inert liquid

Cleanliness level 2 to
DIN 25410**3**

Measuring span

1 bar¹⁾

(14.5 psi)

B

4 bar

(58 psi)

C**16 bar****(232 psi)****D**

Wetted parts materials

Seal diaphragm

Measuring cell

Hastelloy**Stainless steel****B**

Process connection

• **PMC Style Standard: Thread 1½"****2**• **PMC Style Minibolt: front-flush 1"** (minimum span:
500 mbar (7.25 psi), not available with
1-bar-measuring cell (Option B))**3**

Non-wetted parts materials

• **Stainless steel, deep-drawn and electrolytically
polished****4**

Figura 3.6. Selección del tipo transmisión, rango y conexión de proceso.

Version	
• Standard versions	1
Explosion protection	
• None	A
• With ATEX, Type of protection:	
- *Intrinsic safety (EEx ia)*	B
• Zone 20/21/22 ²⁾	C
• Ex nA/nL (Zone 2) ³⁾	E
• With FM + CSA, Type of protection:	
- *Intrinsic Safe (is)* (planned)	M
Electrical connection/cable entry	
• Screwed gland M20 x .5 (polyamide) ⁴⁾	A
• Screwed gland M20 x 1.5 (metal)	B
• Screwed gland M20 x 1.5 (stainless steel)	C
• M12 connectors (without cable socket)	F
• M12 connectors (stainless steel), without cable socket)	G
• ½-14 NPT metal thread ⁵⁾	H
• ½-14 NPT stainless steel thread ⁵⁾	J

Figura 3.7. Selección del tipo protección y la conexión eléctrica.

■■■■■ - ■■■■	
Display	
• Without display, with keys, closed covers	1
• With display and keys, closed lid	2
• With display and keys, lid with glass pane (setting on HART devices: mA, with PROFIBUS PA and FOUNDATION Fieldbus equipment: pressure unit)	6
• With display (setting acc. to specifications, Order Code "Y21" or "Y22" required), lid with glass pane	7

Figura 3.8. Selección del display en el equipo.

Luego de realizar la selección, se obtuvo el código requerido para su adquisición (7MF8123-1DB24-1AJ2).



Figura 3.9. Sensor de Presión SITRANS P300.

3.1.4 Manómetro.

Para los indicadores locales de presión, el criterio de diseño especifica que deberán ser de tipo Bourdon. Entre las marcas más reconocidas de manómetros se encuentra la marca ASHCROFT. Usando el catálogo selección (ver figura 3.10.) se indica el código para la adquisición del manómetro.

Cómo Especificar

Exemplo:

ØNOMINAL		CÓD.	MODELO	MATERIAL DEL SENSOR	CÓD.	CONEXIÓN	CÓD.	POSICIÓN DE LA CONEXIÓN	CÓD.	ESCALA	OPCIONALES
114mm		45	1259	Inox 316	S	1/4" NPT	02	Local	L	0/40 bar	XGL
						1/4" BSP	03			Ver tabla de Selección de Escalas	Ver Tabla de Opcionales
						1/2" NPT	04				
						1/2" BSP	05				

Figura 3.10. Selección del manómetro ASHCROFT.

El modelo propuesto por las características del proceso es el ASHCROFT 1259 (ver figura 3.11.) cuyo rango varía de 3 a 1000 psi. La tabla de opciones (ver tabla 3.1.) indica características adicionales que requiere el manómetro.



Figura 3.11. Manómetro ASHCROFT 1259.

Opcionais

DESCRIPCIÓN	CODIGO
Caja llena con glicerina (1) (2)	XGL
Caja llena con silicona (1) (2)	XGV
Caja llena con halocarbono (1) (3)	XGX
Caja llena con aceite aislante (1) (2)	XGI
Visor de acrílico	XPD
Visor de vidrio laminado	XSG
Visor de vidrio templado	XTW
Caja seca apta para recibir llenado (1)	XLJ
Exactitud de 0.5% del fondo de escala	XAJ
Aguja de arrastre de ajuste externo con llave (4)	XEP
Tornillo restrictor de presión en inox, orificio 0,7 mm (5)	XTB

DESCRIPCIÓN	CODIGO
Tornillo restrictor de presión en inox, orificio 0,5 mm	XT7
Tornillo restrictor de presión en inox, orificio 0,3 mm	XT5
Limpieza para uso con oxígeno	XEB
Etiqueta (TAG) en inox, lijada con alambre inox	XNH
Certificado de material p/grupo de instrumentos	CD1
Certificado individual de calibración	CD4
Cuadrante en negro c/impresión y aguja en blanco	XED
Bandas coloreadas de advertencia en el cuadrante	XZ1
Escala especial	XDI
Escala para receptor neumático	XFP
Aro especial para montaje en panel	1278MC

Tabla 3.1. Tabla de opciones para la selección.

Luego de realizar la selección, se obtuvo el código requerido para su adquisición (45-1259-S-04-L-0/400psig-XPD-XNH-XAJ-XGL-CD4).

3.1.5 Sensor de flujo.

De acuerdo a lo mencionado en el apéndice, existe una variedad de equipos de medición de flujo dependiendo de las características y la aplicación; sin embargo es necesario tener en cuenta como base de la selección el criterio de diseño propio de cada planta.

El criterio de diseño de la minera Yanacocha (Ver apéndice) nos entrega características que permitirá definir fácilmente nuestro equipo.

Las características requeridas para un flujómetro son:

- Se recomienda que el flujómetro sea tipo magnético, debido a que la aplicación no requiere de gran precisión para el uso de un flujómetro de desplazamiento positivo.
- El voltaje de alimentación será 120 VAC.
- Las conexiones eléctricas serán ½" NPT o ¾" NPT.

- El fluido conductivo debe ser $>20 \mu\text{S/cm}$
- La instalación será considerando 5 veces el diámetro aguas arriba y 3 veces el diámetro aguas abajo.

Dadas las características enunciadas se procedió a la selección del flujómetro.

Entre las marcas más reconocidas de flujómetros se tiene a SIEMENS, que tiene años en la industria de la producción y minería. Usando el catálogo del producto (Ver figura 3.12.) se seleccionó el código para la adquisición del flujómetro.

Flow Measurement

SITRANS F M

Flow sensor MAG 5100 W

Selection and Ordering data		Order No.	Selection and Ordering data		Order No.
Sensor SITRANS F M MAG 5100 W		70E0000	Sensor SITRANS F M MAG 5100 W		70E0000
Industry applications: carbon steel, ferrugineous liquid markets and low flow applications		0000000000	Industry applications: carbon steel, ferrugineous liquid markets and low flow applications		0000000000
Ordnator			Communication		
DN 10 (3/4")	+ 1V		4-20mA	+ A	
DN 15 (1/2")	+ 2D		HART	+ B	
DN 20 (3/4")	+ 2R		PROFIBUS DP (with 12m cable) MAG 5100W (MAC) 000000	+ F	
DN 25 (1")	+ 2Y		PROFIBUS DP (with 12m cable) MAG 5100W (MAC) 000000	+ C	
DN 30 (1 1/4")	+ 3F		FOUNDATION Fieldbus (12m cable) MAG 5100W (MAC) 000000	+ J	
DN 40 (1 1/2")	+ 3M		FOUNDATION Fieldbus (12m cable) MAG 5100W (MAC) 000000		
DN 50 (2")	+ 3T				
DN 65 (2 1/2")	+ 4S		Code 000000000000000000		
DN 80 (3")	+ 4W		Multi-Response Output Size or HIOG (integrated)	+ I	
DN 100 (4")	+ 4P		12-24VDC (integrated) terminal base or HIOG (integrated)	+ L	
DN 125 (5")	+ 4B				
DN 150 (6")	+ 5D				
DN 175 (7")	+ 5E				
DN 200 (8")	+ 5G				
DN 250 (10")	+ 6T				
DN 300 (12")	+ 6Y				
DN 350 (14")	+ 6P				
DN 400 (16")	+ 6B				
DN 450 (18")	+ 6D				
DN 500 (20")	+ 6Y				
DN 600 (24")	+ 6F				
DN 700 (28")	+ 6P				
DN 800 (32")	+ 6B				
DN 900 (36")	+ 6D				
DN 1000 (40")	+ 6Y				
DN 1200 (48")	+ 6S				
Flange norm and pressure rating					
ANSI B1.3.1					
PN 10 (DN 50) (1200psi) 40°	+ B				
PN 16 (DN 50) (230psi) 40°	+ C				
PN 16 (DN 50) (230psi) 150° (200psi) 40°	+ D				
PN 40 (DN 15) (40psi) 150°	+ E				
Ordnator					
ANSI B1.3.1	+ J				
ANSI B1.3.1	+ L				
Linear position					
IP54	+ 3				
IP67 (with flange)	+ 3				
Transmission					
Conductivity sensor (with 10m cable)	+ A				
MAC 5000 Aluminum 115 200 V AC	+ C				
MAC 5000 Polymeric 115 200 V AC	+ W				
MAC 5000 Polymeric 115 230 V AC	+ J				
MAC 5000 Polymeric 115 200 V AC	+ K				
MAC 5000 Polymeric 115 230 V AC	+ L				
MAC 5000 CT Polymeric 115 230 V AC	+ W				

Figura 3.12. Catálogo de selección de flujómetro

De acuerdo al diagrama P&ID, el diámetro de la tubería donde se instalaran los flujómetros son de 8"Ø, así se define el primer parámetro del flujómetro (ver figura 3.13).

Flow Measurement SITRANS F M

Flow sensor MAG 5100 W

Selection and Ordering data

Order No

Sensor SITRANS F M MAG 5100 W**7ME6520-**Hastelloy electrodes, carbon steel flanges,
EU water markets and low flow applications

1 - 2

Diameter

DN 15 (½")	◆ 1V
DN 25 (1")	◆ 2D
DN 40 (1½")	◆ 2R
DN 50 (2")	◆ 2Y
DN 65 (2½")	◆ 3F
DN 80 (3")	◆ 3M
DN 100 (4")	◆ 3T
DN 125 (5")	◆ 4B
DN 150 (6")	◆ 4H
DN 200 (8")	◆ 4P
DN 250 (10")	◆ 4V
DN 300 (12")	◆ 5D
DN 350 (14")	◆ 5K
DN 400 (16")	◆ 5R
DN 450 (18")	◆ 5Y
DN 500 (20")	◆ 6F
DN 600 (24")	◆ 6P
DN 700 (28")	◆ 6Y
DN 750 (30")	7D
DN 800 (32")	7H
DN 900 (36")	7M
DN 1000 (40")	7R
(42")	7U
(44")	7V
DN 1200 (48")	8B

Figura 3.13. Selección de diámetro del Flujómetro

De igual forma se procedió a definir el resto de características como el tipo de conexión a la tubería, el tipo de revestimiento y las características del transmisor de flujo (ver figura 3.14.).

Flange norm and pressure rating		
<u>to EN 1092-1</u>		
PN 10 (DN 200 ... 1200/8" ... 48")	◆	B
PN 16 (DN 50 ... 1200/2" ... 48")	◆	C
PN 16, non PED (DN 700 ... 1200/28" ... 48")		D
PN 40 (DN 15 ... 400/5" ... 1 1/2")	◆	F
<u>to ANSI B16.5</u>		
class 150 (1/2" ... 24")	◆	J
<u>to AWWA C-207</u>		
Class D (28" ... 48")		L
<u>to AS 4087</u>		
PN 16 (DN 50 ... 1200/2" ... 48")		N
Liner material		
EPDM	◆	2
NBR Hard Rubber	◆	3
Transmitter		
Sensor for remote transmitter (Order transmitter separately)	◆	A
MAG 6000 I, Aluminum, 18 ... 90 V DC, 115 ... 230 V AC	◆	C
MAG 6000, Polyamid, 11 ... 30 V DC/11 ... 24V AC	◆	H
MAG 6000, Polyamid, 115 ... 230 V AC	◆	J
MAG 5000, Polyamid, 11 ... 30 V DC/11 ... 24V AC	◆	K
MAG 5000, Polyamid, 115 ... 230 V AC	◆	L
MAG 6000 CT, Polyamid, 115 ... 230 V AC	◆	M

Figura 3.14. Selección del tipo de conexión, revestimiento y transmisor.

Finalmente se seleccionó el tipo de comunicación y el tamaño de la prensa estopa (ver figura 3.15.).

Selection and Ordering data		Order No.
Sensor SITRANS F M MAG 5100 W		7ME6520-
Hastelloy electrodes, carbon steel flanges, EU water markets and low flow applications		■■■■1■-2■■■■
Communication		
None	◆	A
HART	◆	B
PROFIBUS PA Profile 3 (only MAG 6000/MAG 6000 I)	◆	F
PROFIBUS DP Profile 3 (only MAG 6000/MAG 6000 I)	◆	G
Modbus RTU/RS 485 (only MAG 6000/MAG 6000 I)	◆	E
FOUNDATION Fieldbus H1 (only MAG 6000/ MAG 6000 I)	◆	J
Cable glands/terminal box		
Metric/Polyamid terminal box or 6000 I compact	◆	1
½" NPT/Polysamid terminal box or 6000 I compact	◆	2
◆ Short lead time (details in PMD)		

Figura 3.15. Selección del tipo de conexión, revestimiento y transmisor.

Luego de realizar la selección, se obtuvo el código requerido para su adquisición (7ME6520-4PJ12-2LB2).



Figura 3.16. Flujómetro SIEMENS MAG 5100

3.2 Selección de equipos de control.

3.2.1 Consideraciones previas.

Para realizar el diseño del sistema de conexionado y definir los equipos involucrados, es necesario tener un listado de todas las señales análogas y discretas en el proyecto.

En el Capítulo II se identificó todos los instrumentos requeridos para el proceso y en el Capítulo III, se seleccionó las características y los modelos de cada uno de estos instrumentos. Ya identificados todos estos parámetros se pudo elaborar el listado de señales, sin embargo es necesario tener en consideración algunos puntos:

- El cliente actualmente cuenta con PLCs en campo (ver figura 3.17.); estos PLCs de marca Allen Bradley modelo micrologix 1100 (ver figura 3.18.) se consideran suficientes para la integración de los nuevos instrumentos, por lo que solo deberemos adicionar módulos analógicos y/o discretos para dichos PLCs, comprobándose antes la existencia de espacio disponible en el riel DIN (ver figura 3.19.).
- Los PLCs existentes se ubican cerca de las zonas de NSJ1 y la laguna San José, por lo que se deberá llevar las señales de los instrumentos hacia los tableros de PLC respectivos.
- El PLC de la laguna San José cuenta con módulo de señales analógicas disponible en su chasis.
- Los sensores/transmisores de presión SITRANS P300 de SIEMENS son instrumentos loop powered (ver figura 3.20.), es decir su

alimentación es entregada en el mismo lazo de corriente que envía su señal de 4-20 mA.

- La alimentación de 120 VAC para algunos de los instrumentos se obtendrán de los tableros de PLC. Esta alimentación será entregada por la disciplina eléctrica y no es considerado como parte del alcance.



Figura 3.17. Ubicación de tablero de PLC en campo

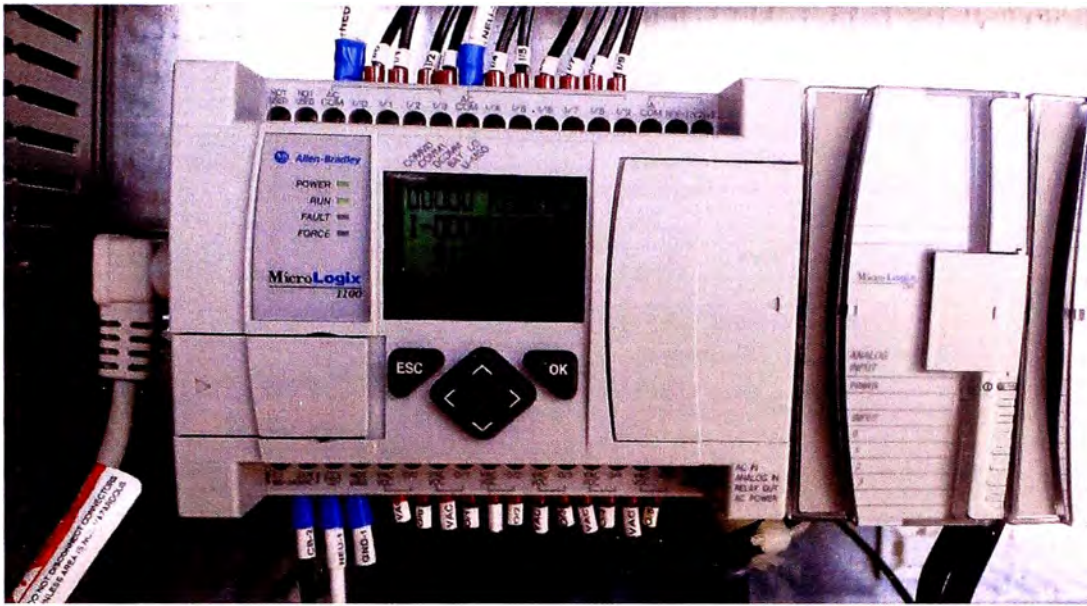


Figura 3.18. PLC Micrologix 1100 en la Minera Yanacocha

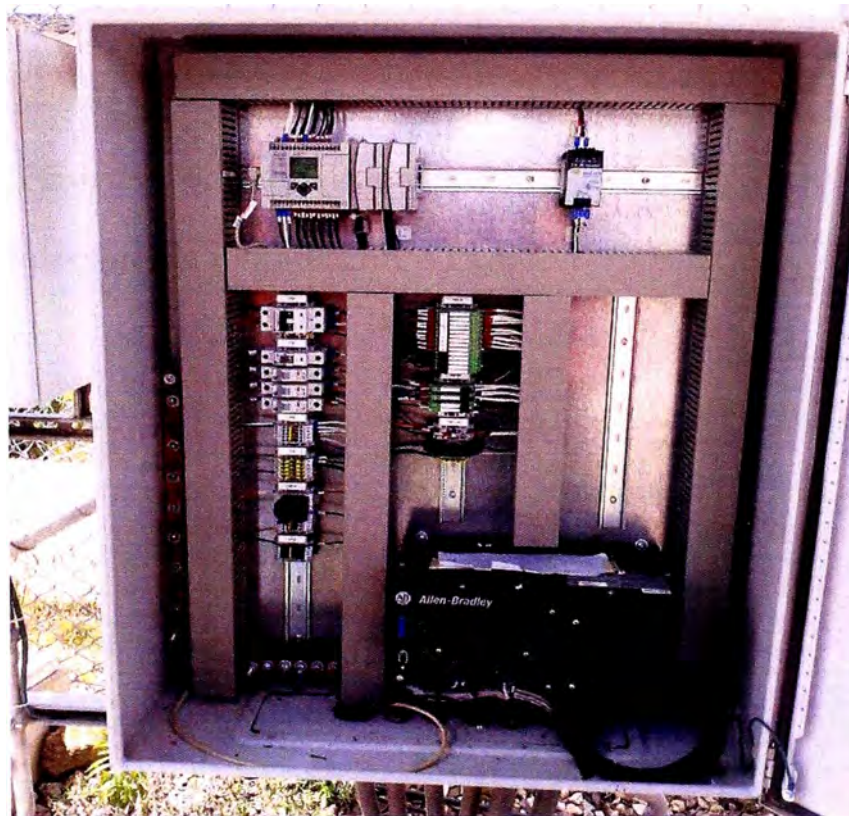


Figura 3.19. Tablero de PLC con disponibilidad de módulos

Transmitters for gauge pressure

SITRANS P300 with PMC connection

SITRANS P300 for gauge pressure with PMC connection for the paper industry

Medium conditions

Temperature of medium

- Measuring cell with silicone oil -40 ... +100 °C (-40 ... +212 °F)

Design

Weight (without options)

Approx. 1 kg (2.2 lb)

Enclosure material

Stainless steel, mat. no. 1.4301/304

Material of parts in contact with the medium

- Seal diaphragm

Hastelloy C276, mat. no. 2.4819

- Measuring cell filling

Silicone oil

Surface quality touched-by-media

Ra-values $\leq 0.8 \mu\text{m}$ (32 μinch)/welds Ra $\leq 1.6 \mu\text{m}$ (64 μinch)

Power supply U_H

Terminal voltage on transmitter:

10.5 ... 42 V DC
for intrinsically safe operation: 10.5 ... 30 V DC

Supplied through bus

Separate power supply

Not necessary

Bus voltage

- Without EEx

9 ... 32 V

- With intrinsically-safe operation

9 ... 24 V

Current consumption

- Max. basic current

12.5 mA

- Start-up current \pm basic current

Yes

- Max. fault current in the event of a fault

15.5 mA

Fault disconnection electronics (FDE)

Available

Figura 3.20. Información técnica del SITRANS P300

3.2.2 Selección de módulos para PLC.

Luego de analizar las consideraciones para el conexionado, se seleccionaron los módulos requeridos para todos los instrumentos.

Identificando las señales de cada instrumento y las separándolas de acuerdo a su ubicación en campo; se determinaron que señales serán enviadas a cada uno de los PLC.

Las señales analógicas que serán enviadas al PLC de la poza NSJ1 serán (ver figura 3.21):

- FIT-1720031
- LIT-1720031
- PIT-1720031
- PIT-1720032

NOTAS:

- 1.) EL PLC EXISTENTE ES UN MICROLOGIX 1100.
- 2.) EN EL ALCANCE DEL PRESENTE PROYECTO, SE ADICIONA 01 MÓDULO DE 4 ENTRADAS ANALÓGICAS, MODELO 1762-IF4 Y 01 MÓDULO DE 8 ENTRADAS DIGITALES, M
- 3.) EN EL MÓDULO I/D SE HA CONSIDERADO TAG BY MYSRLS PARA LA ADICIÓN FUTURA DE SEÑALES.

GABINETE: PLC (EXISTENTE)**ÁREA: POZA NSJ1****MODULO: ENTRADAS ANALOGICAS AISLADAS****MODELO: 1762-IF4****CHASIS: 1****SLOT: 3**

CANAL	TAG	ALIMENTACION	MARSHALLING	MODULO	DIRECCION	DESCRIPCIÓN	P&ID
0	FIT-1720031	F	TBS 13 : F1 TBS 13 : 2 TBS 13 : 3 TBS 3 : 4	IN 0 (+) IN 0 (-)	AI: 13 / 0	Transmisor Indicador de Flujo FIT-1720031 Instrumento de Flujo en la Línea 1760-WMD-8"-AG1-20207	GMI-1760-9-20-M9121
1	LIT-1720031	F	TBS 13 : F5 TBS 13 : 6 TBS 13 : 7 TBS 3 : 8	IN 1 (+) IN 1 (-)	AI: 13 / 1	Transmisor Indicador de Nivel LIT-1720031 Instrumento de Nivel para la Poza NSJ1	GMI-1760-9-20-M9121
2	PIT-1720031	S	TBS 13 : F9 TBS 13 : 10 TBS 13 : 11 TBS 13 : 12	IN 2 (+) IN 2 (-)	AI: 13 / 2	Transmisor Indicador de Presión PIT-1720031 Instrumento de Presión en la Línea 1760-WMD-6"-LUF6-20205	GMI-1760-9-20-M9121
3	PIT-1720032	S	TBS 13 : F13 TBS 13 : 14 TBS 13 : 15 TBS 13 : 16	IN 3 (+) IN 3 (-)	AI: 13 / 3	Transmisor Indicador de Presión PIT-1720032 Instrumento de Presión en la Línea 1760-WMD-10"-AG1-20206	GMI-1760-9-20-M9121

F: FIELD
S: SOURCE

Figura 3.21. Listado de señales análogas de la poza NSJ1

Las señales discretas que serán enviadas al PLC de la poza NSJ1 serán

(ver figura 3.22):

- LSL-1720032
- LSH-1720032

GABINETE: PLC (EXISTENTE)						CHASIS:	1
ÁREA: POZA NSJ1						SLOT:	4
MODULO: ENTRADAS DISCRETAS AISLADAS 120 VAC							
MODELO: 1762-IA8							
CANAL	TAG	ALIMENTACION	MARSHALLING	MODULO	DIRECCION	DESCRIPCIÓN	P&ID
0	LSL-1720032	F	TBS 14 : F1 TBS 14 : 2 TBS 14 : 3	IN 0 L2	I: 14 / 0	Interrupor de Nivel LSL-1720032 Interrupor de Nivel Bajo para la Poza de Sub-Drenaje.	GMI-1760-9-20-M9121
1	LSH-1720032	F	TBS 14 : F4 TBS 14 : 5 TBS 14 : 6	IN 1 L2	I: 14 / 1	Interrupor de Nivel LSH-1720032 Interrupor de Nivel Alto para la Poza de Sub-Drenaje.	GMI-1760-9-20-M9121
2	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F7 TBS 14 : 8 TBS 14 : 9	IN 2 L2	I: 14 / 2		
3	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F10 TBS 14 : 11 TBS 14 : 12	IN 3 L2	I: 14 / 3		
4	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F13 TBS 14 : 14 TBS 14 : 15	IN 4 L2	I: 14 / 4		
5	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F16 TBS 14 : 17 TBS 14 : 18	IN 5 L2	I: 14 / 5		
6	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F19 TBS 14 : 20 TBS 14 : 21	IN 6 L2	I: 14 / 6		
7	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F22 TBS 14 : 23 TBS 14 : 24	IN 7 L2	I: 14 / 7		

F: FIELD
S: SOURCE

Figura 3.22. Listado de señales discretas de la poza NSJ1

De esta manera se determinó la necesidad de contar con dos módulos de PLC, el primero es un módulo de 4 entradas analógicas (ver figura 3.23.) y el segundo es un módulo de 8 entradas discretas (ver figura 3.24.).

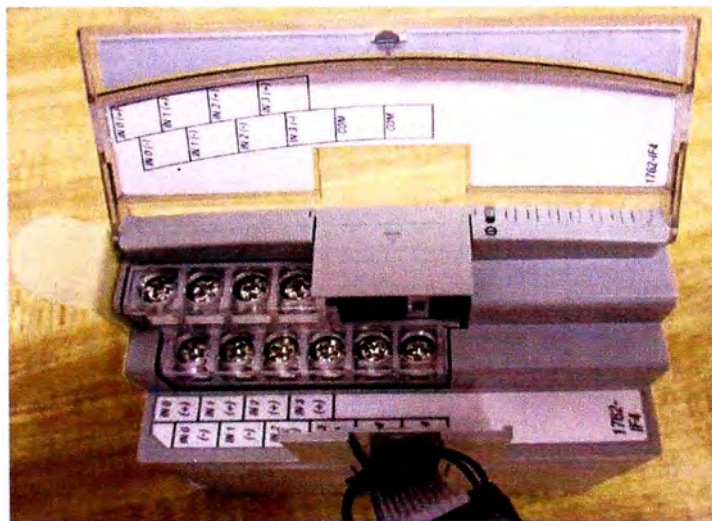


Figura 3.23. Módulo de 4 entradas analógicas 1762-IF4

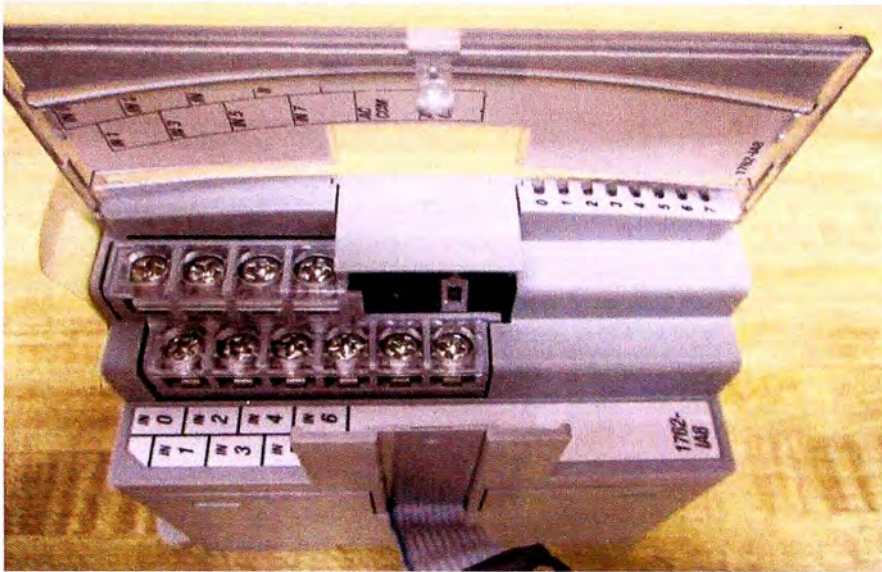


Figura 3.24. Módulo de 8 entradas discretas 1762-IA8

POZA NSJ1

GABINETE (EXISTENTE)

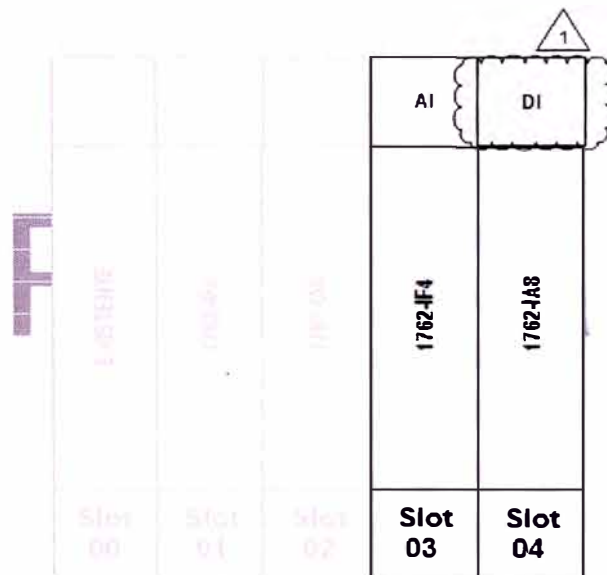


Figura 3.25. Estructura del PLC de la poza NSJ1

De la misma forma se determinó que la única señal analógica que sería enviada al PLC de la Laguna San José es (ver figura 3.26.):

- LSL-1720032

NOTAS:

- 1.) EL PLC EXISTENTE ES UN MICROLOGIX 1100.
- 2.) EN EL ALCANCE DEL PRESENTE PROYECTO, SE CONSIDERA LA ADICIÓN DE 01 MÓDULO DE 4 ENTRADAS ANALÓGICAS, MODELO 1762-IF4.
- 3.) EN EL MÓDULO I/O SE HA CONSIDERADO TAG BY MYSRLS PARA LA ADICIÓN FUTURA DE SEÑALES.

GABINETE: PLC (EXISTENTE)							CHASIS:	1
ÁREA: LAGUNA SAN JOSE							SLOT:	4
MÓDULO: ENTRADAS ANALÓGICAS AISLADAS								
MODELO: 1762-IF4								
CANAL	TAG	ALIMENTACION	MARSHALLING	MÓDULO	DIRECCION	DESCRIPCIÓN	P&ID	DI
0	FIT-1720041	F	TBS 14 : F1 TBS 14 : 2 TBS 14 : 3	IN0+ IN0- IN0-	AI: 14 / 0	Transmisor Indicador de Flujo FIT-1720041 Instrumento de Flujo en la Línea 1760-WMD-8"-AG1-20210	GMI-1760-9-20-M9121	
1	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F4 TBS 14 : 5 TBS 14 : 6	IN1+ IN1- IN1-	AI: 14 / 1			
2	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F9 TBS 14 : 10 TBS 14 : 11	IN2+ IN2- IN2-	AI: 14 / 2			
3	TAG BY MYSRL		TBS 14 : F13 TBS 14 : 14 TBS 14 : 15	IN3+ IN3- IN3-	AI: 14 / 3			

Figura 3.26. Listado de señales análogas de la poza de la Laguna San José

El instrumento FIT-1720041 no requiere de módulo de PLC nuevo, debido a que este PLC cuenta con entradas analógicas disponibles.

De esta manera se determinó que solo es necesario un módulo de 4 entradas analógicas (ver figura 3.23):

LAGUNA SAN JOSE

GABINETE (EXISTENTE)

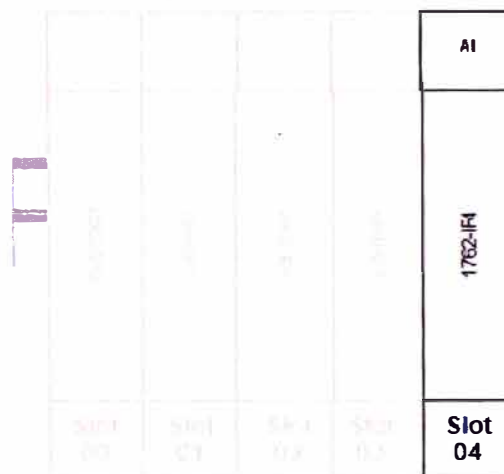


Figura 3.27. Estructura del PLC laguna San José

3.2.3 Selección de cajas de paso.

Como ya se analizó con anterioridad las señales del PLCs tanto discretas como análogas que serán enviadas a los respectivos tableros de acuerdo a su ubicación en campo, sin embargo muchos de estos instrumentos están a cierta distancia de los PLCs como es el caso de los instrumentos ubicados en la poza de pre-tratamiento y la poza sub-drenaje, que deberán enviar sus señales hacia el PLC ubicado en NSJ1. Es por ello que se plantea el uso de cajas de paso o Junction Box, estas concentrarán las señales y las enviarán hacia los tableros de PLC mediante un multiconductor o multipar.

De esta manera seleccionaremos 2 Junction Box:

1760-JB-20031 (Junction Box cercano a la poza Pre-tratamiento)

1760-JB-20032 (Junction Box cercano a la poza Sub-drenaje)

Las características que presentarán las Junction Box de campo son:

Gabinete tipo adosado metálico

Protección NEMA 4X

200mm x 300mm x 155mm (HxWxD)

Para la selección del modelo de Junction Box se buscaron las características en el catalogo de selección de RITTAL (Ver Figura 3.28):

CAJAS MURALES AE - ACERO INOX 1.4301 (AISI 304)

Características:

Grado de Protección: IP66 / Nema 4x

Aplicación: Estándar: Acero Inox 304 para ambientes exteriores (Outdoor) no cercanos al mar.

Pedido especial: Acero Inox 316L para ambientes exteriores y agresivos (Outdoor). Consultar precio.

Estructura: Armario soldado en todo el contorno.

Hermetismo: De espuma inyectada ofrece un alto grado de protección.

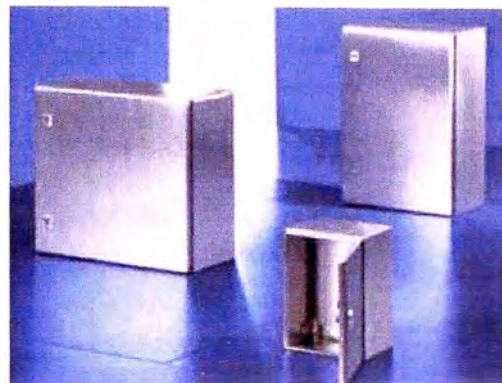
Material: Chapa de acero 1,5mm pre tratamiento nano cerámico para mayor protección contra la corrosión.

Superficie exterior: Armario y puerta exterior pulimentado en grano 240.

Unidad de Envase: Armario, puerta(s) con junta espumosa, cierre de aldabillas (sistema de cierre de 3 puntos en armarios

de 1200 y 1400mm de alto), placa de montaje galvanizada.

Aprobaciones: UL, CSA, TUV, GL, RMRS, LRS, BV, VDE



Código Rittal	Ancho	Alto	Prof.	Tipo Acero	Grado Protec.	Puertas	Incluye / Observaciones	U.E.	Precio de Lista Soles
1002600	200	300	155	304	IP66 / NEMA 4x	1	Placa de montaje galvanizada	1 Pieza	751 00
1005600	300	380	210	304	IP66 / NEMA 4x	1	Placa de montaje galvanizada	1 Pieza	923 00

Figura 3.28. Junction Box Nema 4X Rittal

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONEXIONADO

4.1 Cálculo de caída de tensión y dimensionamiento de la sección en los conductores eléctricos

Antes de empezar con la elaboración del listado de cables y el diagrama de conexionado, es necesario realizar los cálculos de la caída de tensión generada en los conductores eléctricos; esta caída de tensión nos permitirá realizar un adecuado dimensionamiento de la sección de los conductores eléctricos.

4.1.1 Intensidad de corriente admisible

Se sabe que la corriente que circula a través de un conductor origina un calentamiento debido a los choques que sufren los electrones en movimiento con los átomos del material conductor por el que circulan. Este fenómeno es conocido como el efecto Joule.

$$\text{Joule : } R * I^2 \dots\dots\dots (4.1)$$

Este calentamiento producido en el conductor genera dos aspectos negativos en los aislantes:

- Disminución de resistencia de aislamiento.

- Disminución de resistencia mecánica

Por estas razones cada empresa encargada de la elaboración de conductores eléctricos proporciona tablas de la intensidad de corriente admisible para conductores de cobre. Estos valores nos permitirán determinar si nuestro conductor puede soportar la corriente que demandará cada instrumento. (Ver tabla 4.1).

SECCIÓN NOMINAL		TEMPERATURA AMBIENTE = 30° C TEMPERATURA DE SERVICIO			
2 (mm)	AWG	GRUPO A		GRUPO B	
		60°C	75°C	60°C	75°C
◆ .82	18	7.5	7.5	-	-
◆ 1.31	16	10	10	-	-
◆ 2.08	14	15	15	20	20
◆ 3.31	12	20	20	25	25
◆ 5.26	10	30	30	40	40
◆ 8.36	8	40	45	55	65
◆ 13.30	6	55	65	80	95
◆ 21.15	4	70	85	105	125
◆ Grupo A : Hasta 3 Conductores en tubo o en Cable o Directamente Enterrados.					
◆ Grupo B : Conductor Simple al Aire Libre					

Tabla 4.1. Intensidad de corriente admisible para conductores de cobre

4.1.2 Factores de Corrección a la capacidad de transporte

La capacidad de transporte de los conductores se define como la capacidad para disipar la temperatura al medio que los rodea; a efecto que los aislantes no sobrepasen su temperatura de servicio.

Es así que la tabla 4.1 está dada para las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente no mayor a 30°
- 03 conductores por ducto o aislamiento

Cuando los factores no cumplen con las condiciones establecidas para la tabla 4.1, se deberán aplicar factores de corrección, ya sea por temperatura o por el número de conductores por ducto.

$$I = I_T * f_N * f_T (A) \dots\dots\dots (4.2)$$

- ◆ · I : Corriente admisible corregida
- ◆ · f_N : Factor de corrección por N° de conductores.
- ◆ · f_T : Factor de corrección por temperatura.
- ◆ · I_T : Corriente admisible por sección según tablas.

Los factores de corrección por temperatura y por el número de ductos están dados por las tablas 4.2 y 4.3.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANTIDAD DE CONDUCTORES

f_N

◆ Cantidad de Conductores	Factor
◆ 4 a 6	0.8
◆ 7 a 24	0.7
◆ 25 a 42	0.6
◆ Sobre 42	0.5

Tabla 4.2. Factor de corrección por el número de conductores

◆ FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

✦ Secciones AWG



<u>Temperatura Ambiente ° C</u>	<u>Temperatura de servicio</u>	
	<u>60 ° C</u>	<u>75 ° C</u>
☉ Mas de 30 hasta 40	0.82	0.88
☉ Mas de 40 hasta 45	0.71	0.82
☉ Mas de 45 hasta 50	0.58	0.75
☉ Mas de 50 hasta 55	0.41	0.67
☉ Mas de 55 hasta 60	-	0.58
☉ Mas de 60 hasta 70	-	0.35

Tabla 4.3. Factor de corrección por temperatura

4.1.3 Cálculo de caída de tensión

Una vez determinada la mínima sección de conductor, procederemos a realizar el cálculo de la caída de tensión generada en el conductor, teniendo como premisa que la caída de tensión no pueda superar el 5% de voltaje de la fuente, conforme se especifica en la NEC-2008.

$$V_p = I \times R_c \text{ (V)}$$

..... (4.3)

- V_p : Voltaje de Pérdida (V)
- I : Corriente de Carga (A)
- R_c : Resistencia de los Conductores.

La resistencia equivalente para un conductor de cobre estará expresada por la ecuación 4.4.

$$R_c = \frac{2 \times \rho \times l}{A} \quad (\Omega) \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

- ρ : Resistividad específica del conductor (Ohm-mm² / m)
($\rho_{Cu} = 0.018$ (Ohm-mm² / m))
- l : Longitud de conductor (m)
- A : Sección de conductor (mm²)

Realizando el reemplazo de la ecuación 4.4 en la ecuación 4.3 y sustituyendo la resistividad específica entre la sección del conductor por una resistividad eléctrica ρ' estando la resistencia eléctrica expresada en ohm/km, obtendremos la ecuación simplificada de la caída de tensión.

$$V_p = \frac{2 \times \rho' \times l \times I}{1000} \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Para realizar nuestros cálculos, será necesario especificar la demanda de corriente de los instrumentos:

- Instrumentos análogos: 4-20 mA @ 24VDC.
- Switches de Nivel: 0.1A @ 120VAC.

Observamos según la información de la tabla 4.1, podríamos usar hasta conductores de 18 AWG, teniendo en cuenta adicionalmente que no hay factores de corrección, sin embargo será necesario realizar el cálculo de caída tensión para ver cuál es la sección más óptima.

Analizaremos primero el caso más crítico que sería el switch de nivel a 0.1A @120 VAC ubicado a una distancia referencial de 1000 mts. Para ello usaremos una

tabla de fabricante que nos brindará la resistencia eléctrica del cable de cobre expresada en ohm/km (ver tabla 4.4)

Características eléctricas

Descripción	Unidad	20AWG / 0,52 mm ²		18AWG / 0,82 mm ²		16AWG / 1,31 mm ²		14AWG / 2,08 mm ²		12AWG / 3,31 mm ²	
		S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado
Resistencia eléctrica a 20°C en C.C.	Ohm/km	35,78	35,78	22,78	22,78	14,25	14,25	8,94	8,94	5,63	5,63
Capacidad mutua entre conductores	pF/m	86	160	80	136	101	186	112	210	125	235
Impedancia característica	Ohm	87	50	100	55	75	40	67	36	60	32
Inductancia mutua entre conductores	uH/km	636	636	689	689	578	578	544	544	515	515

pF/m = Capacidad mutua entre conductores en picoFaradio por metro
uH/km = Inductancia mutua entre conductores en microHenry por kilómetro

Tabla 4.4. Características eléctricas de conductores de cobre

Por recomendaciones de la norma NEC-2008 para voltajes mayores a 110VAC no se debe usar conductores menores a 12 AWG. Por lo que usaremos la mínima sección recomendada para el cálculo.

Reemplazando todos los valores en la ecuación 4.5 obtendremos una caída de tensión de 1.126 voltios, valor que se encuentra muy por debajo de los 5% de tolerancia para la caída de tensión por lo cual confirmamos el uso de esta sección.

Para las señales análogas la corriente está en orden de los mA por lo que no habría restricción para el dimensionamiento de la sección; por este motivo usaremos una sección de 16 AWG que se recomienda para instalaciones de poca corriente.

4.2 Elaboración de lista de cables

Parte importante para la construcción y supervisión del proyecto es tener una lista de cables tagueados correctamente. Esto permitirá al supervisor revisar el adecuado conexionado en campo y poder seguir paso a paso la elaboración del proyecto de forma ordenada.

Para el *tageo* de los cables en campo, se usaron las siguientes denominaciones:

- A: Cable de Instrumentación – señal analógica.
- C: Cable de Control – señal discreta
- P: Cable de alimentación
- V: Cable vendor

Adicionalmente se realizaron las consultas con el cliente para tomar como nombre del tag el instrumento o equipo desde el cual se originaba la señal, obteniéndose finalmente la lista de cables (Ver tablas 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8).

CIRCUITO		CABLE		RUTA DEL CIRCUITO	
TAG	Nº DE HILOS	SECCIÓN AWG	DESDE	HASTA	
PIT1720031A	1P+SH	16	Trasmisor Indicador de Presión PIT-1720031	Gabinete de PLC NSJ1	

Tabla 4.5. Lista de cables de la poza NSJ1

CIRCUITO		CABLE		RUTA DEL CIRCUITO	
TAG	N° DE HILOS	SECCIÓN AWG	DESDE	HASTA	
LE1720031V	-	-	Sensor de Nivel LE-1720031	Trasmisor Indicador de Nivel LIT-1720031	
LIT1720031A	1P+SH	16	Trasmisor Indicador de Nivel LIT-1720031	Caja de Paso 1760-JB-20031	
LIT1720031P	3	12	Trasmisor Indicador de Nivel LIT-1720031	Caja de Paso 1760-JB-20031	
FE1720031V	-	-	Sensor de Flujo FE-1720031	Trasmisor Indicador de Flujo FIT-1720031	
FIT1720031A	1P+SH	16	Trasmisor Indicador de Flujo FIT-1720031	Caja de Paso 1760-JB-20031	
FIT1720031P	3	12	Trasmisor Indicador de Flujo FIT-1720031	Caja de Paso 1760-JB-20031	
PIT1720032A	1P+SH	16	Trasmisor Indicador de Presión PIT-1720032	Caja de Paso 1760-JB-20031	
1760JB20031A	4P+SH	16	Caja de Paso 1760-JB-20031	Gabinete de PLC NSJ1	
1760JB20031P	3	12	Caja de Paso 1760-JB-20031	Gabinete de PLC NSJ1	

Tabla 4.6. Lista de cables de la poza pre-tratamiento

CIRCUITO		CABLE		RUTA DEL CIRCUITO	
TAG	Nº DE HILOS	SECCIÓN AWG	DESDE	HASTA	
LS1720032C	9	12	Interruptor de Nivel LS1720032	Caja de Paso 1760-JB-20032	
1760JB20032C	9	12	Caja de Paso 1760-JB-20032	Gabinete de PLC NSJ1	
1760JB20032P	3	12	Caja de Paso 1760-JB-20032	Gabinete de PLC NSJ1	

Tabla 4.7. Lista de cables de la poza sub-drenaje

CIRCUITO		CABLE		RUTA DEL CIRCUITO	
TAG	Nº DE HILOS	SECCIÓN AWG	DESDE	HASTA	
FE1720041V	-	-	Sensor de Flujo FE-1720041	Transmisor Indicador de Flujo FIT-1720041	
FIT1720041A	1P+SH	16	Transmisor Indicador de Flujo FIT-1720041	Gabinete de PLC Laguna San José	
FIT1720041P	3	12	Transmisor Indicador de Flujo FIT-1720041	Gabinete de PLC Laguna San José	

Tabla 4.8. Lista de cables de la laguna San José

4.3 Disposición de instrumentos

Con la lista de cables terminada procederemos a realizar los planos de disposición de instrumentos. Estos planos serán de gran ayuda al constructor, permitiendo dar una idea real de cómo será el proyecto en campo.

A continuación, se usará una vista de planta de la ubicación del proyecto (ver figura 4.1.).

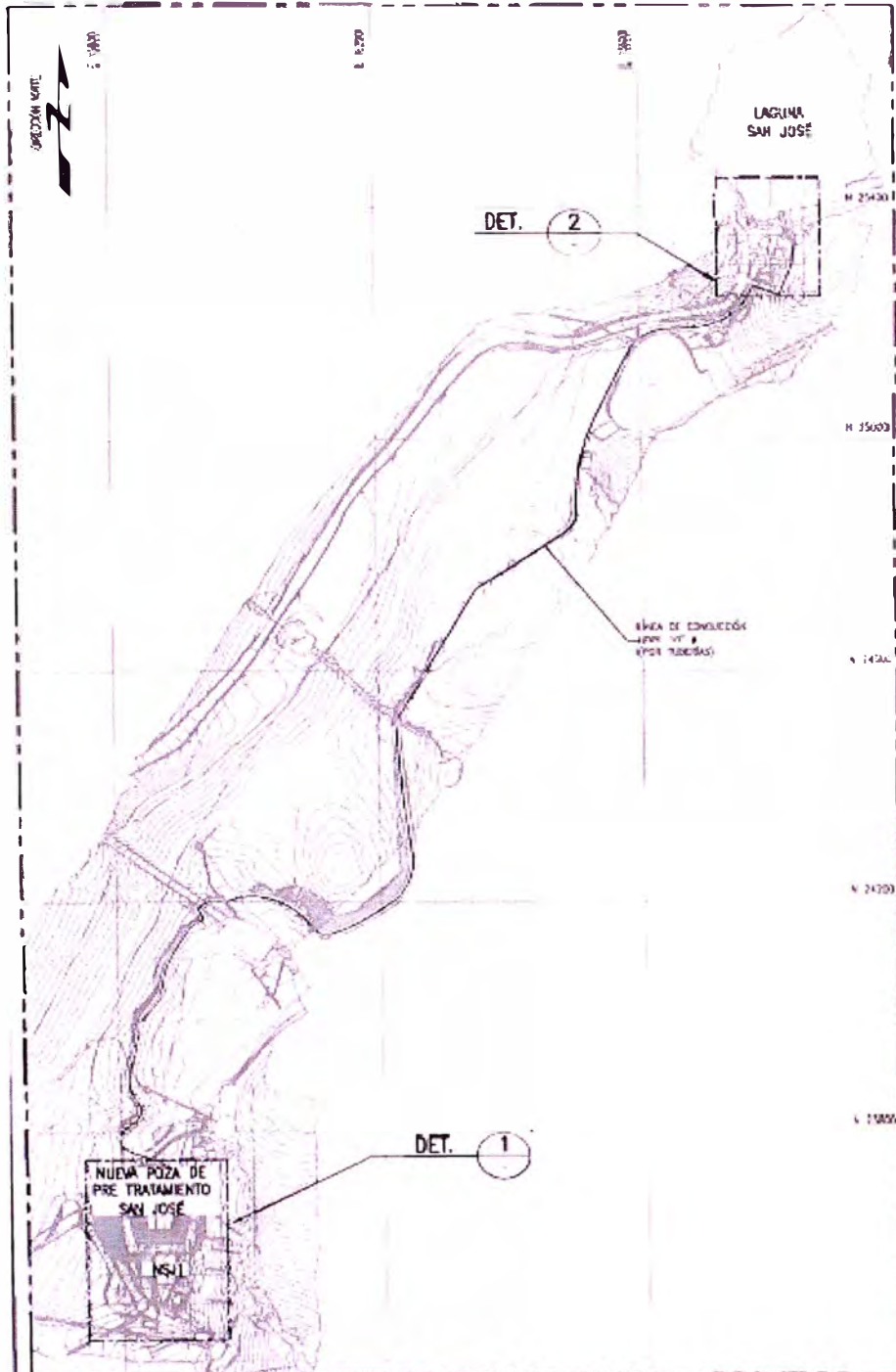


Figura 4.1. Vista de planta de la ubicación de las pozas

Se observó que las ubicaciones de las pozas NSJ1, pre-tratamiento y sub-drenaje se encuentran muy distanciados respecto a la laguna San José. Por esta razón dividiremos el plano de disposición en dos áreas.

La primera área muestra la poza de pre-tratamiento, la poza sub-drenaje y la poza NSJ1 (ver figura 4.2.)

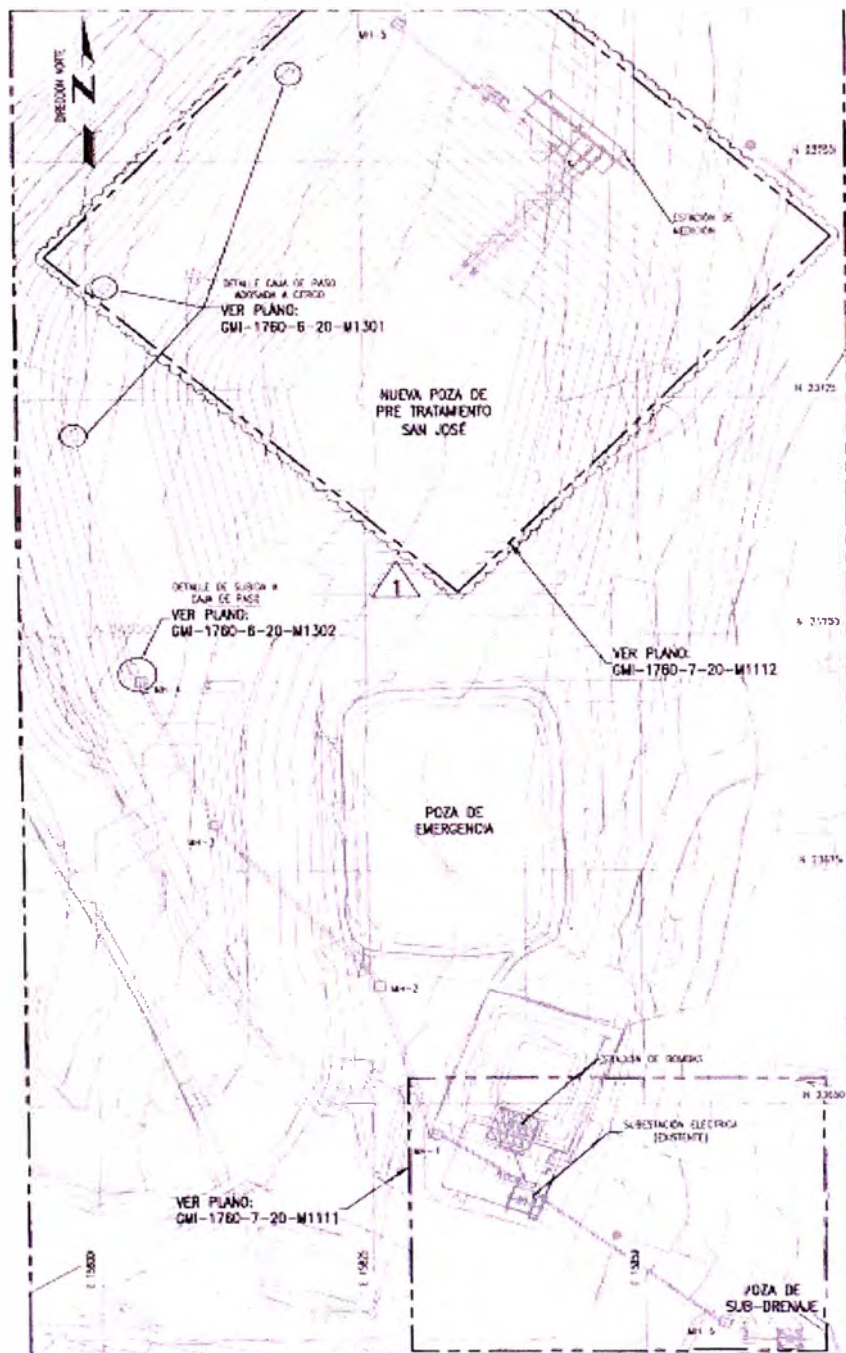


Figura 4.2. Vista de planta de las pozas cercanas a NSJ1

La segunda área muestra la poza de pre-tratamiento, la poza sub-drenaje y la poza NSJ1 (ver figura 4.3.)

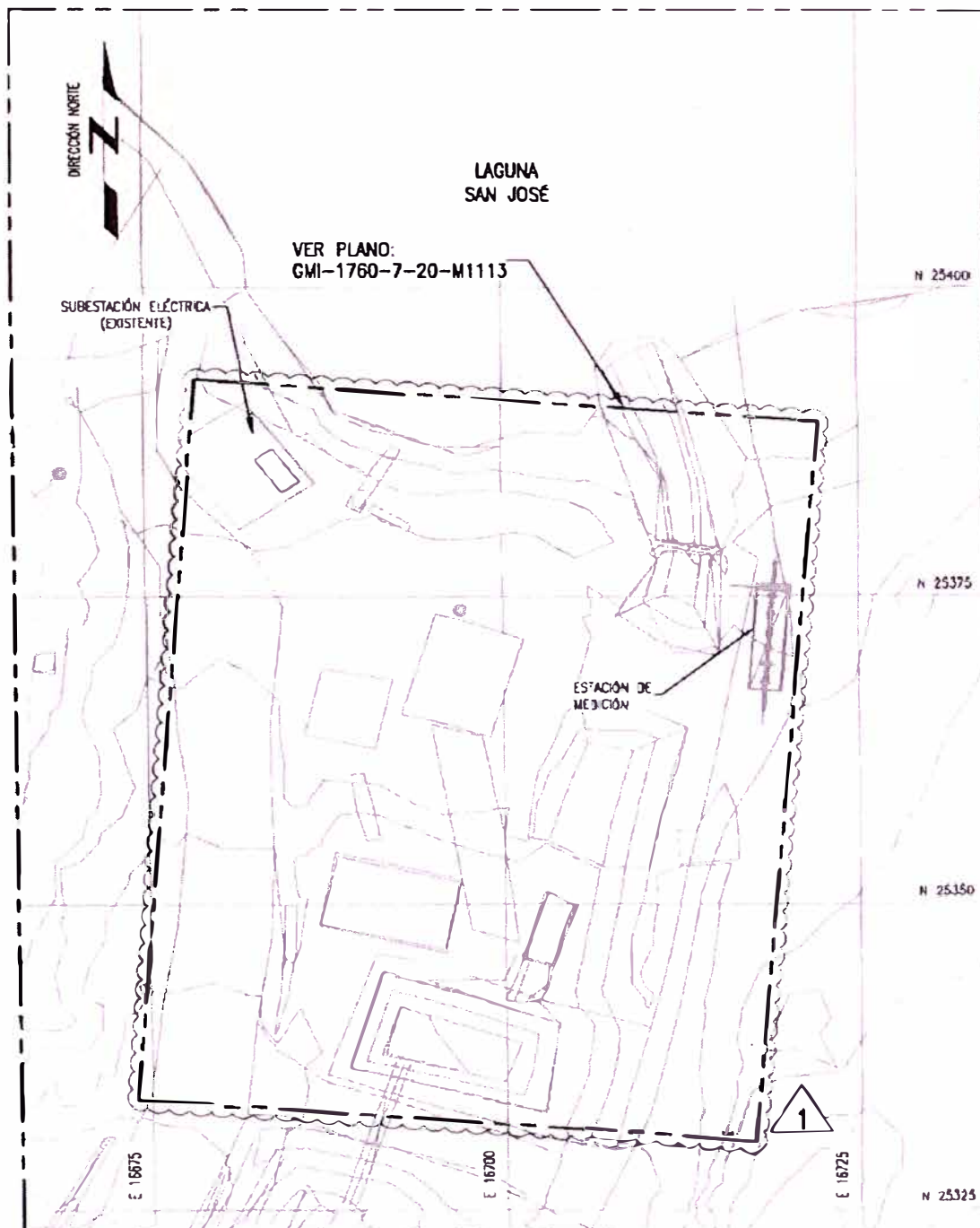


Figura 4.3. Vista de planta de la laguna San José

Una vez identificados en los planos las dimensiones de campo, se procedió a ubicar los instrumentos ya seleccionados, así como el cableado entre instrumentos y equipos.

Empezando por llevar las señales del switch de nivel de la poza sub-drenaje LS-1720032 a la Junction Box 1760-JB-20032 (ver figura 4.4.).

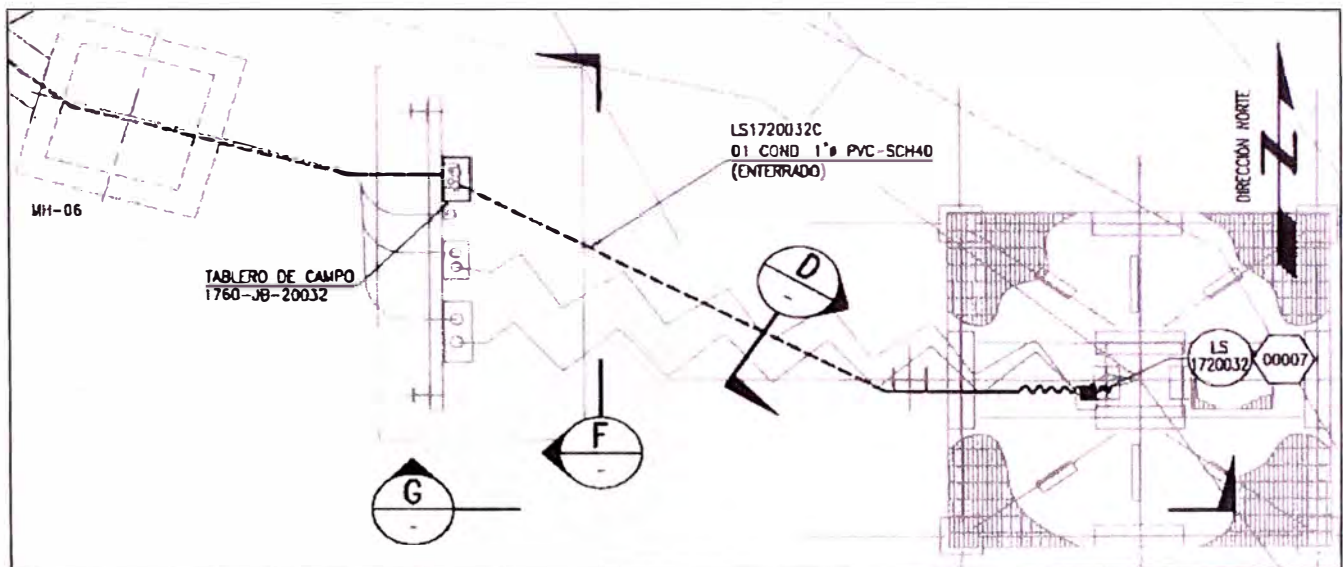


Figura 4.4. Disposición de instrumentos de la poza sub-drenaje

Realizando vistas de corte se puede observar el detalle de la instalación, ruteo y acometida de los cables (ver figuras 4.5. y 4.6.).

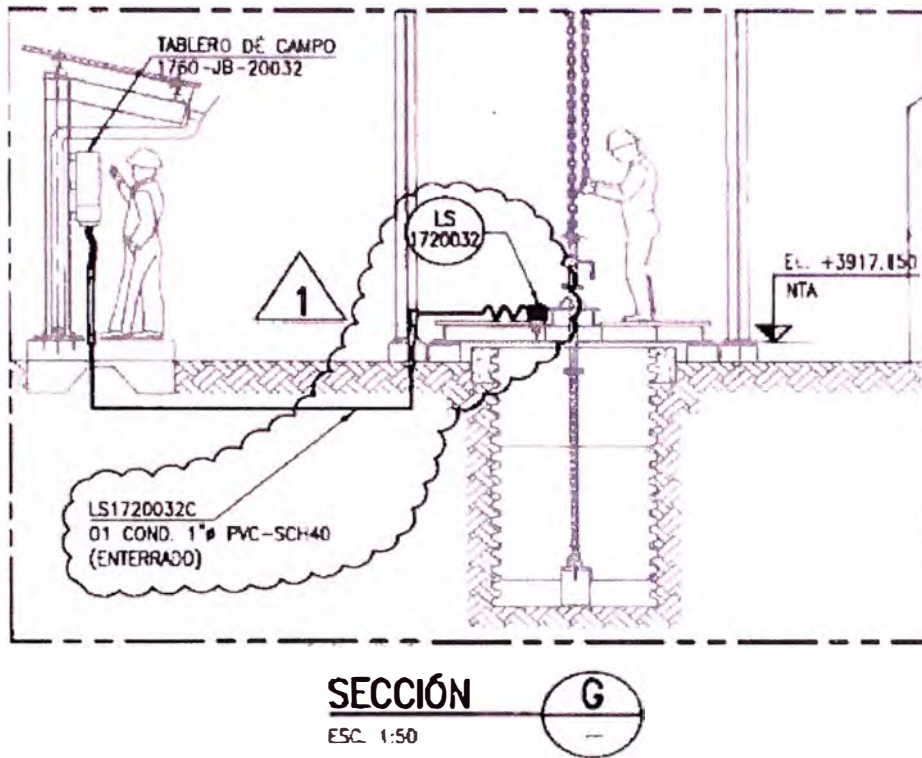


Figura 4.5. Detalle de instalación del switch de nivel LS-1720032

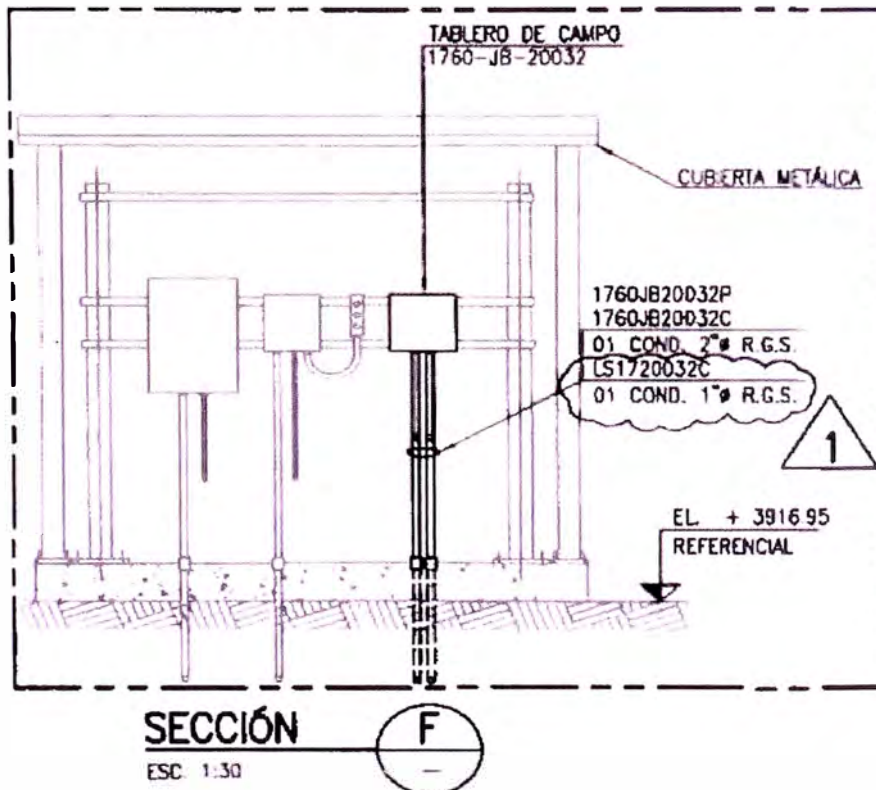


Figura 4.6. Detalle de acometida hacia la Junction Box 1760-JB-20032

Una vez que se llevó la señal del switch de nivel hacia la Junction Box, esta se llevó a través de un multiconductor hacia el PLC ubicado cerca de la poza NSJ1 (ver figura 4.7.). Al mismo tiempo se aprovechó el mismo ruteo para traer la alimentación del instrumento a la Junction Box.

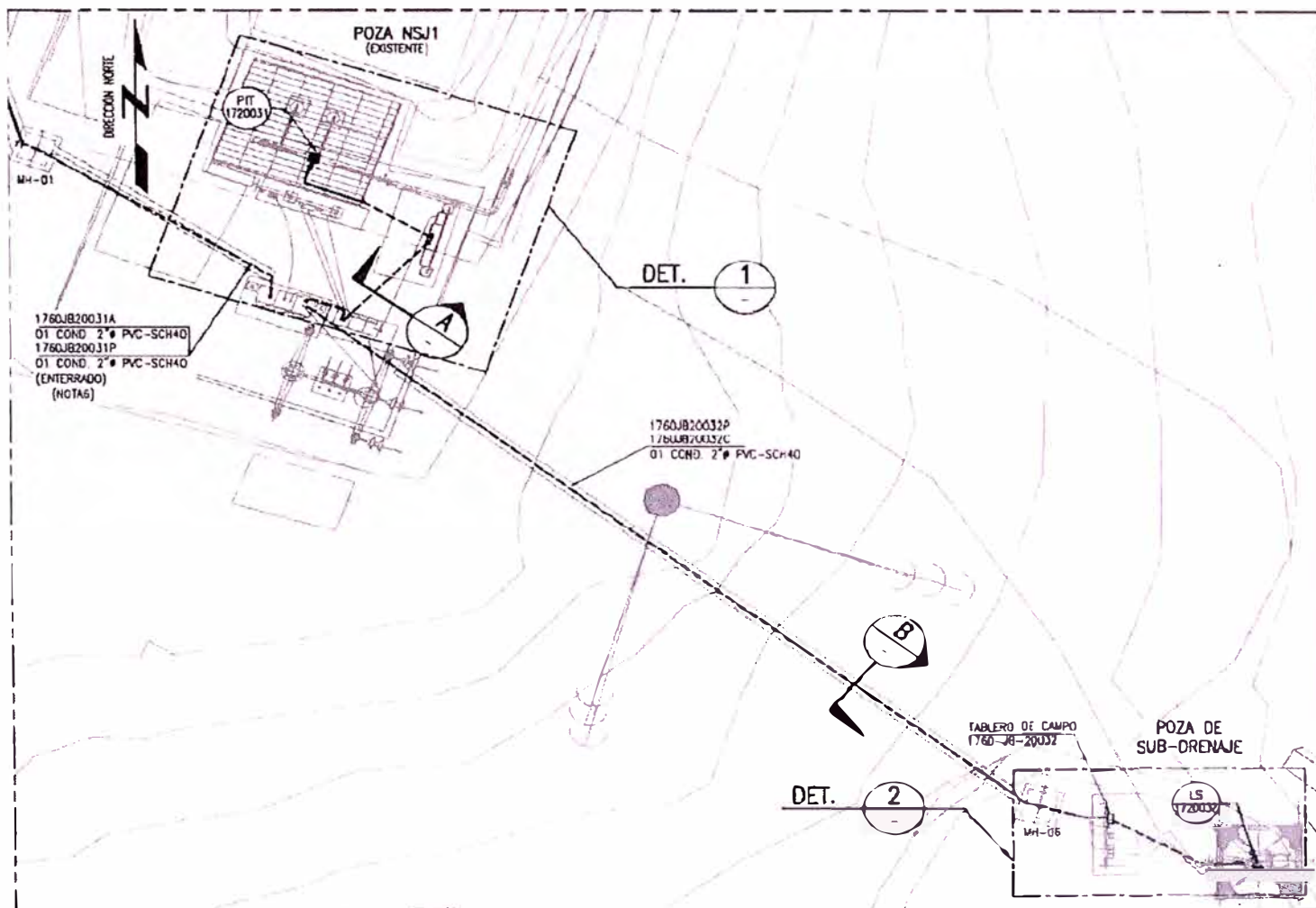


Figura 4.7. Ruteo de cable de la poza sub-drenaje hacia la poza NSJ1

De la misma forma se realizó la ubicación y canalización de los instrumentos de la poza NSJ1 hacia su tablero PLC (ver figura 4.8.).

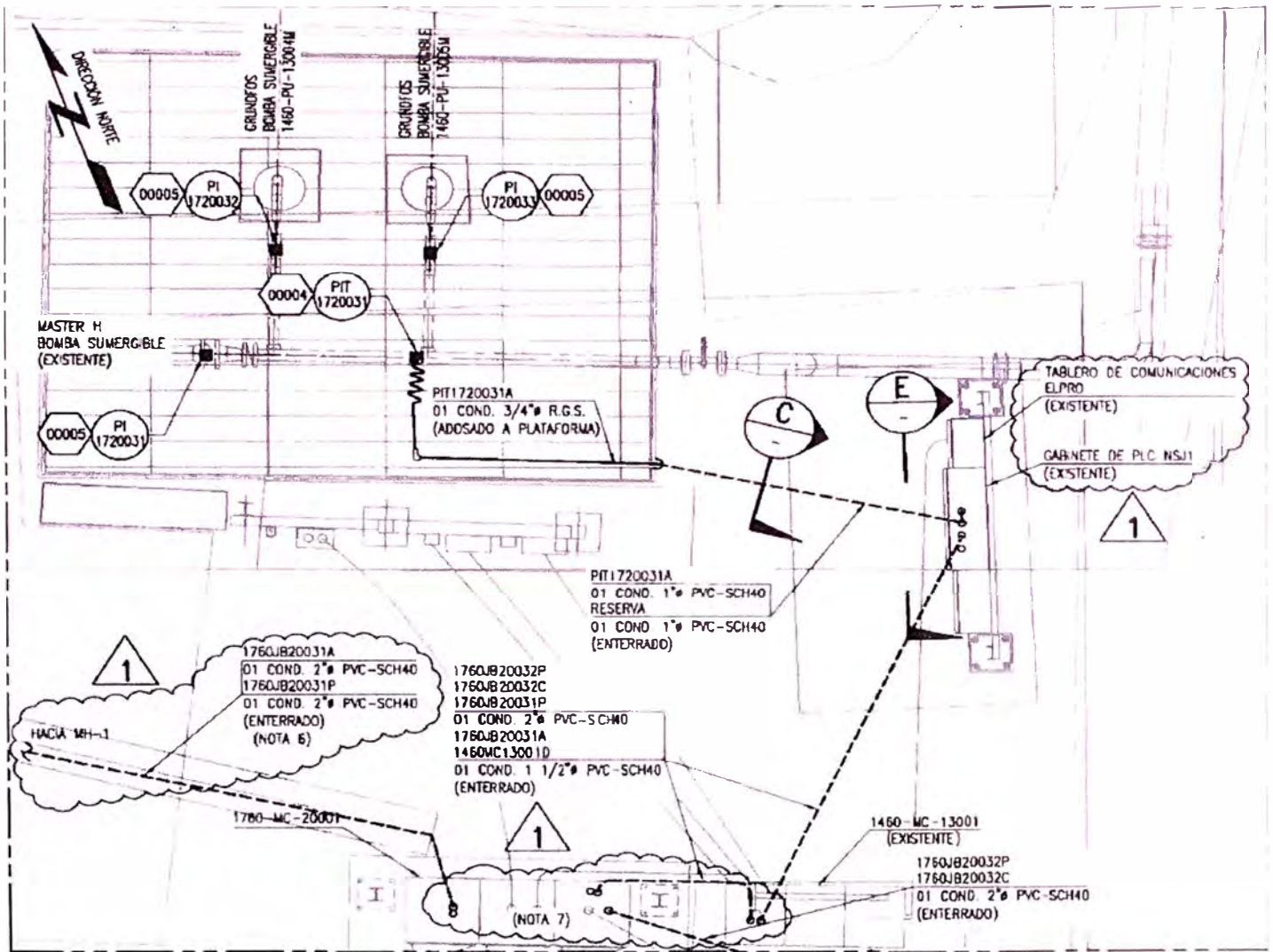


Figura 4.8. Ruteo de cable de la poza NSJ1 hacia su PLC

Realizando una vista de corte se puede observar la acometida hacia el tablero de PLC de NSJ1 (ver figura 4.9).

Realizando una vista de corte se puede observar la acometida hacia la Junction Box 1760-JB-20031 (ver figura 4.11).

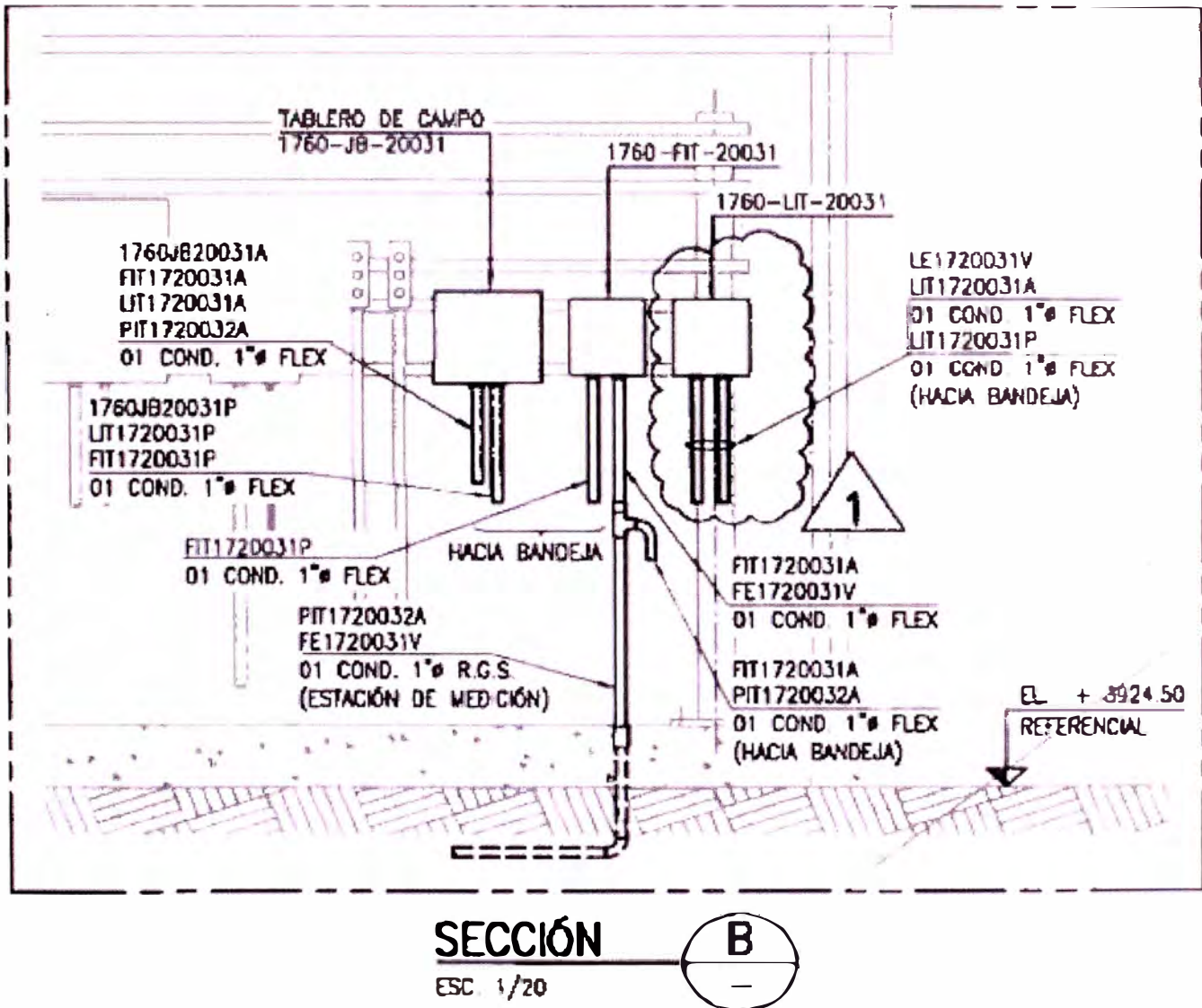


Figura 4.11. Detalle de acometida hacia la Junction Box 1760-JB-20031

Una vez llevadas las señales y la alimentación hacia la Junction Box 1760-JB-20031, estas serán reenviadas a través de un multiconductor y un multipar hacia el PLC ubicado cerca de la poza NSJ1 (ver figura 4.12).

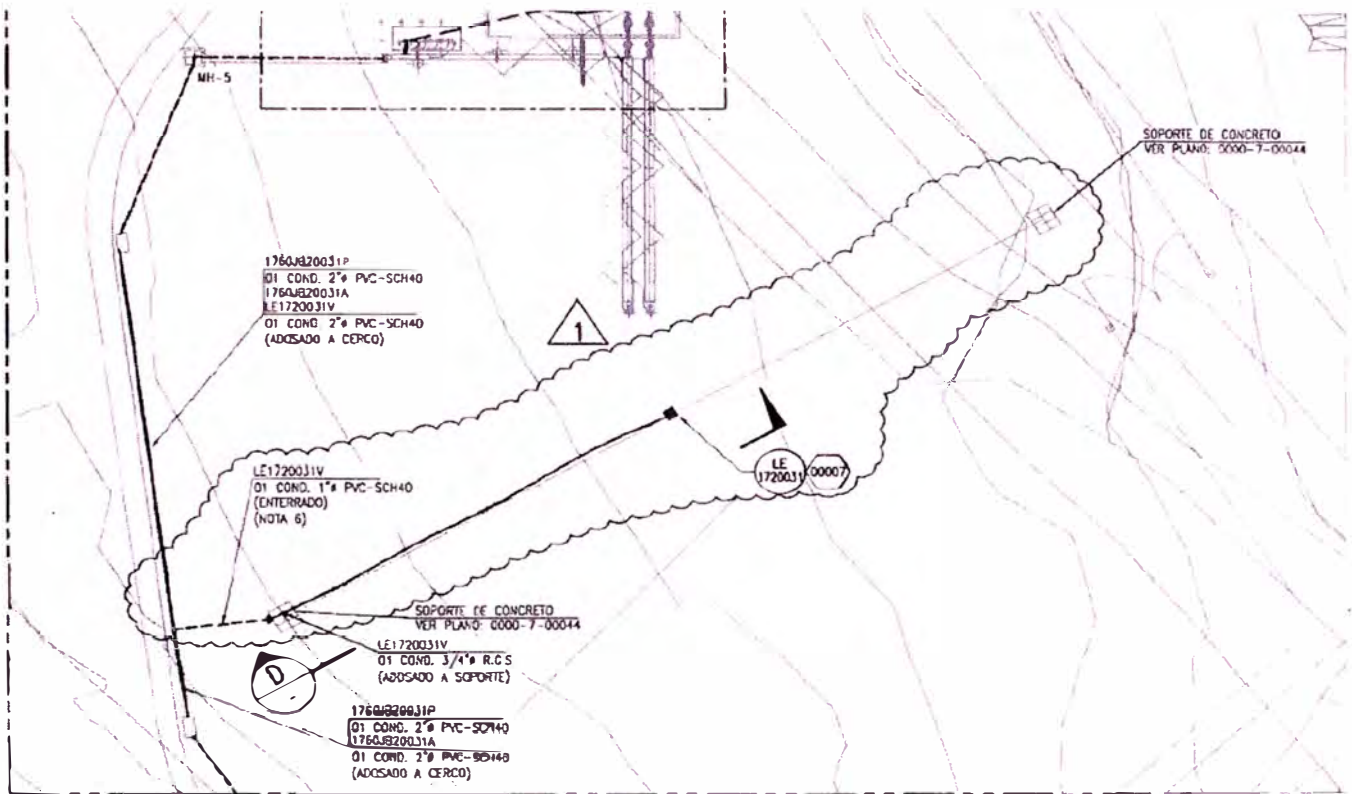


Figura 4.12. Ruteo de cable de la poza pre-tratamiento hacia la poza NSJ1

Ya planteado y distribuido el sistema de conexionado en esta primera zona, se procedió a realizar lo mismo para la zona de la laguna San José.

Debido a que la distancia entre el sensor de flujo y el tablero de PLC de la laguna San José es muy corta, no se contará con una Junction Box para concentrar señales y esta será enviada directamente hacia el PLC (ver figuras 4.13 y 4.14).

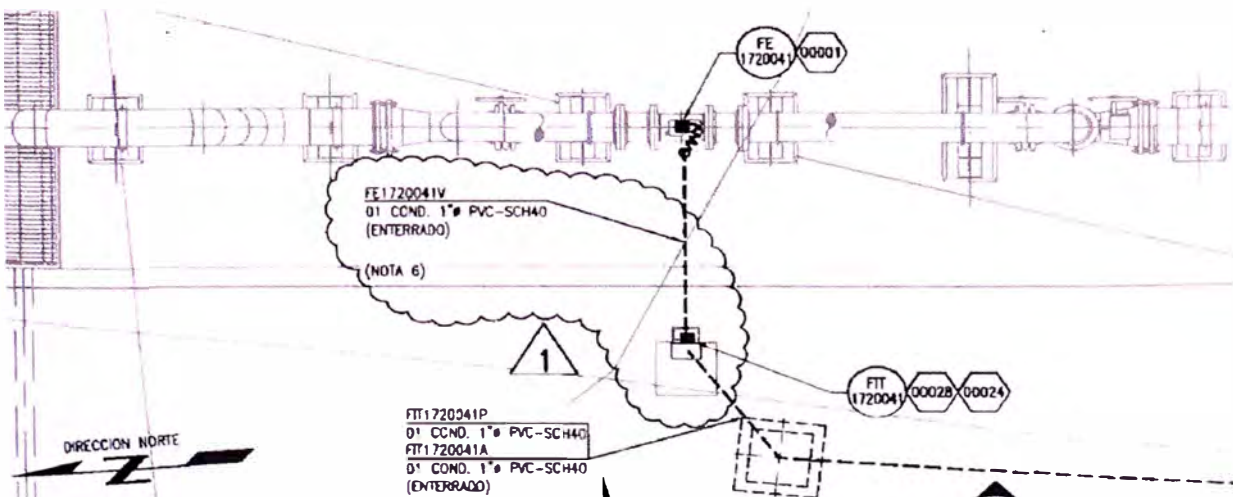


Figura 4.13. Ruteo de cable del flujómetro hacia el transmisor FIT1720041

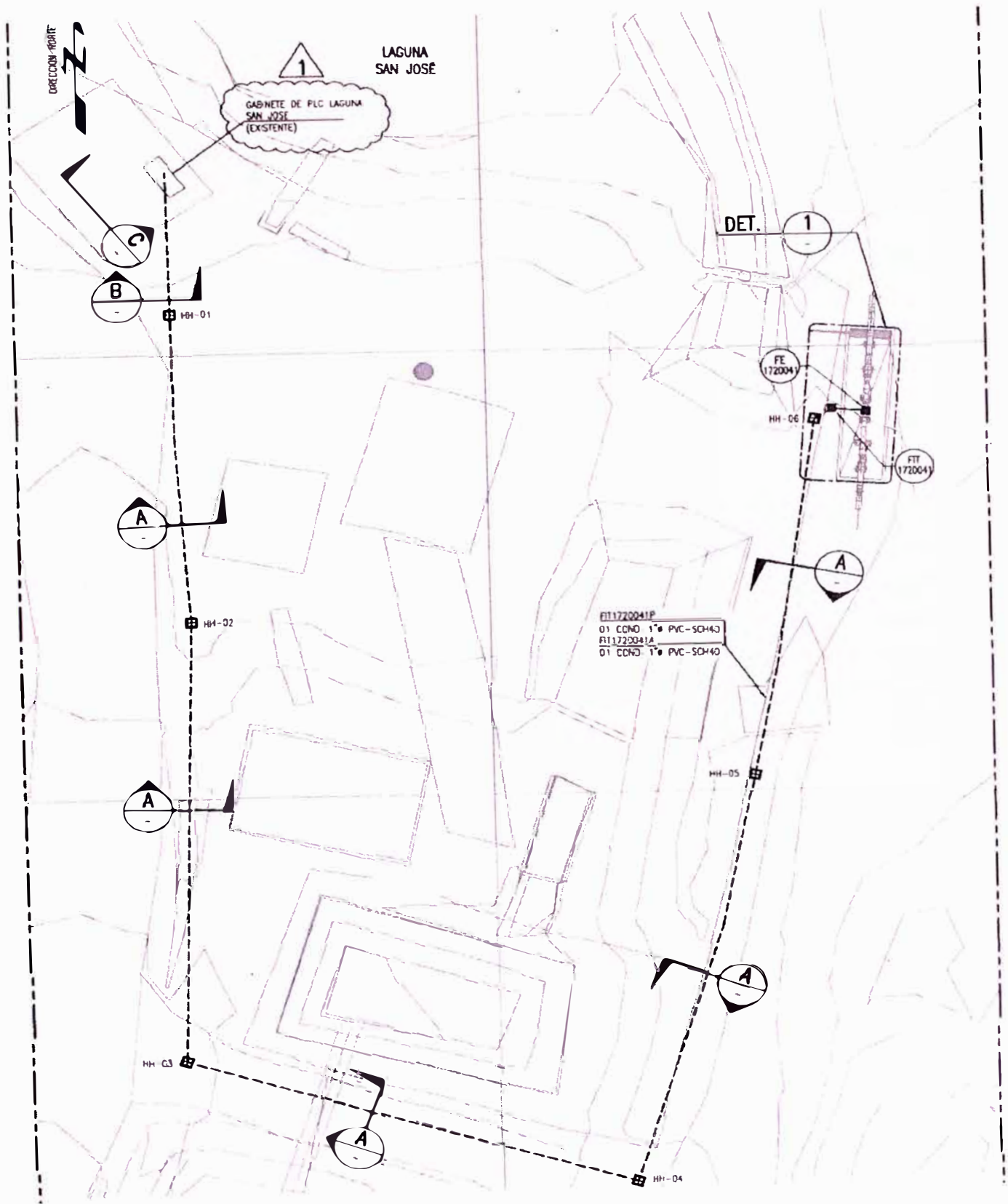


Figura 4.14. Ruteo de cable del transmisor FIT1720041 hacia el tablero de PLC

Finalmente, realizando una vista de corte podremos observar la acometida hacia el tablero de PLC de la laguna San José (ver figura 4.15.).

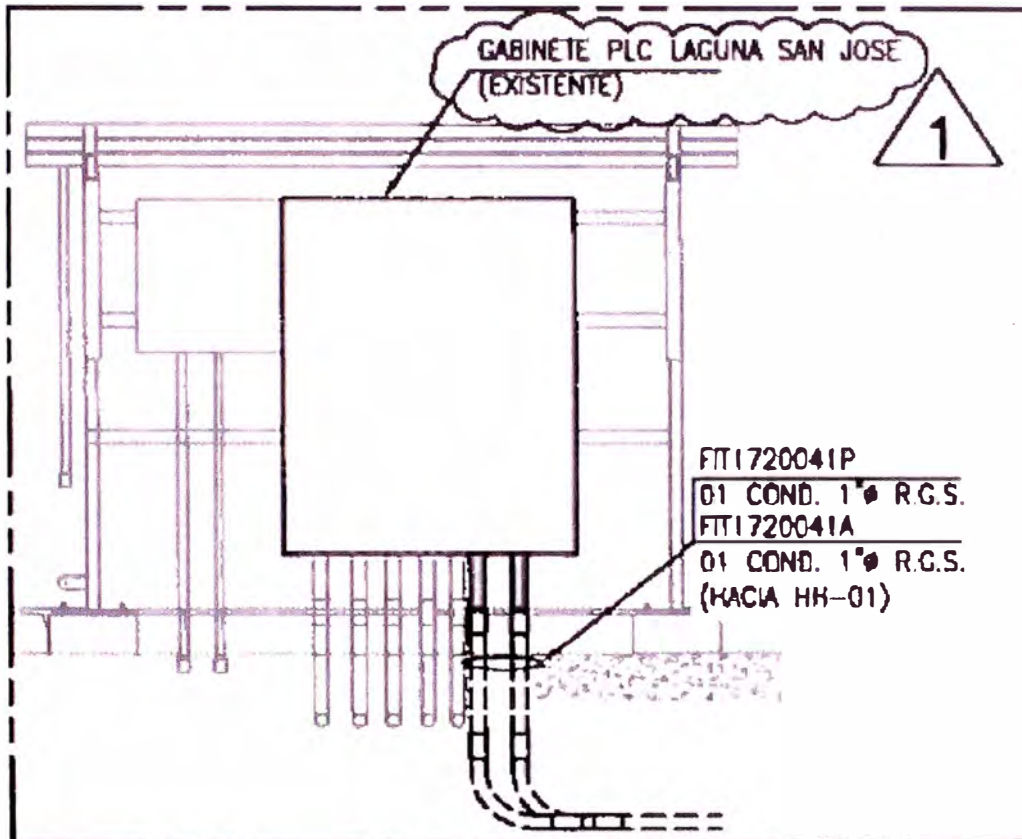


Figura 4.15. Detalle de acometida hacia el gabinete de PLC de la Laguna San José

4.4 Elaboración de diagrama de conexionado

El diagrama de conexión es el documento que nos permite supervisar el desarrollo del conexión en campo para evitar confusiones al momento de conectar a las borneras de las Junction Box y los gabinetes de PLC.

Debido a que los gabinetes de PLC son existentes no se realizará diagramas de conexión para estos, sin embargo, si contarán con diagrama de lazos.

Finalmente el diagrama de conexión de la Junction Box 1760-JB-20031 será como se muestra en la figura 4.16.

1760-JB-20031

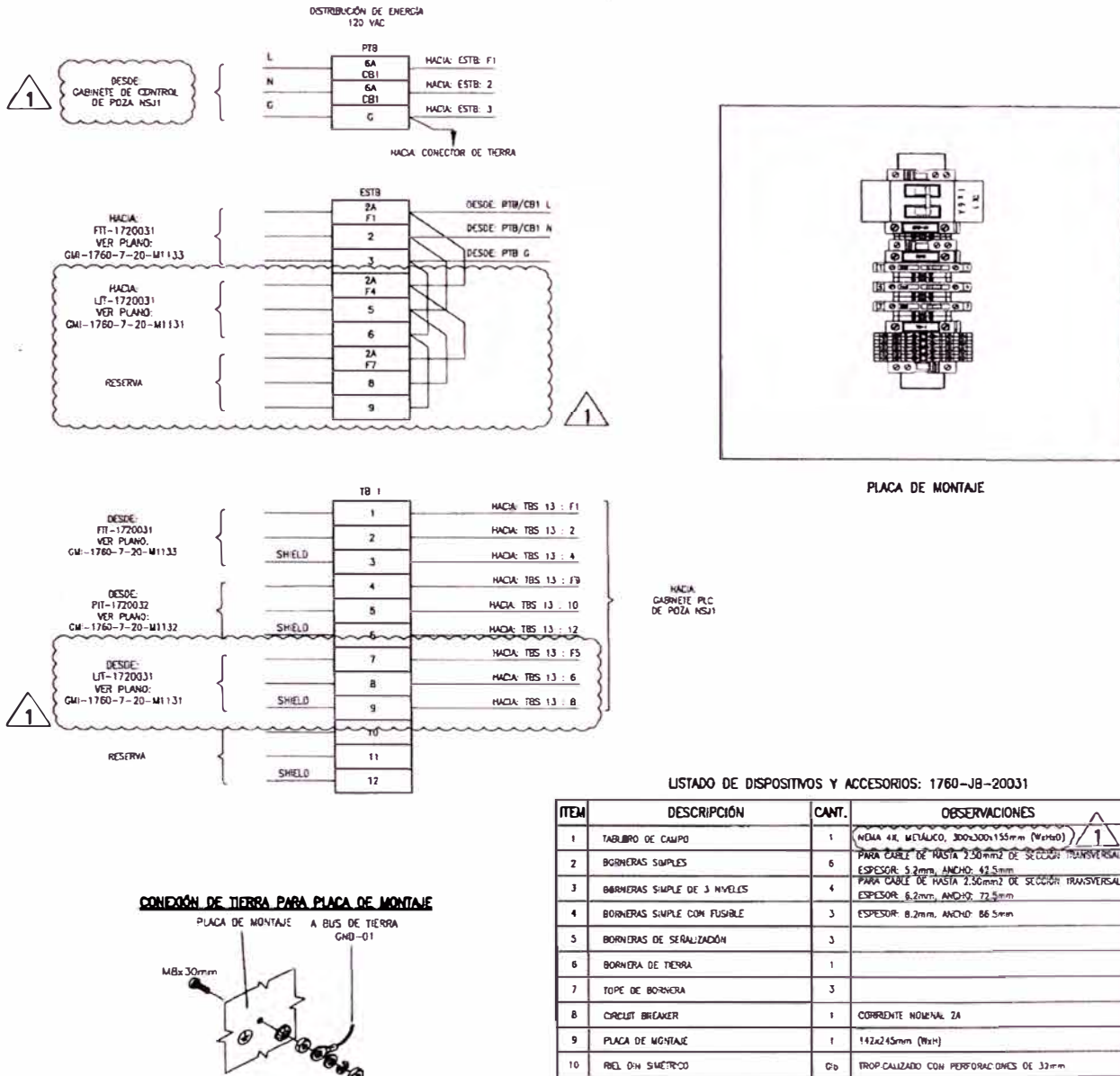
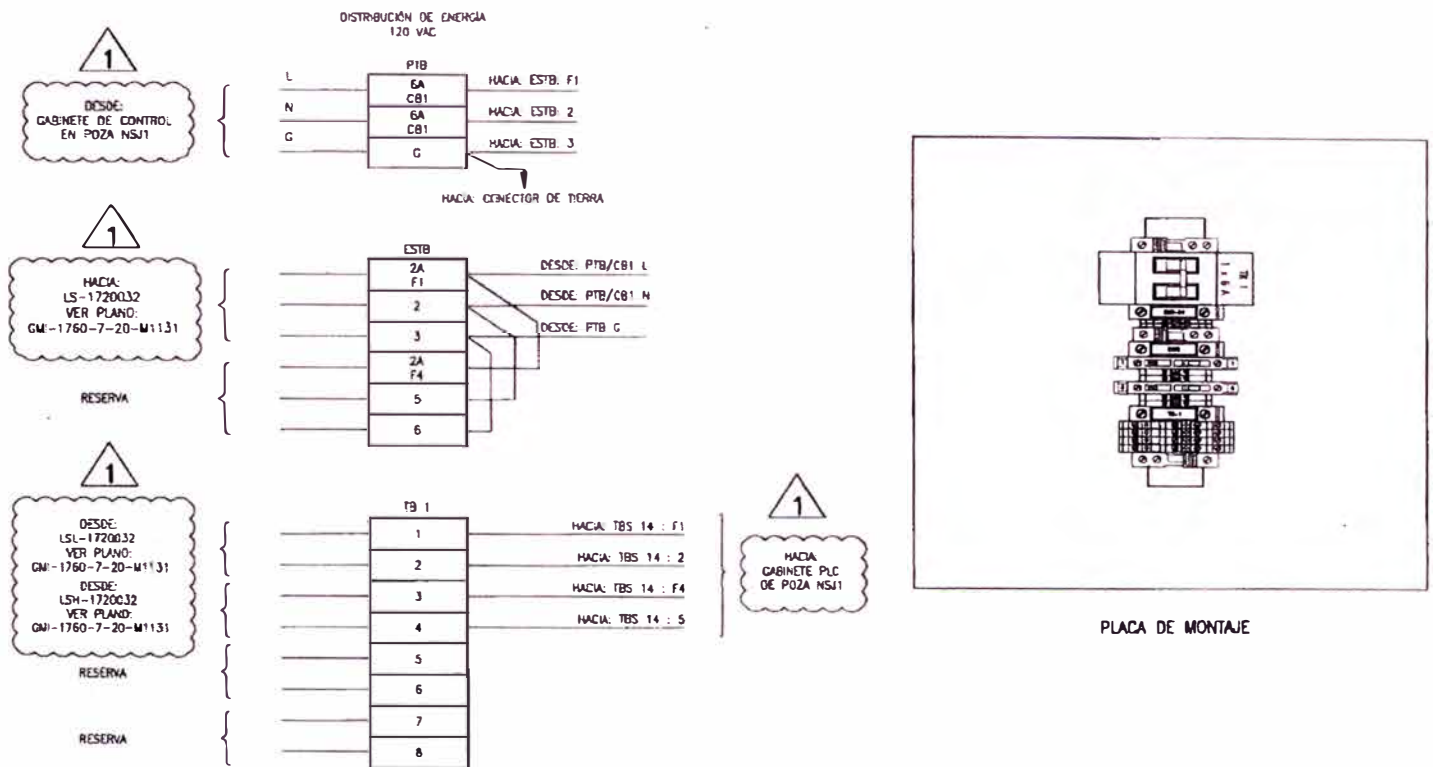


Figura 4.16. Diagrama de conexionado de la Junction Box 1760-JB-20031

De igual manera se elaboró el diagrama de conexionado de la Junction Box 1760-JB-20032 tal como se muestra en la Figura 4.17.

1760-JB-20032



LISTADO DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS: 1760-JB-20032

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	OBSERVACIONES
1	TABLERO DE CAMPO	1	NEMA 4X, METÁLICO, 300x300x155mm (WxD)
2	BORNERAS SIMPLES	4	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 5.2mm, ANCHO: 42.5mm
3	BORNERAS SIMPLE DE 2 NAVELES	4	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 9.2mm, ANCHO: 67mm
4	BORNERAS SIMPLE CON FUSIBLE	2	ESPESOR: 8.2mm, ANCHO: 88.5mm
5	BORNERAS DE SEÑALIZACIÓN	3	
6	BORNERA DE TIERRA	1	
7	TOPE DE BORNERA	3	
8	CIRCUIT BREAKER	1	CORRIENTE NOMINAL 2A
9	PLACA DE MONTAJE	1	142x245mm (WxH)
10	RIEL DIN SIMÉTRICO	G/b	TROPICALIZADO CON PERFORACIONES DE 32mm

CONEXIÓN DE TIERRA PARA PLACA DE MONTAJE

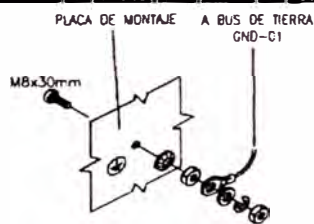


Figura 4.17. Diagrama de conexionado de la Junction Box 1760-JB-20032

Estos diagramas de conexionados deben encontrarse físicamente en papel dentro de cada Junction Box para la verificación del conexionado de cualquier operador o supervisor.

Como mención adicional cabe recalcar que el suministro de las líneas de alimentación de los instrumentos y equipos será realizado por la disciplina eléctrica.

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DE LOS PLANOS DE LAZO DE CONTROL

5.1 Lógica de control

Ya definidos los instrumentos, equipos y el conexionado, lo último que queda por definir es la lógica de control, conocida también en la industria como la filosofía de control. Esta permitirá a los programadores conocer los eventos relacionados a cada instrumento y las acciones que se plantean en cada caso, todo con la finalidad de que puedan realizar la adecuada programación en cada uno de los PLCs de campo.

5.1.1 Descripción operacional del proceso

5.1.1.1 General

El proceso consiste en la impulsión de agua no tratada almacenada en la poza NSJ1, mediante bombas existentes, hasta un “manifold” instalado en las proximidades de la poza de pre-tratamiento San José. El “manifold” de la poza de pre-tratamiento San José recibirá agua no tratada de la poza impulsada por bombas existentes. A partir de este “manifold” se extiende una línea de conducción que transportará el agua no tratada hasta la laguna San José.

5.1.1.2 Pozas de pre-tratamiento, sub-drenaje y NSJ1

En la poza NSJ1 se emplearán la bomba Master H y las bombas Grundfos existentes para impulsar mediante una línea de 6” de diámetro el agua no tratada de la poza hasta un nuevo “manifold” ubicado en la poza de pre-tratamiento San José.

En la poza de pre-tratamiento San José se emplearán las bombas Master H existentes para impulsar el agua no tratada de la poza hasta el nuevo “manifold”, y desde este punto se empleará una línea de 10” de diámetro para conducir el agua no tratada hasta la laguna San José. La poza de pre-tratamiento San José contará con una poza de sub-drenes, la cual tiene una bomba sumergible que impulsará los drenajes de vuelta a la poza de pre-tratamiento.

En la poza NSJ1 se instalará un transmisor de presión PIT-1720031 a la descarga de las bombas existentes. El transmisor de presión generará la indicación del valor y mediante programación en el controlador de procesos la alarma de baja presión. Esta instrumentación permitirá la protección de las bombas existentes durante su operación.

En la poza de pre-tratamiento San José se instalará un sensor de nivel ultrasónico con transmisor remoto LE/LIT 1720031, un transmisor de presión PIT-1720032 y un sensor de flujo con transmisor remoto FE/FIT-1720031 aguas abajo del manifold. El transmisor de nivel, presión y flujo generarán la indicación del valor y mediante programación en el controlador de procesos las alarmas de bajo, bajo-bajo, alto y alto-alto. Esta instrumentación permitirá

el control de nivel de la poza pre-tratamiento y la protección de las bombas existentes durante su operación.

En la poza de sub-drenes se contará con un interruptor de nivel LS-1720032 que generará las alarmas de nivel alto y bajo para el control de la bomba de sub-drenes.

5.1.1.3 Laguna San José

Como alcance del presente proyecto la línea de impulsión proveniente de las pozas NSJ1 y Pre-Tratamiento San José descargará en la Laguna San José.

Se instalará un flujómetro con transmisor remoto FE/FIT-1720041 en la descarga hacia la laguna San José. El transmisor de flujo generará la indicación del valor y mediante programación en el controlador de procesos las alarmas de bajo y alto. Esta instrumentación ayudada del transmisor de flujo FE/FIT-1720031 permitirá la detección de fugas en el trayecto de la línea desde la poza pre-tratamiento hasta la laguna San José.

5.1.2 Descripción funcional

5.1.2.1 Lazo de control de nivel en poza de pre-tratamiento

El control de nivel de la poza de pre-tratamiento se realizará mediante la medición de nivel con el sensor/transmisor LE/LIT-1720031 y la actuación sobre las bombas Master H existentes.

Las alarmas L, LL, H y HH se generarán mediante programación en el controlador de proceso.

La lógica de control será la siguiente:

Si la alarma LALL-1720031 se activa las bombas Master H se apagarán, se considerará el 10% de la escala de medición para la alarma.

Si la alarma LAHH-1720031 se activa y la alarma de nivel alto de la Laguna San José no se encuentra activa (permisivo) las bombas Master H se encenderán, se considerará el 90% de la escala de medición para la alarma.

Las alarmas LAL-1720031 y LAH-1720031 se clasificarán como indicativas, y se considerará el 30% y 70% del rango medición respectivamente.

5.1.2.2 Lazo de control de presión en la descarga de la poza NSJ1

El control de presión en la descarga de la poza NSJ1 se realizará mediante la medición de presión con el transmisor PIT-1720031 y la actuación sobre las bombas existentes Master H y Grundfos.

La lógica de control será la siguiente:

Si la alarma PAL-1720031 se activa las bombas Master H y Grundfos se apagarán, se considerará el 70% de la escala de medición respectivamente.

5.1.2.3 Lazo de control de presión en la poza pre-tratamiento

El control de presión en la descarga de la poza de pre-tratamiento se realizará mediante la medición de presión con los transmisores PIT-1720031 y PIT-1720032 y la actuación sobre las bombas existentes Master H.

La lógica de control será la siguiente:

Si la diferencia de presiones entre los transmisores PIT-1720031 y PIT-1720032 es menor al 60% de la presión de descarga de las bombas Master H, en operación normal, las bombas se apagarán.

5.1.2.4 Lazo de control de nivel en la poza sub-drenaje

El control de nivel de la poza de sub-drenes se realizará mediante la medición de nivel con el interruptor LS-1720032 y la actuación sobre la bomba 1760-PU-20141.

La lógica de control es la siguiente:

Si la alarma LAH-1720032 se activa, se encenderá la bomba 1760-PU-20141, se considerará el 90% del rango de la escala de medición para la alarma.

Si la alarma LAL-1720032 se activa, se apagará la bomba 1760-PU-20141, se considerará el 10% de la escala de medición para la alarma.

5.1.2.5 Lazo de control de flujo en la línea desde la poza pre-tratamiento hasta la laguna San José

El control de flujo en la línea que va desde la poza pre-tratamiento hasta la laguna San José se realizará mediante dos flujómetros con transmisor remoto FE/FIT-1720031 y FE/FIT-1720032, en la descarga de la poza de pre-tratamiento San José y en la Laguna San José; y la actuación sobre las bombas de las pozas NSJ1 y Pre-Tratamiento San José.

La lógica de control será:

Si la diferencia de flujos de FIT-1720031 y FIT-1720032 es mayor al 5% del flujo nominal de la línea, las bombas de las pozas NSJ1 y Pre-Tratamiento San José se apagarán.

Si las alarmas FAL-1720031 o FAL-1720032 se activan las bombas de las pozas NSJ1 y pre-tratamiento San José se apagarán, se considera un 70% de la escala de medición para la alarma.

5.1.2.6 Lazo de control de nivel en la laguna San José

La siguiente condición de control se agregará a la programación ya existente.

Si la alarma de nivel alto-alto (existente) de la laguna San José se activa, se deberán apagar las bombas de la Poza NSJ1 y Pre-Tratamiento San José.

5.2 Máquina de estado

La máquina de estado es una forma resumida y de fácil entendimiento de la lógica de control que muchas veces es usada para tener un panorama global y rápido de lo que se busca programar en los equipos de control.

De acuerdo a todo lo comentado en la lógica de control, las máquinas de estado para el presente proyecto serán del tipo Mealy (ver figura 5.1). La alarma FDA1720031 equivale a la alarma generada cuando la diferencia de flujos de FIT-1720031 y FIT-1720032 es mayor al 5% del flujo nominal de la línea.

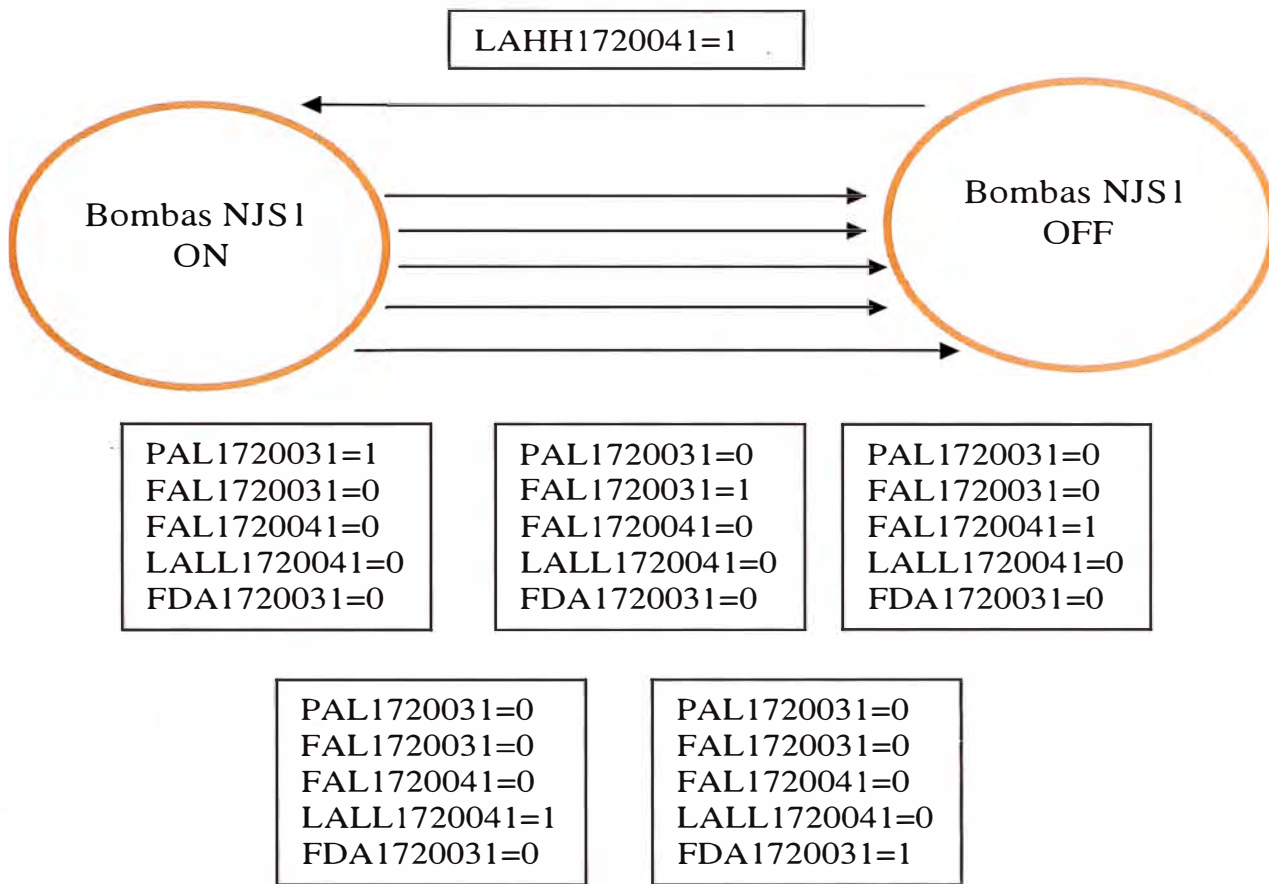


Figura 5.1. Máquina de estado de las bombas de la poza NSJ1

De igual forma se realizó el diagrama de la máquina de estado para las bombas de la poza de pre-tratamiento (ver figura 5.2). La alarma PDA1720031 equivale a la alarma generada cuando la diferencia de presiones entre los transmisores PIT-1720031 y PIT-1720032 es menor al 60% de la presión de descarga de las bombas Master H.

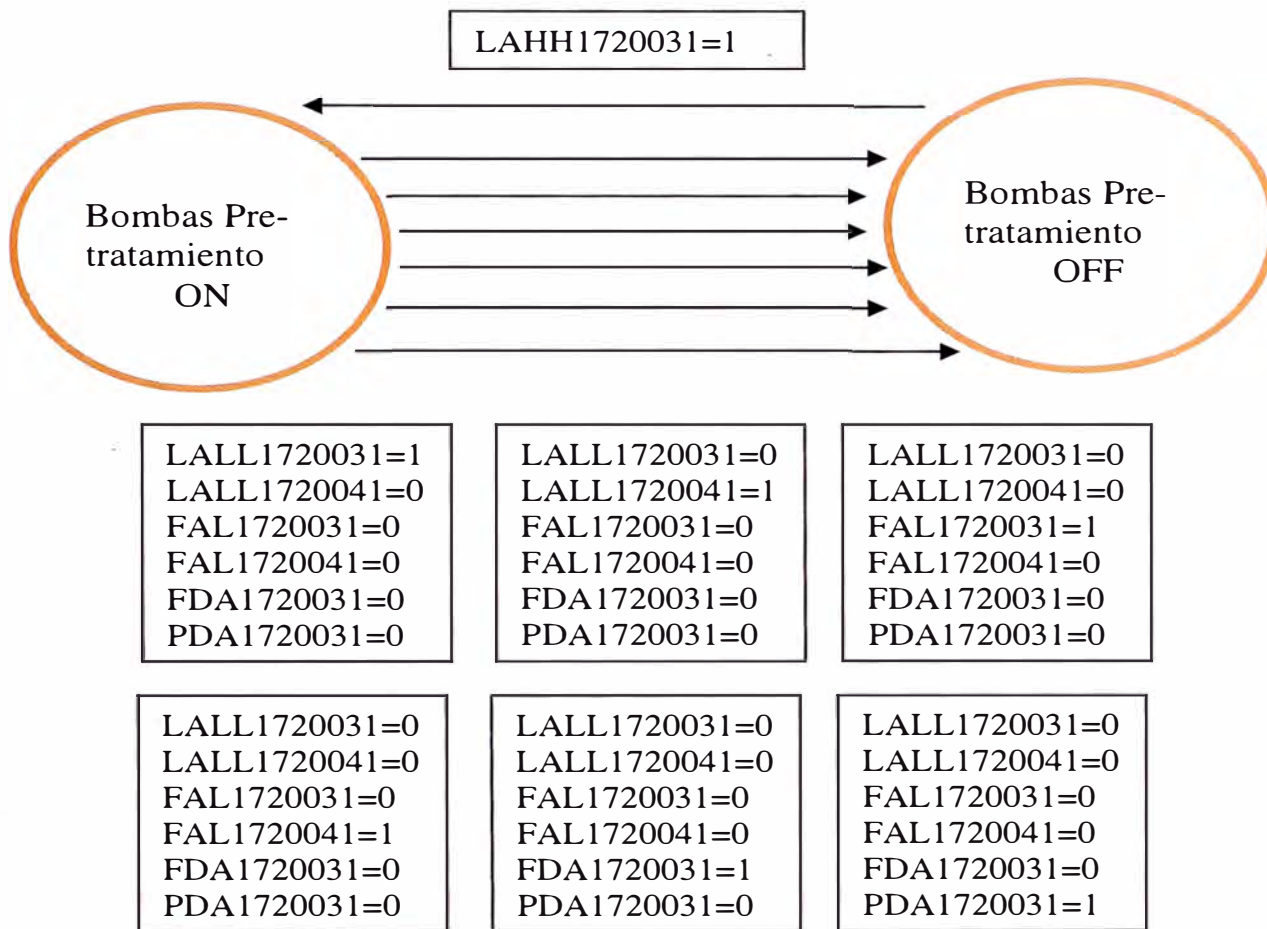


Figura 5.2. Máquina de estado de las bombas de la poza Pre-tratamiento

Para finalizar se realizó el diagrama de la máquina de estado de la bomba sub-drenaje (ver figura 5.3).

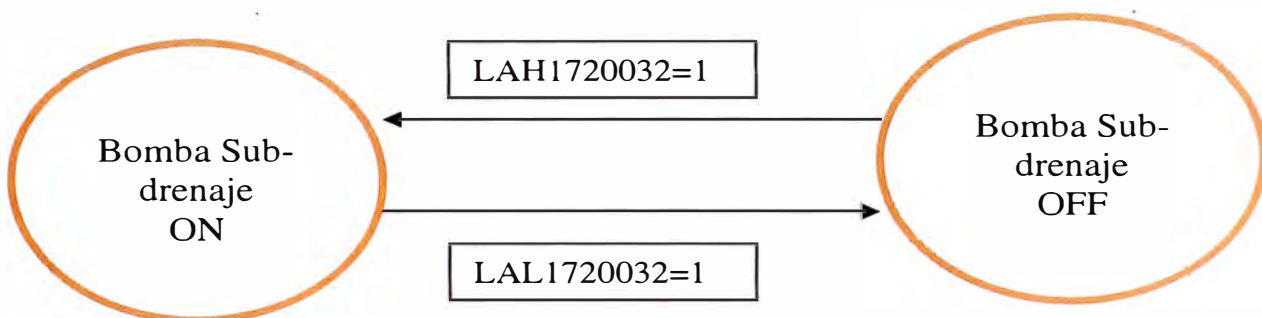


Figura 5.3. Máquina de estado de la bomba de la poza sub-drenaje

5.3 Diagramas de lazo de control

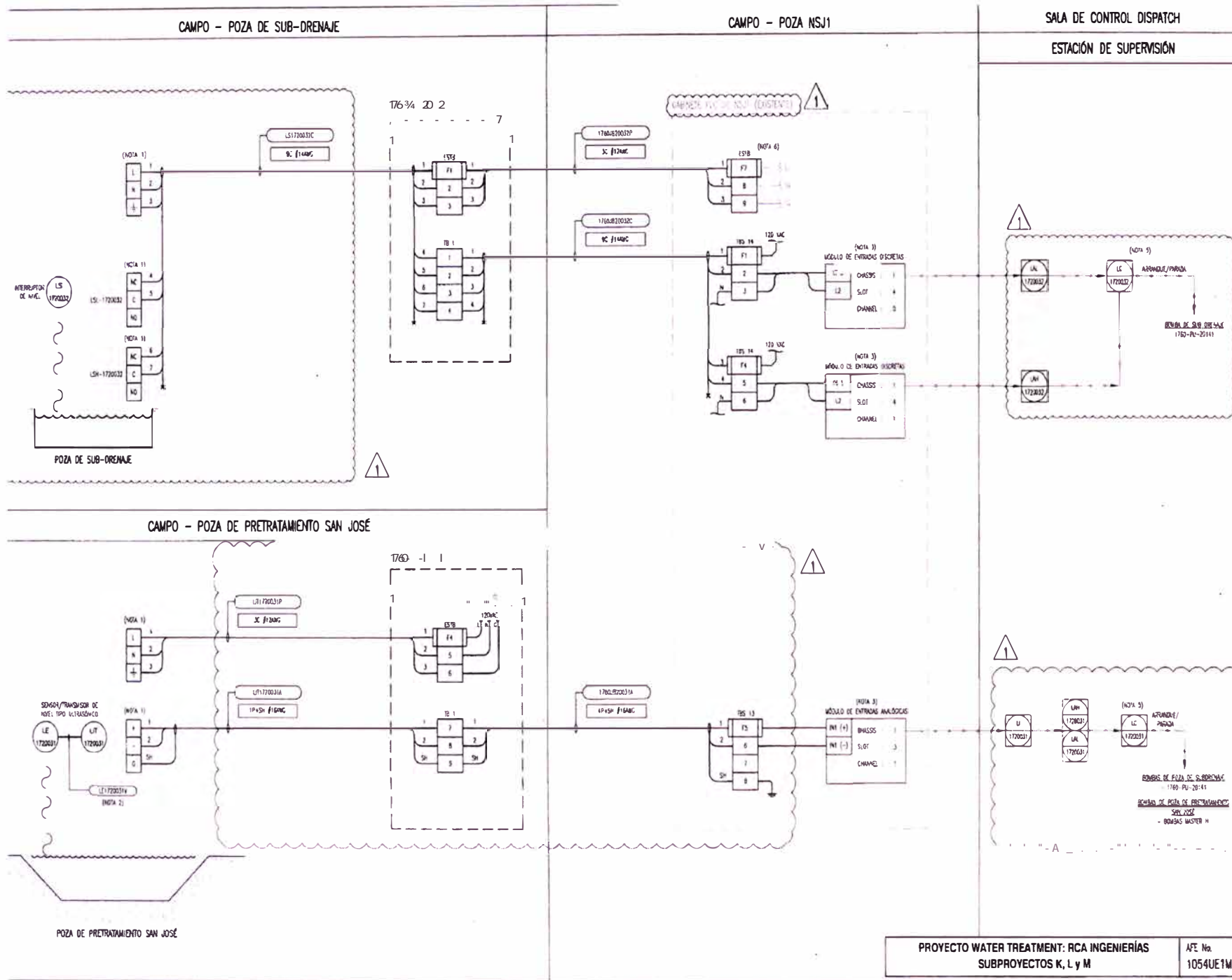
Finalmente y como parte complementaria de los diagramas de conexionado se encuentran los diagramas de lazo.

Estos diagramas ayudan a los programadores a direccionar las señales a un determinado PLC, módulo (slot) y entrada, asegurando la disponibilidad de puertos para las señales y agilizando la programación. Así mismo brindan ayuda al contratista encargado de realizar los conexionados, de la misma forma como se realizó en los diagramas de conexionado para las Junction Box.

El diagrama de lazo suelen tener tres campos; el campo, donde generalmente se ubican los instrumentos y las Junction Box; el campo de los gabinetes de control, donde llegan las señales de los instrumentos o los paquetes de cables que salen de las Junction Box; y el campo de la sala de control, donde se monitorean todas las señales y las alarmas en un panel supervisor o un sistema SCADA.

Para este proyecto se realizó la división de los planos de diagramas de lazo de acuerdo al principio de funcionamiento (nivel, presión y flujo) (ver figuras 5.4., 5.5. y 5.6.)

Figura 5.4. Diagrama de lazo de nivel



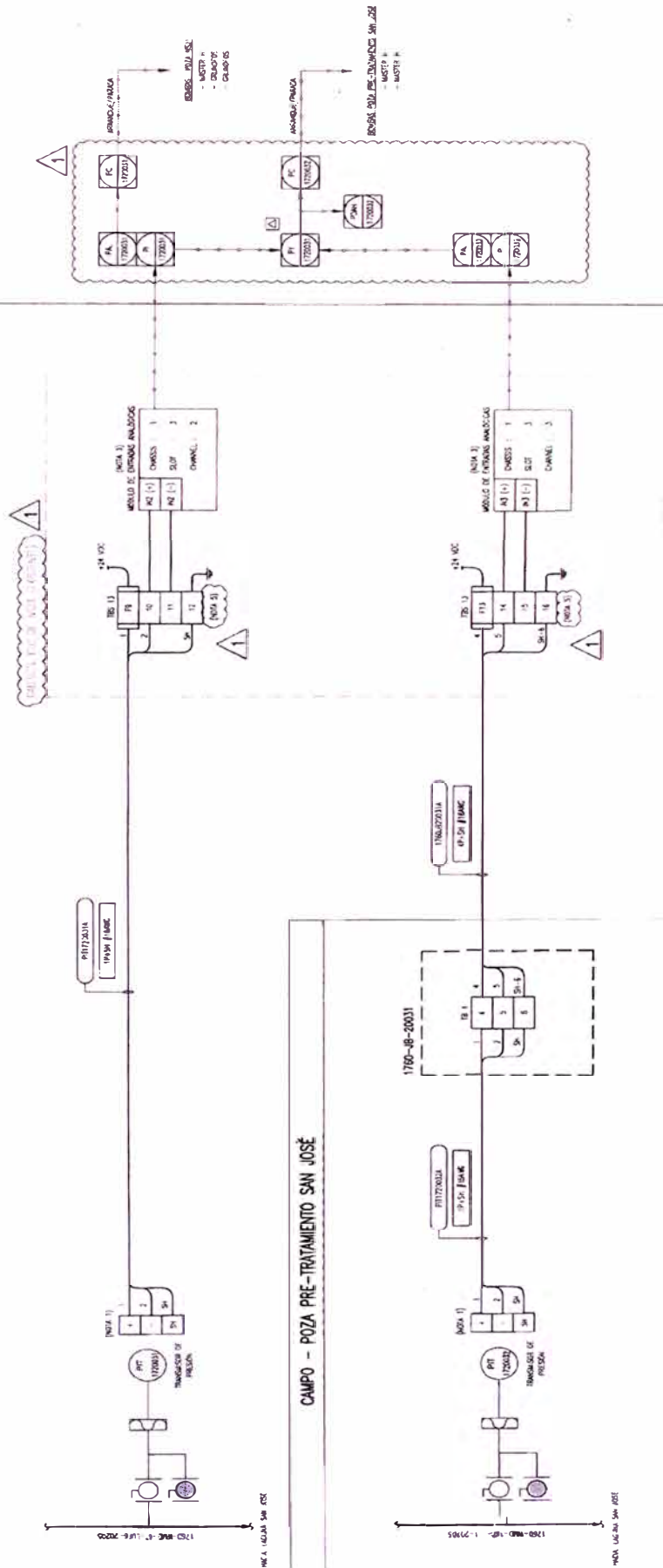


Figura 5.5. Diagrama de lazo de presión

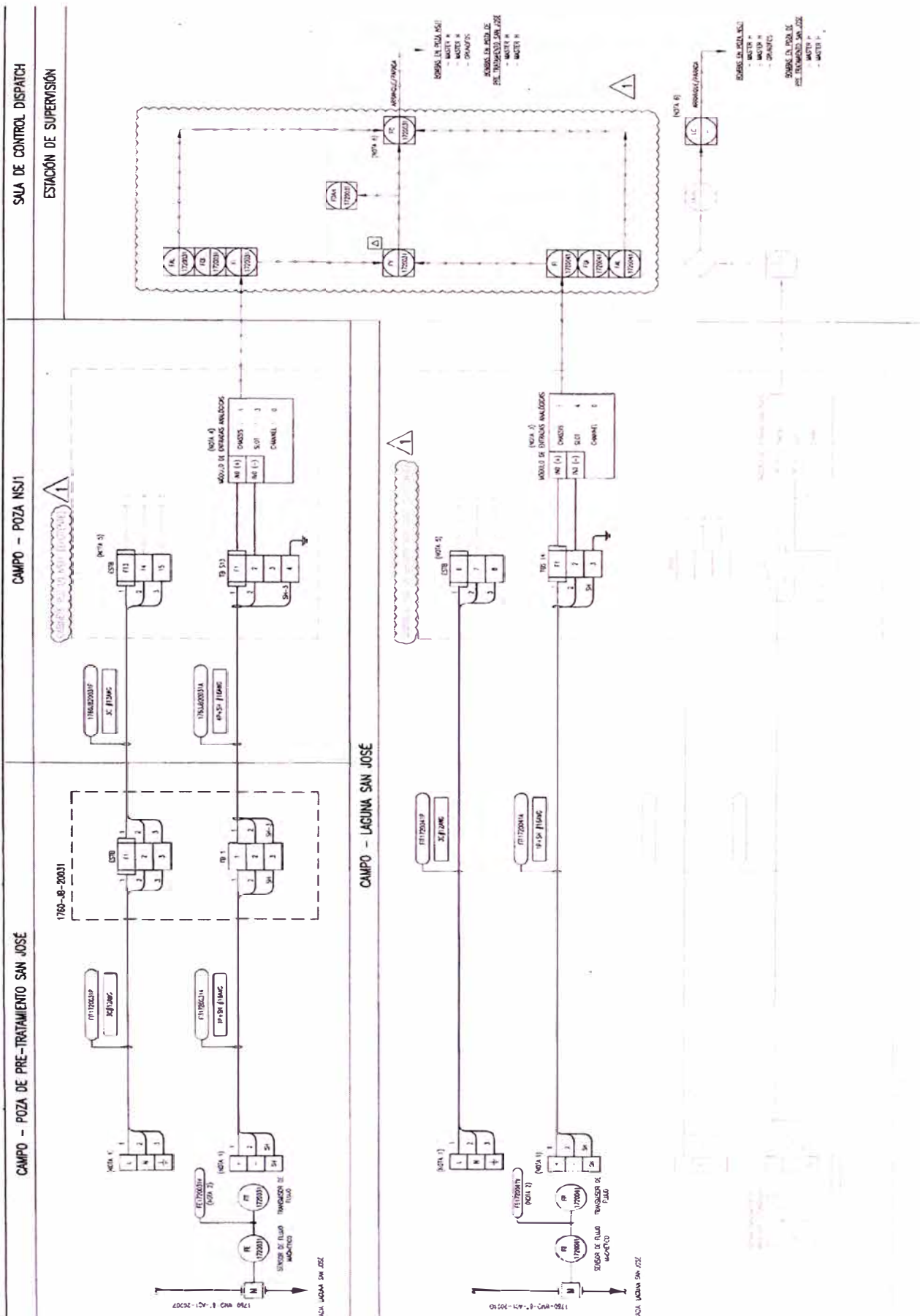


Figura 5.6. Diagrama de lazo de flujo

CAPÍTULO VI

COSTOS

6.1. Costo de materiales

A partir de la lista de instrumentos, la lista de equipos y la lista de cables se elaboró una lista con la relación de precios unitarios que permitió realizar un estimado del costo por materiales (ver tabla 6.1.). Cabe mencionar que se está considerando la tasa de cambio a 2.9 soles el dólar de acuerdo a la fecha en que se elaboró el proyecto.

	CANT.	UND.	P. Unitario(\$)	P. Unitario(S/.)	TOTAL (\$)	TOTAL(S/.)
Instrumentos					\$42,000.00	S/. 121,800.00
Flujómetro magnético de 8"	2	UND.	\$10,000.00	S/. 29,000.00	\$20,000.00	S/. 58,000.00
Sensor de Nivel	1	UND.	\$12,000.00	S/. 34,800.00	\$12,000.00	S/. 34,800.00
Switch de Nivel	1	UND.	\$5,000.00	S/. 14,500.00	\$5,000.00	S/. 14,500.00
Sensor de Presión	2	UND.	\$2,000.00	S/. 5,800.00	\$4,000.00	S/. 11,600.00
Manómetros	5	UND.	\$200.00	S/. 580.00	\$1,000.00	S/. 2,900.00
Equipos					\$5,500.00	S/. 15,950.00
Módulo de 4 entradas analógicas	2	UND.	\$800.00	S/. 2,320.00	\$1,600.00	S/. 4,640.00
Módulo de 8 entradas discretas	1	UND.	\$1,200.00	S/. 3,480.00	\$1,200.00	S/. 3,480.00
Junction Box 200x300x155 mm	2	UND.	\$1,000.00	S/. 2,900.00	\$2,000.00	S/. 5,800.00
Accesorios de Junction Box	2	GLB.	\$350.00	S/. 1,015.00	\$700.00	S/. 2,030.00
Cables					\$6,780.00	S/. 19,662.00
cable 1P+SH, 16 AWG	272	m.	\$5.20	S/. 15.08	\$1,414.40	S/. 4,101.76
cable 4P+SH, 16 AWG	226	m.	\$7.60	S/. 22.04	\$1,717.60	S/. 4,981.04
cable 3C, 12AWG	491	m.	\$6.00	S/. 17.40	\$2,946.00	S/. 8,543.40
cable 9C, 12AWG	78	m.	\$9.00	S/. 26.10	\$702.00	S/. 2,035.80
TOTAL					\$54,280.00	S/. 157,412.00

Tabla 6.1. Tabla de costo de materiales

6.2 Costo de instalación

De la misma forma se elaboró una lista considerando las partidas de instalación de los diferentes equipos e instrumentos incluyendo además la programación para los PLCs (Ver Tabla 6.2.).

	CANT.	UND.	P. Unitario(\$)	P. Unitario(S/.)	TOTAL (\$)	TOTAL(S/.)
Instrumentos					\$4,300.00	S/. 12,470.00
Instalación de Flujómetro magnético de 8"	2	UND.	\$1,000.00	S/. 2,900.00	\$2,000.00	S/. 5,800.00
Instalación de Sensor de Nivel	1	UND.	\$500.00	S/. 1,450.00	\$500.00	S/. 1,450.00
Instalación de Switch de Nivel	1	UND.	\$450.00	S/. 1,305.00	\$450.00	S/. 1,305.00
Instalación de Sensor de Presión	2	UND.	\$550.00	S/. 1,595.00	\$1,100.00	S/. 3,190.00
Instalación de Manómetros	5	UND.	\$50.00	S/. 145.00	\$250.00	S/. 725.00
Equipos					\$1,500.00	S/. 4,350.00
Instalación de Módulo de 4 entradas analógicas	2	UND.	\$200.00	S/. 580.00	\$400.00	S/. 1,160.00
Instalación de Módulo de 8 entradas discretas	1	UND.	\$280.00	S/. 812.00	\$280.00	S/. 812.00
Instalación de Junction Box 200x300x155 mm	2	UND.	\$410.00	S/. 1,189.00	\$820.00	S/. 2,378.00
Cables					\$715.81	S/. 2,075.85
Tendido de cable 1P+SH, 16 AWG	272	m.	\$0.60	S/. 1.74	\$163.20	S/. 473.28
Tendido de cable 4P+SH, 16 AWG	226	m.	\$0.75	S/. 2.18	\$169.50	S/. 491.55
Tendido de cable 3C, 12AWG	491	m.	\$0.65	S/. 1.89	\$319.15	S/. 925.54
Tendido de cable 9C, 12AWG	78	m.	\$0.82	S/. 2.38	\$63.96	S/. 185.48
Programación					\$8,300.00	S/. 24,070.00
Programación de PLC	2	GL.	\$4,000.00	S/. 11,600.00	\$8,000.00	S/. 23,200.00
Pruebas de lazo de control	6	GL.	\$50.00	S/. 145.00	\$300.00	S/. 870.00
TOTAL					\$14,815.81	S/. 42,965.85

Tabla 6.2. Tabla de costo de instalación

6.3 Costo de Total

En las tablas 6.1. y 6.2. se muestran, en forma separada, los costos por materiales y los costos por instalación. En la tabla 6.3. se observa el resumen total del costo que demanda elaborar el proyecto.

	TOTAL (\$)	TOTAL(S/.)
Costo de materiales	\$54,280.00	S/. 157,412.00
Costo de Instalación	\$14,815.81	S/. 42,965.85
TOTAL	\$69,095.81	S/. 200,377.85

Tabla 6.3. Tabla resumen del costo total

6.4 Soporte del proyecto

Como se comentó en los primeros capítulos este proyecto no es realizado en base a un sustento de inversión con una tasa de recuperación. Este proyecto surge como parte de las obras que permitirán cumplir con leyes medio ambientales que el gobierno dicta para regular la contaminación de las empresas mineras en el Perú (Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM).

CONCLUSIONES

1. Se diseñó el sistema de instrumentación para control de nivel en pozas de aguas acidas, zona Rosita - San José. Se incluye una protección ante sobrepresión y/o fugas en las tuberías para prevenir que las aguas ácidas impulsadas por bombas se viertan sobre un terreno sin protección, contaminando y causando un daño al ecosistema.
2. En la definición y selección de sensores se prescindió de los protocolos de comunicación debido a que la estructura de la planta fue diseñada en un inicio con cableado duro, siendo necesario continuar con el mismo esquema para su integración con el resto de la planta.
3. Se diseñó el sistema de conexionado para una interfaz flexible entre las pozas de aguas ácidas y la sala de control, cuidando que las señales de instrumentación no sean afectadas vía inducción electromagnética generada por las señales de control y potencia (alto voltaje).
4. Se adjunta al diseño, los planos de lazos de control y diagrama de conexionado, estos identifican las borneras de conexión de las cajas de paso y de los gabinetes de PLC. Para evitar conflictos, el mismo especialista elaboró ambos planos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda contar con el plano P&ID final antes de iniciar con el desarrollo de la ingeniería, y así evitar cualquier modificación en la lógica de control que afecte al resto de la ingeniería.
2. Se recomienda realizar un estudio HAZOP (Hazard and Operability) para realizar un análisis a detalle de los riesgos que pudieron no ser considerados al momento de la concepción del proyecto.
3. Se recomienda realizar los lineamientos para el pre-comisionado, comisionado y puesta en marcha, que son necesarios a la hora de poner en operación el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, NFPA 70 – NEC 2008
National Electrical Code. Estados Unidos, 2008.
- AMERICAN NATIONAL STANDARD, ANSI/ISA-5.1-2009 Instrumentation
Symbols and Identification. Estados Unidos, 2009.
- TECSUP, Redes Industriales I. Especialización en Instrumentación y Control
Industrial. Lima, 2012.

Folleto

- PROCOBRE, Centro mexicano de promoción del cobre. Dimensionamiento de
conductores eléctricos de cobre. México, 2012.

Páginas Web:

- <http://www.isaperu.org/> - Página web de sección Perú de la ISA (International Society of Automation)
- <http://www.nfpa.org/> - Página web de la NFPA (National Fire Protection Association)
- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/5865007/5865354/> - Página web de Allen Bradley – PLC Micrologix 1100
- <http://www.yanacocha.com.pe/> - Página web de la minera Yanacocha S.R.L.
- <http://www.marlew.com.ar/> - Página web de la empresa proveedora de conductores de cobre - Marlew
- <http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/es/sensor-systems/process-instrumentation/pages/default.aspx> - Página web de SIEMENS

APÉNDICE

Fundamentos de la minería.

Definiciones.

- Top Soil.

Corresponde al primer estrato de suelo que generalmente es rico en materia orgánica (color oscuro) y de poca profundidad (Ver figura 1.1).



Figura 1.1. Top Soil.

- Pre-minado.

Retiro de la capa superficial o capa orgánica (top soil) del terreno que luego será minado con voladura. Este procedimiento se da con la finalidad de conservar y reubicar la vegetación existente hasta que se haya terminado el proceso de extracción (Ver figura 1.2).



Figura 1.2. Pre-minado.

○ Pila de Lixiviación o PAD.

La pila o PAD de lixiviación es una estructura a manera de pirámide escalonada donde se acumula el mineral extraído. A este material se le aplica, a través de un sistema de goteo, una solución cianurada de 50 miligramos por litro de agua, la cual disuelve el oro. Mediante un sistema de tuberías colocadas en la base del PAD, la solución disuelta de oro y cianuro llamada solución rica pasa a una poza de lixiviación o procesos, desde donde se bombea hacia la planta de procesos (Ver figura 1.3).

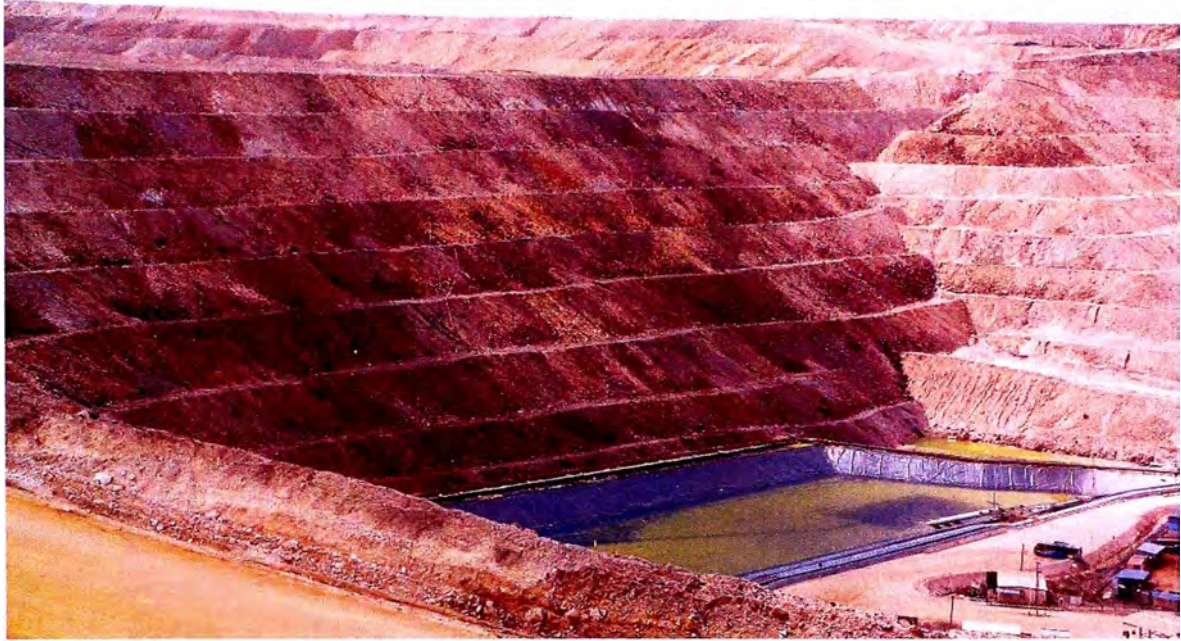


Figura 1.3. Pila de lixiviación o PAD.

1.1.2. Métodos de extracción de oro.

Entre los principales métodos para la extracción de oro dentro del ámbito de la minería se encuentran los siguientes: El método de Flotación por espuma y el método de lixiviación.

1.1.2.1. Método de flotación por espuma.

La flotación es un proceso físico-químico de separación de minerales o compuestos finamente molidos, basados en las propiedades superficiales de los minerales (mojabilidad), que hace que un mineral o varios se queden en una fase o pasen a otra. Las propiedades superficiales pueden ser modificadas a voluntad con ayuda de reactivos. El proceso de flotación se basa en las

propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los minerales. Se trata fundamentalmente de un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua (Ver figura 1.4).

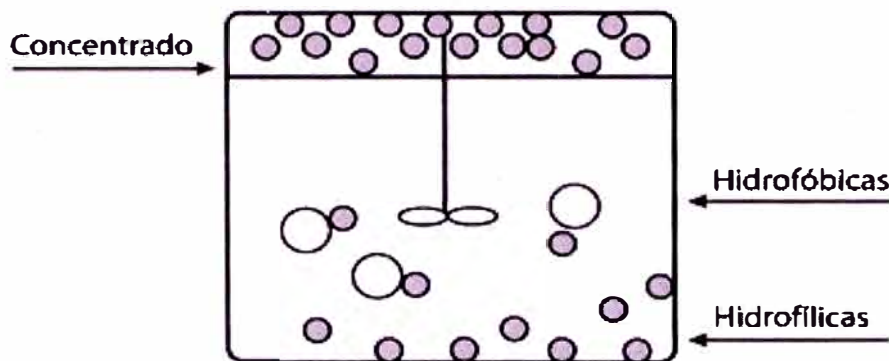


Figura 1.4. Propiedad hidrofílica e hidrofóbica de los minerales.

Los metales nativos, sulfuros o especies como el grafito, carbón bituminoso, talco y otros son poco mojables por el agua y se llaman minerales hidrofóbicos. Por otra parte, los sulfatos, carbonatos, fosfatos, etc. Son hidrofílicos o sea mojables por el agua.

La separación por flotación de espuma se la realiza gracias a la adhesión selectiva de partículas hidrofobas a pequeñas burbujas de gas (aire) que son inyectadas al interior de la pulpa. El conjunto partícula-burbuja asciende a la superficie formando una espuma mineralizada, la cual es removida por medio de paletas giratorias o simplemente por rebalse. Las propiedades superficiales de las partículas y las características del medio pueden ser reguladas con ayuda de reactivos. Este tipo de separación se lleva a cabo dentro de celdas de flotación (Ver Figura 1.5.).

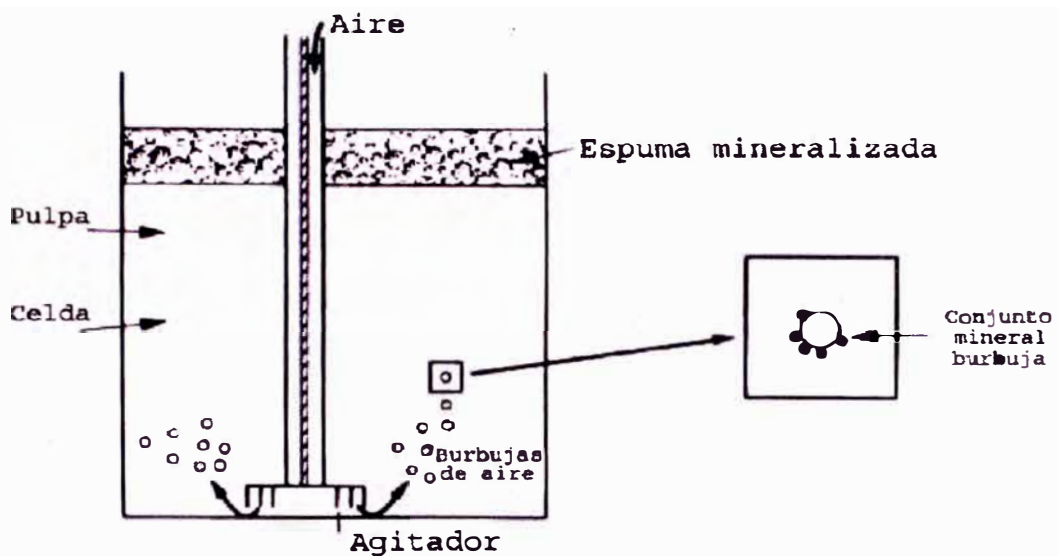


Figura 1.5. Celda de flotación.

1.1.2.2. Método de lixiviación.

El proceso de lixiviación, consiste en hacer pasar una solución diluida de cianuro de sodio a través de la pila de mineral chancado para permitir que el cianuro pueda hacer contacto con las partículas de oro y disolverlas (Ver figura 2.6.).

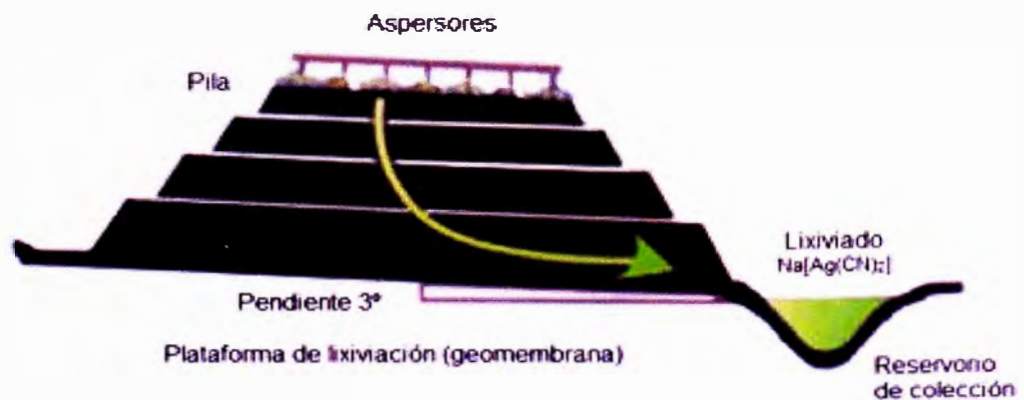


Figura 1.6. Método de Lixiviación.

2.1 Tipos de instrumentos de medición.

2.1.1 Instrumentos de medición de nivel.

El nivel es una de las variables de procesos más utilizadas para el gobierno de las plantas industriales y cumple un papel muy importante en el control de almacenamiento.

En cuanto a los métodos de medición de nivel, hoy en día disponemos de una amplia gama de técnicas de medición, por lo que la elección se hará de acuerdo al instrumento que mejor se adapte a las características del proceso.

A continuación mencionaremos el tipo de medición de nivel que se empleará para el presente proyecto.

2.1.1.1 Medición de nivel por ultrasonido

El método de medición de nivel por ultrasonido se basa en el tiempo de retorno de un pulso de sonido emitido por un sensor. El pulso ultrasónico emitido se refleja en la superficie del producto y el mismo sensor vuelve a detectarlo. El tiempo de retorno de la señal es una medida de la altura de la sección vacía del tanque. Si a esta distancia se le resta la altura total del tanque, se obtiene el nivel del producto, convirtiendo el tiempo de retorno en una señal de salida analógica.

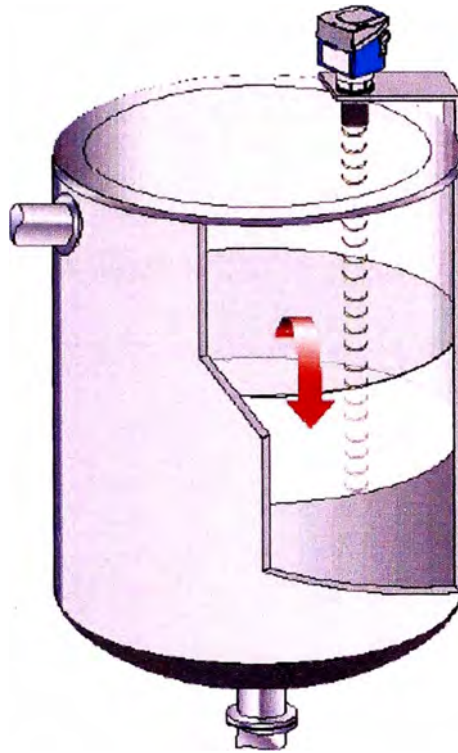


Figura 2.1. Sensor de ultrasonido.

Ventajas:

- No hay contacto con el producto.
- Adecuado para diversos líquidos y materiales granulados.

Desventajas:

- El producto no debe producir demasiada espuma en la superficie.
- El método no es adecuado a altas presiones ni altas temperaturas.
- No es aplicable en condiciones de vacío.

2.1.2 Instrumentos de medición de Presión.

La presión es la fuerza que se ejerce sobre un área determinada. Para medir la presión se utilizan sensores que están dotados de un elemento sensible, y que emiten una señal eléctrica al variar la presión.

Entre principales tipos de medición en la industria tenemos la siguiente clasificación:

- Mecánicos.
- Electromecánicos.
- Neumáticos.
- Electrónicos.

A continuación hablaremos sobre los tipos de medición empleados en el presente proyecto.

2.1.2.1 Medición mecánica – manómetro de Bourdon

Uno de los instrumentos de medición mecánica más usados en la industria es el manómetro de bourdon.

El manómetro de bourdon está compuesto de un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja (Ver Figura 2.2.).

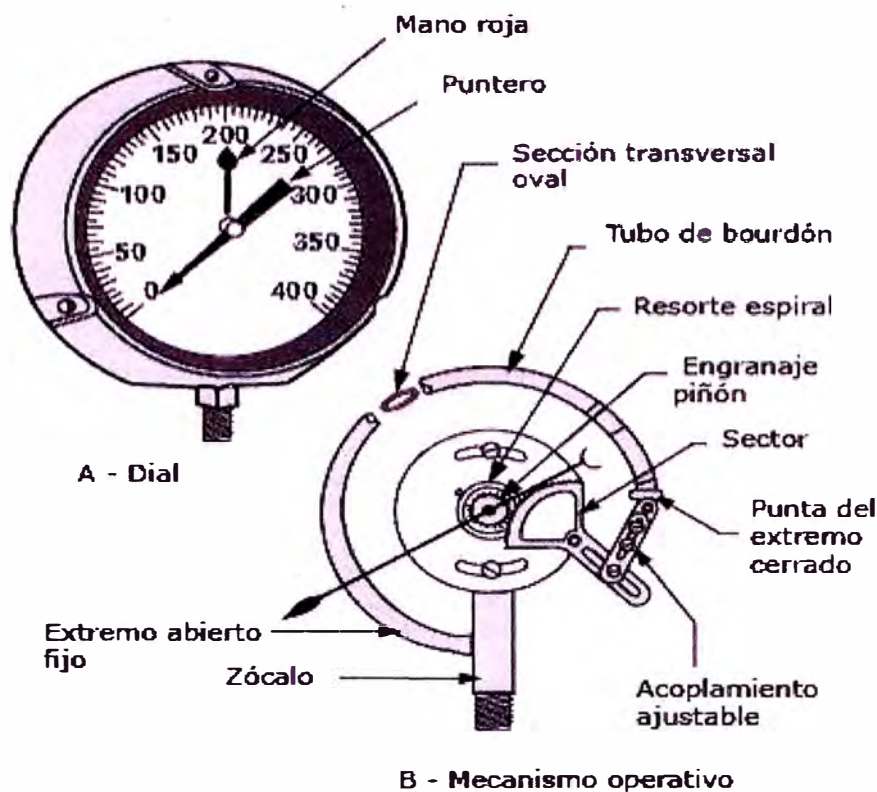


Figura 2.2. Manómetro de Bourdón.

2.1.2.2 Medición electromecánica – Medidor capacitivo

Para este tipo de medidores se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión. La placa móvil tiene forma de diafragma y se encuentra situada entre dos placas fijas.

La presión del fluido de procesos aplicada al diafragma aislante transfiere la presión al fluido de relleno al interior de los tubos capilares, y esta a su vez le transmite la presión al diafragma del sensor de capacitancia diferencial (Ver Figura 2.3.).

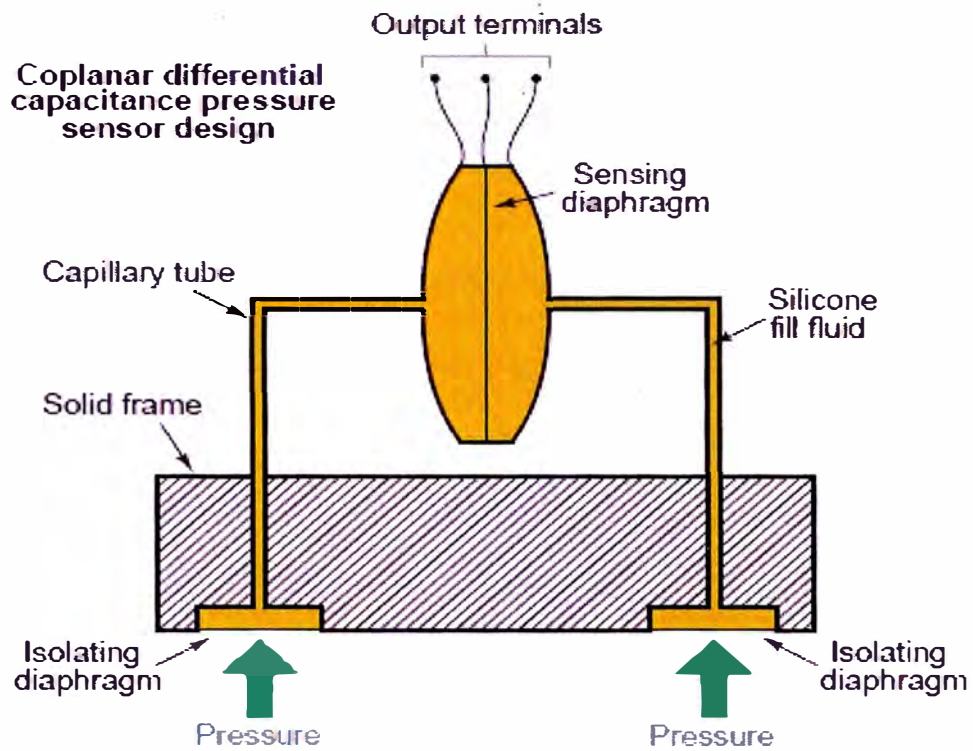


Figura 2.3. Principio de funcionamiento del medidor de presión capacitivo.

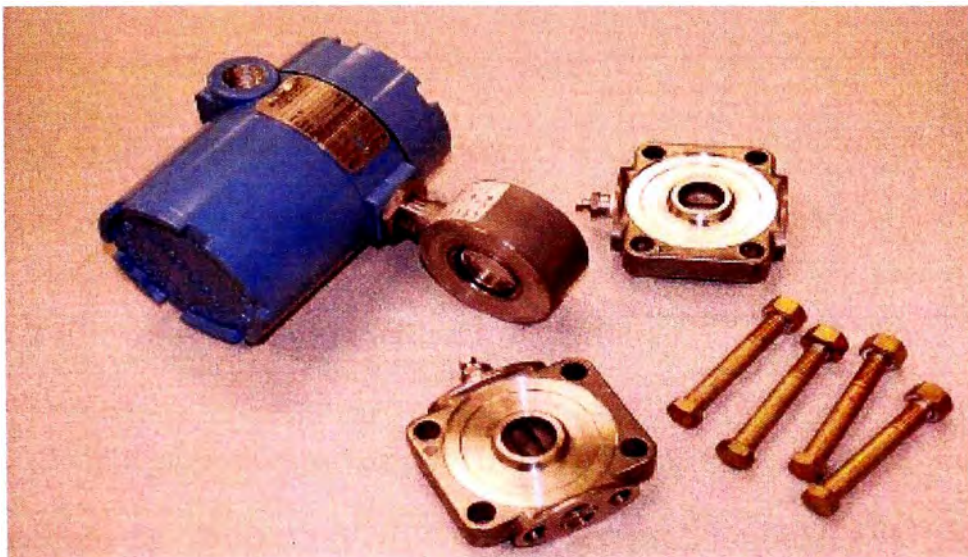


Figura 2.4. Medidor de presión capacitivo.

2.1.3 Instrumentos de medición de Flujo.

Existe una amplísima variedad de dispositivos que permiten medir parámetros cinéticos en fluidos. Es difícil dar una regla general que nos permita determinar cuál será la más conveniente en nuestro proceso. Depende de que queremos medir, velocidad, caudal volumétrico o másico, del tipo y geometría de la tubería, de la naturaleza del fluido a medir, de la precisión que se desee alcanzar, y sobre todo, de la economía. Por regla general, los aparatos de medida son bastante caros si se desea cierta precisión.

Los flujómetros se pueden agrupar en cuatro tipos, cada tipo de medición tiene diferentes formas:

- Volumétricos.
- Velocidad.
- Inferencial/Energía Cinética.
- Masa.

A continuación mencionaremos el tipo de medición de flujo para el presente proyecto.

2.1.3.2 Flujómetro de Velocidad – Magnético

Cuando un conductor (el fluido) se mueve a través de un campo magnético, se genera un voltaje que es proporcional a la velocidad del conductor. (Ver Figura 2.5.).

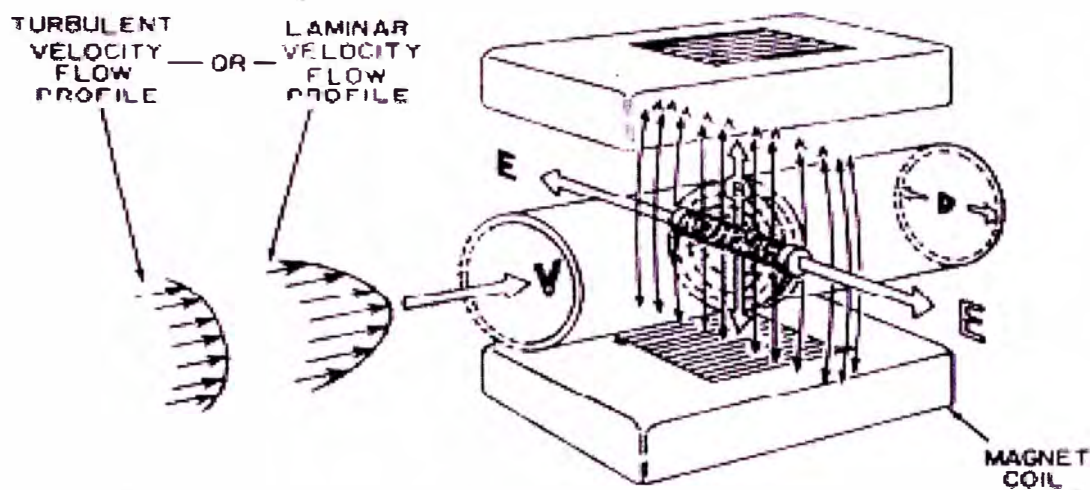


Figura 2.5. Principio de funcionamiento de un flujómetro magnético.

Según la Ley de Faraday (Ver Figura 2.6.). C y D son constantes para una tubería dada y B es un valor conocido por lo que se demuestra la dependencia directa de la velocidad del fluido con relación al voltaje E.

$$E = \frac{BDv}{C}$$

B- fuerza del campo magnético

D- distancia entre sensores

V- velocidad promedio

C- constante proporcional.

Figura 2.6. Ley de Faraday.

Observaciones:

- La tubería por donde se transporta el fluido debe ser no magnética para permitir que el campo magnético pase a través del fluido (las líneas de flujo magnético viajarían a través de las paredes del tubo y por lo tanto se desviaría del fluido si el tubo es magnético).

- El tubo del flujo es usualmente fabricado con acero inoxidable 304 (no magnético)
- El tubo del flujo también puede estar fabricado de plástico reforzado con fibra de vidrio (usado para bajas presiones y temperaturas).
- Para medir E, el fluido debe tener una conductividad mínima (aproximadamente 5 uS/cm). Esta cifra variará según los fabricantes.

ANEXO A**ORDEN DE OBRAS Y/O SERVICIOS DEL CONTRATO GENERAL DE OBRAS Y/O SERVICIOS**

- Número del Contrato General de Obras y/o Servicios: **GEN01640**
- Número de la Orden de Obras y/o Servicios: **WO0023**
- Contratista: **GMI S.A. INGENIEROS Y CONSULTORES**

EL CONTRATISTA y YANACOCHA son las partes contratantes del Contrato General de Obras y/o Servicios al que se hace referencia líneas arriba (el "Contrato"). Los términos que aparecen en mayúscula en esta Orden de Obras y/o Servicios y que no se definen en este Anexo, tendrán el significado que aparece en el contrato.

En conformidad con la sección 1 del Contrato, **YANACOCHA** por el presente solicita a **EL CONTRATISTA** que realice las Obras y/o Servicios que se describen con mayor detalle más adelante, y **EL CONTRATISTA** se compromete a ejecutar tales Obras y/o Servicios, con sujeción a los términos y condiciones del Contrato y de esta Orden de Obras y/o Servicios.

EL CONTRATISTA asumirá en todo momento ante **YANACOCHA** la responsabilidad directa de las obligaciones que en virtud del Contrato y de la ley le corresponda, aun en el caso que, con la autorización escrita de **YANACOCHA**, recurriese a un subcontratistas para la ejecución, en todo o en parte, de las obligaciones de las Obras y/o Servicios que le sean encargadas.

A menos que se acuerde de otro modo mediante un documento escrito firmado por los representantes debidamente autorizados de cada una de las partes, se considerará que cualquier Obra y/o Servicio que **EL CONTRATISTA** o sus respectivos subcontratistas, de ser el caso, realizaran antes de la fecha en que la presente Orden de Obras y/o Servicios se hubiera autorizado o correspondiera ejecutarse, deberá observar fielmente -o, de ser necesario, deberá adecuar la Obra y/o Servicio realizado prematuramente a- los términos y condiciones del Contrato, incluyendo sus Anexos y la presente Orden de Obras y/o Servicios

Las partes acuerdan lo siguiente:

A. ALCANCES DE LA PRESENTE ORDEN DE OBRAS Y/O SERVICIOS.-

EL CONTRATISTA ha sido requerido para realizar el servicio especializado para el servicio: "Proyecto Water Treatment: RCA Ingenierías Subproyectos K, L y M", en las Operaciones de **YANACOCHA**; de acuerdo a los Apéndices 02 y 03 de la presente Orden de Trabajo.

B. ESPECIFICACIONES.-

- Las tarifas por obra o los montos por retribución establecidos por las partes, permanecerán inalterables durante la vigencia del presente contrato.
- **EL CONTRATISTA** declara que la retribución establecida ha sido calculada a un tipo de cambio razonable, por lo que no será procedente ningún reclamo futuro de su parte.
- Se deja expresa constancia que es condición esencial para la expresión del consentimiento de **YANACOCHA** en la celebración del Contrato (y de sus respectivos Anexos), que los recursos humanos que pudiera utilizar **EL CONTRATISTA** para la ejecución de las Obras y/o Servicios, deban encontrarse en todo momento bajo exclusiva dirección y subordinación de **EL CONTRATISTA**, por lo que **YANACOCHA** no tendrá capacidad de dirección ni injerencia alguna sobre las actividades ni la forma de prestación de los servicios de tales recursos humanos.

Artículo 6°.- La utilización del objeto de la autorización con una finalidad distinta a aquella por la cual se otorgó; el incumplimiento de los objetivos preñados en el proyecto que motivó su otorgamiento, así como de lo establecido en el Artículo 2° de la presente Resolución, serán causales de caducidad.

Artículo 7°.- Transcríbese la presente Resolución Ministerial a la Dirección Regional de Pesquería - Región Moquegua-Tacna-Puno, Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y a la Oficina de Registro General de Pesquería para los fines a que haya lugar.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JAIME SOBERO TAIRA
Ministro de Pesquería

Declaran en abandono procedimiento administrativo de concesiones para desarrollar actividades de acuicultura y de poblamiento y repoblamiento en cuerpos de agua de mar

RESOLUCION DIRECTORAL N° 004-96-PE/DNA

Lima, 11 de enero de 1996

Visto el escrito con Registro N° 2655 de 30 de marzo de 1995, presentado por el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI.

CONSIDERANDO:

Que los Artículos 41°, 42° y 44° del Decreto Ley N° 25977 - Ley General de Pesca y el Artículo 111° de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE; establecen que el Ministerio de Pesquería otorga concesión para permitir el desarrollo de la actividad acuícola en fondos o en aguas marinas y continentales;

Que mediante el escrito del visto, el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI, solicitó concesión para desarrollar actividad de acuicultura en un área de mar ubicada en la Bahía de Samanco, provincia de Santa, departamento de Ancash;

Que a través del Oficio N° 0508-95-PE/DNA de 18 de abril de 1995 la Dirección Nacional de Acuicultura comunica al recurrente las observaciones formuladas a su expediente así como solicita alcanzar el comprobante de pago correspondiente por servicio de inspección, no recibiendo comunicación alguna a la fecha;

Que los Artículos 46°, 69° inciso e) y 70° del Texto Unico Ordenado de la Ley de Normas Generales de Procedimientos Administrativos, aprobado por Decreto Supremo N° 02-94-JUS, establecen que los interesados que no cumplan con subsanar los requisitos procedimentales en el plazo máximo de tres meses, contados a partir de la fecha de notificación, incurrirán en abandono del procedimiento administrativo;

Estando a lo informado por la Dirección de Maricultura de la Dirección Nacional de Acuicultura y con la visación de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo establecido en el Título VII del Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE y en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Pesquería, aprobado por Resolución Ministerial N° 436-95-PE;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar en abandono el procedimiento administrativo de concesión para desarrollar la actividad de acuicultura, iniciado por el señor MIGUEL ALEJANDRO IZAGA TORI, por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente Resolución.

Artículo 2°.- Transcríbese la presente Resolución Directoral a la Dirección Regional de Pesquería - Chimbote de la Región Chavín.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

BEATRIZ SAEZ BRAVO
Directora Nacional de Acuicultura

RESOLUCION DIRECTORAL N° 005-96-PE/DNA

Lima, 11 de enero de 1996

Visto los escritos con Registros N° 03888 de 23 de mayo de 1994, N° 04077 de 30 de mayo de 1994 y N° 06554 de 26 de agosto de 1994, presentados por la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR».

CONSIDERANDO:

Que los Artículos 41°, 42° y 44° del Decreto Ley N° 25977 - Ley General de Pesca y el Artículo 111° de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE; establecen que el Ministerio de Pesquería otorga concesiones y autorizaciones para permitir el desarrollo de la actividad acuícola en fondos o en aguas marinas y continentales;

Que mediante los escritos del visto, la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR» solicitó autorización para efectuar poblamiento y repoblamiento con el recurso «marucha» *Donax* sp. en un área de mar ubicada en la zona de Anconcillo, distrito de Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash;

Que mediante Oficio N° 844-94-PE/DNA de 22 de julio de 1994 la Dirección Nacional de Acuicultura comunica al recurrente las observaciones efectuadas a su expediente, las mismas que fueron absueltas parcialmente;

Que mediante Oficio N° 0988-95-PE/DNA de 27 de julio de 1995 se otorga al recurrente un plazo de 30 días calendario para que cumpla con alcanzar la documentación requerida;

Que los Artículos 46°, 69° inciso e) y 70° del Texto Unico Ordenado de la Ley de Normas Generales de Procedimientos Administrativos, aprobado por Decreto Supremo N° 02-94-JUS, establecen que los interesados que no cumplan con subsanar los requisitos procedimentales en el plazo máximo de tres meses, contados a partir de la fecha de notificación, incurrirán en abandono del procedimiento administrativo;

Estando a lo informado por la Dirección de Maricultura de la Dirección Nacional de Acuicultura y con la visación de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo establecido en el Título VII del Reglamento de la Ley General de Pesca, aprobado por Decreto Supremo N° 01-94-PE y en el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Pesquería, aprobado por Resolución Ministerial N° 436-95-PE;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar en abandono el procedimiento administrativo de autorización para desarrollar la actividad de poblamiento y repoblamiento en cuerpos de agua de mar con el recurso «marucha» *Donax* sp.; iniciado por la ASOCIACION DE TRABAJADORES MARISQUEROS DEL PUERTO DE CHIMBOTE Y ANEXOS «ASTRAMAR», por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente Resolución.

Artículo 2°.- Transcríbese la presente Resolución Directoral a la Dirección Regional de Pesquería - Chimbote de la Región Chavín.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

BEATRIZ SAEZ BRAVO
Directora Nacional de Acuicultura

ENERGIA Y MINAS

Aprueban los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos

RESOLUCION MINISTERIAL N° 011-96-EM/VMM

Lima, 10 de enero de 1996

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 226° del Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 014-92-EM, establece que la autoridad competente

para la aplicación de las disposiciones contenidas en el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Medio Ambiente referidas a la actividad minera y energética, es el Sector Energía y Minas;

Que, los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes a la actividad minero-metalúrgica deben estar formulados en base a los Niveles Máximos Permisibles que el Ministerio de Energía y Minas apruebe;

Que, los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental tienen como objetivo que los titulares de la actividad minero-metalúrgica logren reducir sus niveles de contaminación ambiental hasta alcanzar los Niveles Máximos Permisibles;

Que, es necesario establecer los Niveles Máximos Permisibles de los elementos contenidos en los efluentes líquidos de la industria minero-metalúrgica con la finalidad de controlar los vertimientos producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental;

De conformidad con la Disposición Complementaria del Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM, sustituida por el Artículo 4° del Decreto Supremo N° 059-93-EM;

Con la opinión favorable del Director General de Asuntos Ambientales, Director General de Minería y el Viceministro de Minas;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar los Niveles Máximos Permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos.

Artículo 2°.- Los Niveles Máximos Permisibles a los cuales se sujetarán las Unidades Minero-Metalúrgicas están señalados en el Anexo 1. Las Unidades Mineras en Operación y aquéllas que reinician sus operaciones podrán sujetarse a lo señalado en el Anexo 2, siguiendo lo establecido en el Decreto Supremo N° 016-93-EM. Estos Anexos forman parte de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 3°.- Los valores establecidos en el Anexo 2, se ajustarán gradualmente hasta igualar a los Niveles Máximos Permisibles (Anexo 1), en un período no mayor de 10 años a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 4°.- Los resultados analíticos obtenidos para cada parámetro regulado a partir de la muestra recogida del efluente minero-metalúrgico, no excederán en ninguna oportunidad los niveles establecidos en la columna «Valor en cualquier Momento» del Anexo 1 ó 2 según corresponda.

Artículo 5°.- Las concentraciones promedio anuales, para cada parámetro regulado no excederán los niveles establecidos en la columna «Valor Promedio Anual» en el Anexo 1 ó 2 según corresponda.

Artículo 6°.- Los titulares mineros deberán asegurar que las concentraciones de los parámetros no regulados por la presente Resolución Ministerial, tales como cadmio, mercurio, cromo y otros, cumplan con las disposiciones legales vigentes en el país o demostrar técnicamente ante la autoridad competente, que su vertimiento al cuerpo receptor no ocasionará efectos negativos a la salud humana y al ambiente.

Artículo 7°.- Los titulares mineros están obligados a establecer en el EIA y/o PAMA o Declaración Jurada de PAMA, un punto de control en cada efluente líquido minero-metalúrgico, a fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros regulados y el volumen de descarga en metros cúbicos por día, que será medido al momento de efectuar la toma de la muestra. Dicho punto de control deberá ser identificado de acuerdo a la ficha del Anexo 3 que forma parte de la presente Resolución Ministerial.

Artículo 8°.- Los titulares mineros podrán eliminar o cambiar la ubicación de uno o más puntos de control, previa aprobación de la Dirección General de Minería, con la opinión favorable de la Dirección General de Asuntos Ambientales, para lo cual será necesario presentar la documentación sustentatoria.

Artículo 9°.- Para efectos de determinar la frecuencia de muestreo, de análisis químicos y de presentación de reportes, los titulares mineros serán clasificados de acuerdo al volumen de descarga total de efluentes minero-metalúrgicos al cuerpo receptor, según la siguiente escala:

- Mayor de 300 metros cúbicos por día
- Entre 50 y 300 metros cúbicos por día
- Menor de 50 metros cúbicos por día

Artículo 10°.- El resultado del muestreo será puesto en conocimiento de la Dirección General de Minería, a partir de la entrada en vigencia de la presente Resolución Ministerial, de acuerdo a la frecuencia de presentación de reportes que se indica en el Anexo 4 que forma parte de la presente Resolución.

Artículo 11°.- La frecuencia de análisis químicos de los efluentes minero-metalúrgicos se registrará por lo establecido en el Anexo 5 que forma parte de la presente Resolución.

Artículo 12°.- Los titulares mineros llevarán un registro según el formato especificado en el Anexo 6, de la presente Resolución Ministerial, el mismo que deberá ser presentado al Auditor Ambiental, cuando éste lo requiera.

Artículo 13°.- Para efectos de la presente Resolución Ministerial se tomará en consideración las siguientes definiciones:

Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos.- Son los flujos descargados al ambiente, que provienen:

- De cualquier labor, excavación o trabajo efectuado en el terreno, o de cualquier planta de tratamiento de aguas residuales asociadas con labores, excavaciones o trabajos efectuados dentro de los linderos de la Unidad Minera.
- De depósitos de relaves u otras instalaciones de tratamiento que produzcan aguas residuales.
- De concentradoras, plantas de tostación, fundición y refinarias, siempre que las instalaciones sean usadas para el lavado, trituración, molienda, flotación, reducción, lixiviación, tostación, sinterización, fundición, refinación, o tratamiento de cualquier mineral, concentrado, metal, o subproducto.
- De campamentos propios.
- De cualquier combinación de los antes mencionados.

Muestra Puntual.- Es el tipo de muestra, en un punto de control definido en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua para el Subsector Minería.

Parámetro Regulado.- Son aquellos parámetros que se encuentran definidos en los Anexos 1 y 2 de la presente Resolución Ministerial.

Punto de Control.- Ubicación aprobada por la autoridad competente, establecida de acuerdo a los criterios del Protocolo de Monitoreo de Aguas; descrita de acuerdo a la ficha del Anexo 3.

Unidad Minera en Operación.- Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que se encuentra en operación antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

Unidad Minera que Reinicia Operaciones.- Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que vuelve a operar tras haber estado paralizada antes de la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

Unidad Minera Nueva.- Es aquella Concesión y/o Unidad Económica Administrativa (UEA) que comienza a operar con posterioridad a la entrada en vigencia del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

Concentración Promedio Anual.- Es la media aritmética de los resultados analíticos obtenidos durante un año calendario.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

AMADO YATACO MEDINA
Ministro de Energía y Minas

ANEXO 1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN PARA LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS

PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
pH	Mayor que 6 y Menor que 9	Mayor que 6 y Menor que 9
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	25
Plomo (mg/l)	0.4	0.2
Cobre (mg/l)	1.0	0.3
Zinc (mg/l)	3.0	1.0
Hierro (mg/l)	2.0	1.0
Arsénico (mg/l)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/l) *	1.0	1.0

* CIANURO TOTAL, equivalente a 0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de Cianuro fácilmente disociable en ácido.

ANEXO 2
VALORES MAXIMOS DE EMISION PARA LAS UNIDADES MINERAS EN OPERACION O QUE REINICIAN OPERACIONES

PARAMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
pH	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5	Mayor que 5.5 y Menor que 10.5
Sólidos suspendidos (mg/l)	100	50
Plomo (mg/l)	1	0.5
Cobre (mg/l)	2	1
Zinc (mg/l)	6	3
Fierro (mg/l)	5	2
Arsénico (mg/l)	1	0.5
Cianuro total (mg/l)	2	1

ANEXO 3
FICHA DE IDENTIFICACION PUNTO DE CONTROL

Nombre :
Coordenadas U.T.M. (± 100 m) :
Descripción (Ublcación) :

Nota : La descripción deberá realizarse tomando como referencia accidentes topográficos y/o instalaciones que permitan determinar la ubicación del punto de control.

ANEXO 4
FRECUENCIA DE MUESTREO Y PRESENTACION DE REPORTE

Volumen Total de Efluente	Frecuencia de Muestreo	Frecuencia de Presentación de Reporte
Mayor que 300 m3/día	Semanal	Trimestral (1)
50 a 300 m3/día	Trimestral	Semestral (2)
Menor que 50 m3/día	Semestral	Anual (3)

Nota : (1) Ultimo día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre
(2) Ultimo día hábil de los meses de junio y diciembre
(3) Ultimo día hábil del mes de junio
Los reportes del mes de junio estarán contenidos en el Anexo 1 del Decreto Supremo N° 016-93-EM.

ANEXO 5
FRECUENCIA DE ANALISIS QUIMICO

PARAMETRO	Efluente Mayor que 300 m3/día	Efluente De 50 a 300 m3/día	Efluente Menor que 50 m3/día
pH	Semanal	Trimestral	Semestral
Sólidos suspendidos	Semanal	Trimestral	Semestral
Pb, Cu, Zn, Fe, As	Mensual	Trimestral	Semestral
CN total		Quincenal	Trimestral
Semestral			

ANEXO 6
RESULTADOS ANALITICOS

Nombre Compañía /Unidad	:	
Tipo de muestreo	:	(puntual o automático)
Punto de muestreo	:	
Cuerpo de agua Receptor	:	(nombre)

Fecha y hora de Muestreo	:	
Código de la muestra	:	
Nombre del laboratorio	:	
Flujo en el punto de muestreo	:	(m3/ día)
PARAMETROS	RESULTADOS ANALITICOS	
pH (unidades estándar)		
Sólidos suspendidos (mg/l)		
Plomo(disuelto) (mg/l)		
Cobre (disuelto) (mg/l)		
Zinc (disuelto) (mg/l)		
Fierro (disuelto) (mg/l)		
Arsénico (disuelto) (mg/l)		
Cianuro Total (mg/l)		

Firma del Titular o Representante Legal :

Imponen servidumbre de electroducto de líneas de transmisión a favor de empresa de electricidad

RESOLUCION MINISTERIAL
N° 012-96-EM/VME

Lima, 10 de enero de 1996

Visto, el Expediente N° 22011095 que incluye los documentos con Registros N° 1036032 y N° 1043581 presentado por la concesionaria Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., solicitando la imposición, en vía de regularización, de la servidumbre de electroducto de la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay;

CONSIDERANDO:

Que, Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., concesionaria de distribución de energía eléctrica de conformidad con la Resolución Suprema N° 063-94-EM de fecha 3 de octubre de 1994, ha solicitado la imposición de servidumbre de electroducto de la línea de transmisión, para regularizar la ocupación de bienes requeridos por la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay;

Que, en virtud de lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 03-95-PCM publicado el 27 de enero de 1995, se autoriza al Ministerio de Energía y Minas a regularizar las servidumbres existentes a la fecha de publicación del citado Decreto Supremo, con que cuentan las empresas del subsector eléctrico, comprendidas dentro del proceso de la inversión privada dispuesto por el Decreto Legislativo N° 674, necesarias para el funcionamiento de sus instalaciones eléctricas y que se encuentren expresamente reconocidas por la Ley de Concesiones Eléctricas - Decreto Ley N° 25844 y su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 009-93-EM;

Que, la Dirección General de Electricidad, luego de haber verificado que la peticionaria ha cumplido con los requisitos del Decreto Supremo N° 03-95-PCM, ha emitido el Informe favorable N° 163-95-EM/DGE;

De conformidad con lo dispuesto por el inciso b) del Artículo 110° y Artículo 111° del Decreto Ley N° 25844 y Artículo 1° del Decreto Supremo N° 03-95-PCM;

Con la opinión favorable del Director General de Electricidad y del Viceministro de Energía;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- IMPONGASE la servidumbre de electroducto de líneas de transmisión, en vía de regularización, a favor de la Empresa Regional de Servicio Público de electricidad del Sur Este S.A. - ELECTRO SUR ESTE S.A., sobre los predios que corresponde cruzar a la línea de transmisión de 22.9 kV C.H. Matara-S.E. Abancay, con carácter permanente de acuerdo a la documentación téc-



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

Este criterio de diseño ha sido revisado como se indica a continuación y descrito en el registro de revisiones en la siguiente página. Por favor destruya todas las versiones previas.

Revisión No.	Fecha	Nombre e Iniciales de Originador	Revisada/Chequeada por Nombre e Iniciales	Páginas
A	22 Julio 05	Aldo Bustamante	Fernando Solervicens	22
B	19 Agosto 05	Aldo Bustamante	Fernando Solervicens	24
0	28 Septiembre 05	Aldo Bustamante	Fernando Solervicens	26

APROBACION

FIRMAS

FECHA

Ingeniero Líder:	<u>Fernando Solervicens</u>	<u>28/09/05</u>
Gerente de Proyecto:	<u>Julio Arenas</u>	<u>29/09/05</u>
Gerente de Ingeniería:	<u>Julio Arenas</u>	<u>29/09/05</u>
Representante del Cliente:	<u>David Lee por Ricardo Arenas</u>	<u>11/10/05</u>

EMITIDO PARA:

Diseño Construcción Otro _____



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

Registro de Revisiones

Rev. No.	Fecha	Descripción
A	22 Julio 05	Emitido para Aprobación Interna
B	19 Agosto 05	Emitido para Aprobación Cliente
0	28 Septiembre 05	Emitido para Construcción



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

Tabla de Contenidos

Sección

1	GENERAL	5
	1.1 REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO	5
2	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES	5
3	AMBIENTE DE OPERACIÓN	7
	3.1 Condiciones de Operación	7
	3.2 Suministro de Energía, Aterrizamiento y Ruido Eléctrico	7
	3.3 Equipos e Instrumentación	7
4	REQUERIMIENTOS GENERALES	9
	4.1 Sistema de unidades.....	9
	4.2 Identificación de instrumentos	9
	4.3 Marcación de Instrumentos y equipos	10
	A. Instrumentos	10
	B. Paneles y cajas de unión	10
5	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	11
	5.1 Requerimientos Generales	11
	5.2 Requerimientos Específicos	13
	A. Instrumentos de medición de flujo	13
	B. Instrumentos de nivel	13
	C. Instrumentos de Temperatura	14
	D. Instrumentos de Presión	14
	E. Instrumentos de Densidad	15
	F. Instrumentos de Pesaje	15
	G. Transmisores de Velocidad	16
	H. Válvulas de Control y Posicionadores	16
	I. Dispositivos de Relevó de Presión	17
	J. Interruptores de Proceso y Solenoides.....	17
	K. Analizadores de Proceso y Sistemas de Análisis.....	19
	L. Analizadores de pH y potencial de óxido-reducción (ORP).....	20
	M. Cables.....	20
	N. Sistema de detección y extinción de incendio	21
	O. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	22
	P. Sistema de Búsqueda y Llamada	23



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

	Q. Salas de Control.....	23
6	PLANOS Y DOCUMENTOS.....	25
7	ADJUNTOS	26



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

1 GENERAL

Este documento describe los procedimientos y estándares utilizados en el diseño de la instrumentación para indicación y control de variables de proceso en los proyectos Yanacocha, de Minera Yanacocha en Cajamarca, Perú.

1.1 REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

- La selección y utilización de instrumentos será determinada por el análisis del proceso involucrado y los requerimientos de medición y control, como se indica en los P&ID's (Diagramas de Proceso e Instrumentación).
- La calidad y tipo de la instrumentación suministrada, será normalmente la estándar del fabricante, que satisfaga los requerimientos del proyecto.
- Las especificaciones serán normalmente preparadas para cada dispositivo, para el cual Fluor tiene directa responsabilidad en la selección, evaluación y adquisición.
- Las cantidades de instrumentos serán implementadas según se indica en los P&ID's aprobados para el proyecto.
- La simbología y nomenclatura de los P&ID's es sacada del estándar ISA S5.1 titulado "Instrument Symbols and Identification" y el estándar ISA S5.3 titulado "Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems."
- Para asegurar responsabilidades, se solicitará a los proveedores de paquetes proporcionar toda la instrumentación y sistema de control asociados a estos.
- El diseño de instrumentación se adecuará para la fabricación, las pruebas y puesta en servicio de los equipos y componentes fuera del sitio de construcción. Los trabajos de construcción locales deberán ser minimizados.
- Para el diseño de instrumentos se utilizarán y especificarán equipos de última tecnología y diseño consecuente con el costo, fiabilidad, seguridad y exigencias.

2 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES

Las publicaciones listadas más abajo forman parte de este criterio. Cada publicación estará en su última revisión para efectos del día en que este criterio sea usado para diseño, a menos que se diga lo contrario. Excepto modificaciones por requerimientos especificados aquí o en detalles de planos, el diseño incluido en este criterio estará conforme a lo estipulado en estas publicaciones.

- Regulaciones y leyes Peruanas.
- **ANSI** American National Standard Institute.
- **ASME** American Society of Mechanical Engineers.
- **EIA** Electronics Industries Association Standards.
- **FM** Factory Mutual

CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

- **IEC** International Electro-technical Commission.
- **IEEE** Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- **ISA** Instrument Society of America.
- **ISO** International Standard Organization.
- **ITU** International Telecommunications Union.
- **NEC** National Electric Code.
- **NEMA** National Electrical Manufacturer's Association.
- **NFPA** National Fire Protection Association.
 - **NFPA 70** National Electrical Code
 - **NFPA 72** National Fire Alarm Code
- **OSHA** Occupational Safety and Health Administration.
- **PIP** Process Industries Practices.
- **UL** Underwriters Laboratories Standard.
- **NRC** Nuclear Regulatory Commission

Las definiciones usadas en este criterio y hojas de dato adjuntas estarán de acuerdo a los siguientes estándares:

- **ISA S5.1** "Instrument symbols and Identification"
- **ISA S37.1** "Electrical Transducer Nomenclature"
- **ISA S50.1** "Compatibility of Analogue Signals for Electrical Industrial Process Instruments"
- **ISA S51.1** "Process Instrumentation Terminology"
- **DS-046-2001** Decreto Supremo: "ENERGÍA Y MINAS"

En caso de existir discrepancias entre este criterio y los códigos o estándares aplicables, estos últimos se reemplazarán y el vendedor informará por escrito de tales discrepancias.

CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

AMBIENTE DE OPERACIÓN

3.1 Condiciones de Operación

Las condiciones de operación en terreno están descritas en el documento N° 4635-5-SPC-001 titulada "General Site Conditions".

La instrumentación estará diseñada y fabricada para el ambiente donde se instalará y para condiciones de funcionamiento continuo, en un servicio de 24 horas por día, 365 días por año, con un mínimo de vida útil de 5 años para todos los equipos e instalaciones.

3.2 Suministro de Energía, Aterrizamiento y Ruido Eléctrico

Los instrumentos, radio-modems, analizadores y cualquier equipo relacionado con redes de comunicación industrial será alimentado con 120 VAC, 60 Hz desde una UPS, con +/-2% de variaciones de frecuencia y voltaje.

La alimentación de corriente alterna para consolas de operación, PC's, servidores, impresoras, equipos de circuito cerrado de televisión y equipos de telecomunicación será alimentado con 120 VAC, 60 Hz desde una UPS, con +/-10% de variaciones de voltaje y +/- 2% de variaciones de frecuencia.

Todos los instrumentos y equipos que requieran alimentación eléctrica deberán tener una luz indicadora de energía presente.

El neutro, tierra eléctrica, tierra de sistema de control y tierra de equipos de telecomunicaciones será conectada a una sola grilla de tierra de protección, como se indica en la norma IEC 61000-5-2 ("Electromagnetic Compatibility: Installation and Mitigation Guidelines and Grounding and Cabling"), por un conductor aislado de 70 mm².

3.3 Equipos e Instrumentación

Equipos y paneles ubicados en el interior de salas eléctricas y salas de control tendrán un grado de protección NEMA 12 ó IP56.

La instrumentación y equipos de terreno que operarán en condiciones no clasificadas al aire libre tendrán un grado de protección NEMA 4X o IP67.

La instrumentación de terreno instalada en áreas clasificadas deberá ser alojada en cajas protectoras acorde con la norma NFPA 70 capítulo 5 "Special Occupancies".

Todos los transmisores y equipos instalados en áreas de proceso incluirán un techo protector para prevenir la acumulación de polvo, derrames de agua o químicos. El techo también se usará para proteger instrumentos sensibles de recalentarse por el sol o evitar el efecto de los rayos ultravioleta.

La instrumentación suministrada con equipos mayores, como compresores y accionamientos, que estén fuera de la plataforma de montaje será dispuesta por el vendedor del equipo. Las partes sobre la plataforma de montaje en sistemas de cañerías previamente instaladas e ítems conectados directamente sobre o en el equipo serán dispuestas por el fabricante de acuerdo a este criterio. La instrumentación



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

que forme parte de un equipo mayor será identificada en los P&ID's e incluida en el listado de instrumentos. Los instrumentos que formen parte de equipos mayores serán consistentes con lo dispuesto para el proyecto.

La instalación de instrumentos deberá considerar accesos fáciles para propósitos de mantención, incluyendo instalaciones de montaje.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

REQUERIMIENTOS GENERALES

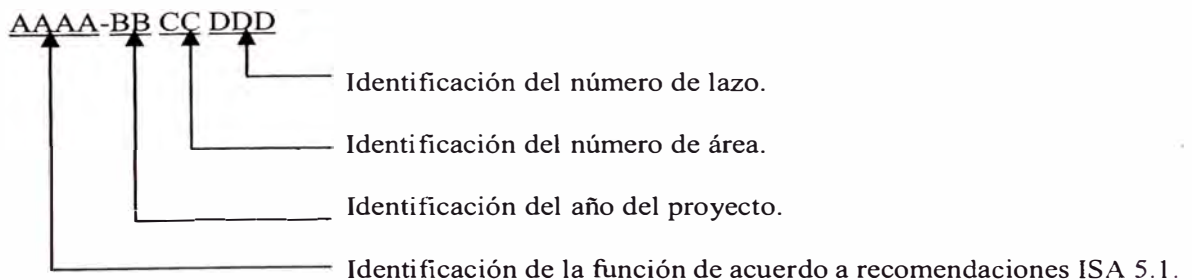
Los siguientes requerimientos generales deben ser considerados cuando se diseñen los instrumentos y equipos de control.

4.1 Sistema de unidades

Las unidades de medida que serán usadas para las variables listadas son las siguientes:

- Análisis : ppm, g/l, %
- Corriente : Amperes (A)
- Conductividad : MicroSiemens per cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Distancia : Metros (m)
- Densidad : gr/cm^3
- Flujo Volumétrico (líquidos) : m^3/h
- Nivel : 0 - 100%
- pH : Adimensional
- Peso : Tonelada Métrica
- Presión : kPa / psi (dual)
- Energía : kWh
- Torque : 0 - 100%
- Velocidad : 0 - 100%
- Voltaje : Volt (V)
- Temperatura : Grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

4.2 Identificación de instrumentos





CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

4.3 Marcación de Instrumentos y equipos

A. Instrumentos

Cada instrumento será identificado con una etiqueta de acero inoxidable 316 estampada con el número de instrumento asignado. La etiqueta será fijada al instrumento con alambre de acero inoxidable. El tamaño de la etiqueta no podrá ser más pequeño que 80mm x 25mm (Ancho x Alto) con caracteres de 4mm de alto.

B. Paneles y cajas de unión

Cada panel de control, panel de regletas y cajas de unión será identificado con una etiqueta de lamacoid. La etiqueta será fijada con tornillos de acero inoxidable y deberá ser removible. La etiqueta tendrá aproximadamente 140mm de ancho por 60mm de alto con fondo negro y letras blancas de 6mm de ancho por 8mm de alto. La etiqueta contendrá 4 líneas, la línea superior será reservada para el número de equipo y las otras tres inferiores serán para la descripción. Las descripciones de equipos deberán estar en español.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

5.1 Requerimientos Generales

Todos los instrumentos suministrados deben ser de tecnología de punta y deben haber sido probados en aplicaciones que funcionan en instalaciones similares.

Todos los dispositivos deben ser diseñados con protección contra vibraciones y para las condiciones meteorológicas descritas en el documento N° 4635-5-SPC-001 que se titula "General Site Conditions". Si ellos no cuentan con estos requerimientos, los dispositivos serán instalados en una posición conveniente para las capacidades del instrumento.

Los transmisores de instrumentos y dispositivos de control serán inteligentes con microprocesadores y protocolo de comunicación HART. Instrumentos análogos convencionales (4-20 mA) solo podrán ser suministrados en casos especiales y solo después de recibir la aprobación de Minera Yanacocha.

Los instrumentos suministrados deben proporcionar un servicio continuo, 24 horas por día, 365 días por año, en ambientes polvorientos y contaminados con agentes químicos.

Los instrumentos inteligentes deberán poseer batería de respaldo de modo que en caso de corte de energía ellos puedan retener su información de configuración. Las baterías tendrán la capacidad de proporcionar memoria de respaldo al menos durante un año.

La instrumentación electrónica instalada en áreas clasificadas debe ser del tipo intrínsecamente segura con barreras intrínsecamente seguras instaladas en los gabinetes de entradas/salidas.

Todos los instrumentos serán calibrados en fábrica de acuerdo con la información listada en la correspondiente hoja de datos. Cualquier dispositivo especial requerido para realizar la calibración del instrumento debe ser identificado e incluido en el alcance del suministro.

Los instrumentos deben ser suministrados con los accesorios necesarios requeridos para su adecuada instalación de acuerdo a lo descrito en la hoja de datos y/o lo indicado en el detalle de instalación. Todas las conexiones eléctricas serán 3/4" NPT ó 1/2" NPT.

De preferencia se suministrarán transmisores y se evitarán los interruptores en terreno. El método para obtener interruptores es utilizar un transmisor HART para medir la variable de proceso en terreno (flujo, nivel, presión, pH, temperatura, etc.) e introducir esta señal al sistema de control donde el programa comparará el valor de la variable con un punto límite para determinar el estado de un bit lógico (interruptor). Si un interruptor de terreno debiera ser usado, este deberá tener dos contactos de salida del tipo SPDT, con una capacidad mínima de 5 amperes a 120 VAC y 60 Hz.

Todos los contactos de enclavamiento serán falla segura. Todos los contactos digitales serán alambrados a las entradas del sistema de control de tal manera que el contacto en estado normal (no-detención, no-alarma) este cerrado y abra para señalar una condición de alarma o detención.

Los requerimientos de voltaje serán 120 VAC para aquellos instrumentos que necesiten energía en terreno.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

Los transmisores deben ser inmunes a interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia. Cada transmisor será capaz de funcionar con equipos de VHF/UHF en operación, con 5 Watts de potencia y ubicados a un metro de distancia.

La presión de aire de instrumentación disponible para instrumentos neumáticos y válvulas de control regulatorio y apertura/cierre será de 550 kPag (80 psig).

Instrumentos que requieran presión de aire constante serán suministrados con un conjunto de filtro regulador con manómetro en la salida. Los tubos para instrumentación deberán ser de acero inoxidable 316 con un diámetro exterior de 1/2" y 0,035" de espesor pared.

Instrumentos para medición de temperatura deberán ser instalados en termopozos. Los termopozos instalados sobre cañería metálica deberán ser roscados y los instalados sobre cañería de HDPE deberán ser enflanchados. Las termoresistencias (RTD's) tendrán 3 hilos y serán de platino 100 Ohms.

Todos los instrumentos con conexiones a proceso tendrán válvulas de aislamiento instaladas entre el instrumento y el proceso.

Los instrumentos que estén conectados a sistemas de alta presión (> 1031 kPag (150 psig)) deberán incluir, además de la válvula de bloqueo para aislar el instrumento de la fuente de presión, válvulas de purga para aliviar la presión en la línea de proceso. En aplicaciones de presiones muy altas (>3000 kPag) se usará cañería soldada.

En lo posible, todos los instrumentos serán conectados de tal manera que puedan ser removidos del servicio sin interrumpir o detener el proceso.

Todos los indicadores y transmisores de presión serán provistos de amortiguador de pulsos de presión.

Los instrumentos conectados a líneas de proceso que contengan soluciones con más de 5% de sólidos en suspensión tendrán un diafragma de aislamiento entre el elemento sensor del instrumento y el proceso.

Las válvulas de control serán dimensionadas conforme a los estándares ISA S39.1 e ISA S39.3.

Las válvulas de control deben ser provistas con válvulas de aislamiento y cuando sea práctico con líneas alternativas para permitir el retiro y reemplazo de la válvula de control sin interrumpir el flujo de proceso. El flujo por el trayecto alternativo será controlado manualmente mientras la válvula de control es reparada y reemplazada.

Los actuadores de válvulas de control serán neumáticos, diafragma o pistón, diseñados para trabajar a un rango de presión de control de entre 3 y 15 psig. salvo indicación contraria. Actuadores del tipo eléctrico se usarán en circunstancias especiales cuando el suministro de aire no esté disponible. Todas las válvulas abrir/cerrar serán equipadas con interruptores de límite de carrera (abierta/cerrada). Los interruptores serán del tipo inductivos de proximidad o de contacto.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

5.2 Requerimientos Específicos

A. Instrumentos de medición de flujo

Dado el flujo que el proceso involucre, las siguientes tecnologías deben ser utilizadas preferentemente:

1. Medidores de desplazamiento positivo serán utilizados en aplicaciones donde los flujos requieran de exactitud y totalización con indicador local.
2. Medidores de flujo magnético se pueden utilizar para caudales donde el fluido es conductivo ($>20 \mu\text{S/cm}$), donde la presión y/o la temperatura varíen, y donde la pérdida de carga deseada sea baja. Las líneas donde se instalen los medidores deben asegurar cañería llena. La medición de flujo de líquidos que contienen sólidos deberá considerar particularmente medidores de flujo magnético. En medidores de flujo para pulpas se considerará tubos cubiertos con goma.

El medidor de flujo magnético se debe instalar con 5 diámetros de cañería aguas arriba y 3 diámetros de cañería aguas abajo de cañería recta, libre de cualquier instalación o accesorio (codos, reducciones, etc.) que pueda producir turbulencias o líneas de flujo asimétricas. El requisito de cañería recta se extenderá a 8 diámetros cuando el medidor de flujo esté instalado después de una bomba o de una válvula de control. Los medidores de flujo deben proporcionar detección de flujo cero y totalización.

La especificación del material de los electrodos debe estar enfocada a la corrosión iónica, química y galvánica producida por las corrientes circulantes. El daño producido por las corrientes circulantes debe ser prevenido por el uso apropiado de soportes de puesta a tierra de manera que los electrodos y el fluido permanezcan aproximadamente al mismo potencial eléctrico. El daño por corrosión iónica debe ser prevenido utilizando electrodos especiales (Platino o Tantalio).

3. Medidores de flujo térmicos se pueden utilizar para medir caudales de aire.
4. Medidores de flujo de otros tipo (por ejemplo, placas orificio, sónicos, ultrasónicos) pueden ser utilizados donde otros tipos no son los más apropiados.

B. Instrumentos de nivel

Dependiendo de la aplicación, las siguientes tecnologías serán preferidas:

1. Medidor de nivel tipo radar, al elegir el tipo y rango de frecuencia serán tomados en cuenta los siguientes aspectos: el alcance deseado de la medida, cualquier interrupción en la superficie del líquido, tales como polvos, gases, espuma, etc. El tipo de tanque y el tipo de instalación serán considerados.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

2. El diseño de la instalación debe eliminar cualquier interferencia entre la antena de la microonda que transmite y la superficie del líquido.
3. En general este tipo de instrumentos será usado en tanques cerrados con presencia de polvos o gases.
4. Medidor de nivel ultrasónico, en general este tipo de instrumentos será utilizado para medir nivel en tanques abiertos, en bombas de pozo y donde la espuma, polvos, gases y condensación no estén presentes.
5. Medidores de nivel magnético, puede ser utilizado cuando el líquido es muy peligroso, a modo de evitar contacto físico con éste al momento de la manipulación del instrumento.
6. Medidor de nivel tipo presión diferencial, normalmente será utilizado para medir nivel de agua en tanques donde la presión en el interior es mayor que la atmosférica.
7. Se evitará el uso de instrumentos indicadores de nivel tipo visualización directa (por ejemplo, tubo de vidrio con flotador) y éstos solo serán utilizados en servicios específicos que lo requieran (petróleo diesel, etc.). Estos instrumentos irán asociados a transmisores de tipo magnético.

C. Instrumentos de Temperatura

1. Termo-pozos para uso general, elementos de resistencia, termómetros bimetálicos, servicios de prueba de temperatura, serán construidos con capacidad de intercambio para todas las aplicaciones estándares. El material de construcción será mínimo acero inoxidable ANSI 304. Otros materiales podrán ser especificados según los requerimientos especificados para las cañerías.
2. Las RTD's (Resistance Temperature Detectors) serán utilizadas en aplicaciones donde se requiera un rango angosto y alta exactitud. Se utilizará un sistema de 3 alambres con termo resistencia de Platino, 100 Ohm a 0° Celsius.
3. Termómetros de dial serán normalmente de tipo bimetálico sellado, sin reset y para trabajo pesado. Diales de 3 pulgadas de diámetro serán usados en servicios de lubricación para equipos mecánicos o otros servicios auxiliares.
4. Las termocuplas serán tipo J o K con cable de compensación.

D. Instrumentos de Presión

1. Los transmisores de presión serán electrónicos (tipo piezoeléctrico), con indicador integrado o con tubo capilar dependiendo si la indicación tiene acceso directo o no.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

2. Los sensores de presión serán normalmente de acero inoxidable ANSI 316 o Ni-Span C.
3. Instrumentos para presión diferencial serán normalmente llenados con líquido, tipo piezoeléctrico, otros tipos serán analizados de acuerdo a requerimientos.
4. Los indicadores locales de presión serán tipo Bourdon, con mecanismo de acero inoxidable, rellenos con glicerina y conectados a proceso con rosca macho ½" NPT. Los tamaños para el dial serán como sigue:
 - Montaje local 2½" ó 4½" (dependiendo de la aplicación)
 - Actuadores para válvula 1½" a 2½"
 - Válvulas Controladoras de Presión 1½" a 2½"
5. Instrumentos de presión instalados en soluciones con más de 5% de sólidos en suspensión deberán tener un sello de diafragma.

E. Instrumentos de Densidad

1. Los transmisores de densidad serán del tipo nuclear, con el sensor verticalmente montado alrededor de la cañería. La fuente nuclear será normalmente Cesio 132 (Cs-132). El principio de detección será del tipo centelleo.
2. Los transmisores serán montados remotamente, con capacidad de recalibración.
3. Deberá proporcionarse compensación automática por el decaimiento de la fuente nuclear.
4. Los dispositivos deberán disponer de un diseño del obturador, incluyendo llave y accesorios para asegurar la seguridad requeridos para el resguardo de las personas.
5. La instalación, manipulación y descarte de este material debe estar bajo las regulaciones de Newmont, Yanacocha y las leyes peruanas.

F. Instrumentos de Pesaje

1. Pesómetros serán utilizados en algunos transportadores de correa de acuerdo a los siguientes criterios de precisión:
 - Para precisión de 0.125% : 3 polines
 - Para precisión de 0.25% : 2 polines o menos



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

G. Transmisores de Velocidad

1. Estos instrumentos serán instalados en la cola de cada transportador. Los transmisores de velocidad serán del tipo óptico o inductivo.

H. Válvulas de Control y Posicionadores

1. El material del cuerpo y la capacidad estarán de acuerdo con las especificaciones de cañerías.
2. Todas las válvulas de control deberán considerar conexión bridada a menos que sea prohibitivo por las especificaciones de cañerías. Conexiones roscadas pueden ser utilizadas en reguladores autónomos pequeños donde las especificaciones de cañerías lo permitan.
3. El tamaño mínimo del cuerpo de las válvulas de control será de ½". Tamaños como 2 ½" y 5" no serán utilizados. El tamaño del cuerpo no podrá ser menor que 2 tamaños de cañería más pequeña que la línea. Válvulas para servicio apertura/cierre (no regulatorio) serán normalmente del tamaño de la línea.
4. El tipo y tamaño de la válvula será seleccionado considerando factores tales como costo, condiciones de diseño y operación, fluido que maneje, capacidad requerida, ruido, cavitación y cualquier otro requerimiento especial. Para servicios generales, los siguientes tipos serán considerados: globo, bola, mariposa y otros tipos como diafragma, cuchillo o Pinch.
1. El trim de la válvula será mínimo de acero inoxidable, endurecido para servicios erosivos. Condiciones severas de servicio pueden recomendar el uso de otro material.
5. Los actuadores de las válvulas serán con resorte y tipo diafragma o pistón. Actuadores eléctricos o electro hidráulicos serán considerados en casos especiales. Los actuadores serán dimensionados para señales de 3 a 15 psig, a menos que el actuador estándar más grande sea inadecuado, en ese caso se utilizará posicionador con resorte de 6 a 30 psig. Actuadores de pistón serán utilizados cuando los actuadores de diafragma no puedan desarrollar suficiente fuerza para operar la válvula, o si la disponibilidad de espacio para instalar el sobre tamaño de la parte superior del diafragma es insuficiente, o el diafragma tiene una carrera muy corta. Actuadores tipo pistón que no posean resortes y los cuáles requieran para falla segura, serán equipados con válvula neumática (trip valve), estanque acumulador, cañerías y componentes necesarios para reemplazar la pérdida de presión de aire del suministro normal al actuador.
6. Las válvulas de control de apertura/cierre (no regulatoria) serán suministradas con dos interruptores de límite para indicación local y remota de la posición abierta o cerrada del pistón.

CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

7. Las válvulas de bloqueo serán normalmente de puerta completa. Cuando las válvulas de control son más pequeñas que el tamaño de la línea, las válvulas de bloque serán un tamaño más pequeñas que la línea. En ningún caso la válvula de bloque será más pequeña que la válvula de control.
8. Las válvulas de compuerta para pulpas deberán tener funcionalidad de limpieza exterior.
9. Las válvulas para limpieza en líneas de pulpa serán tipo compuerta con o sin funcionalidad de limpieza exterior.
10. Las válvulas de las líneas alternativas (bypass para propósitos de mantención) deberán tener una capacidad por lo menos igual al Cv calculado de la válvula de control pero no mayor a dos veces el Cv seleccionado de la válvula de control.
11. Todas las válvulas de control deben considerar volante manual salvo indicación contraria. Donde se use, el volante estará conectado en forma continua al lado de la válvula.
12. Válvulas reguladoras de presión (PCV) serán suministradas con manómetro en la entrada y en la salida.
13. Todas las conexiones eléctricas tendrán un grado de protección NEMA 4.

I. Dispositivos de Relevo de Presión

1. Válvulas de seguridad y de descarga serán normalmente del tipo actuada por resorte directo. Otros tipos de válvulas puede ser considerado para aplicaciones especiales.
2. Todas las válvulas de seguridad y de descarga, de diámetro mayor que 1", serán equipadas con brida. La capacidad mínima será ANSI 150#.
3. El material del cuerpo y capacidad estarán conforme a las especificaciones de cañería como mínimo. Los resortes serán de acero carbono, acero al tungsteno o acero inoxidable 316.
4. Válvulas de bloqueo puerta completa normalmente no serán instaladas en la entrada o salida de los dispositivos de relevo de presión. Cuando se dispongan, serán para propósitos de inspección o reparación, y estarán selladas o bloqueadas durante la operación normal en posición abierta.

J. Interruptores de Proceso y Solenoides

1. Interruptores para sistemas de alarma y enclavamiento serán usados sólo para aplicaciones on/off. Los contactos de los interruptores serán especificados secos con doble-polo y doble-tiro (DPDT), a menos que se indique lo contrario. La capacidad de los contactos será de 5 Amperes a 120 VAC, 60 Hz.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

2. Interruptores de nivel para arranque/detención de bombas de sumidero serán normalmente del tipo ultrasónico. Interruptores para detección de nivel bajo de la pila de almacenamiento, serán tipo nuclear con principio de detección por centelleo. Interruptores de nivel para otras aplicaciones pueden ser de otro tipo como los descritos para aplicaciones en transportadores (ver punto J-8).
3. Interruptores de presión para conexión directa a proceso, y para servicio de uso general, normalmente serán del tipo tubo Bourdon o diafragma con materiales y accesorios adecuados para el servicio, según se especifica en el punto D. Ellos cumplirán con los requerimientos de clasificación eléctrica y tendrán micro-interruptores.
4. Interruptores de temperatura locales serán del tipo sistema de bulbo lleno o tipo bimetálico. Ellos cumplirán con los requerimientos de clasificación eléctrica y tendrán micro-interruptores. Los interruptores serán completamente ajustables.
5. Interruptores de flujo tipo área variable serán usados para detectar flujo cero en la alimentación de agua de sello a las bombas que la requieran. Otros tipos serán considerados si es apropiado, dependiendo del valor del flujo, del tamaño de la cañería, exactitud requerida, etc. Se pueden considerar interruptores de flujo en base a dispersión térmica, desplazamiento, etc.
6. Válvulas solenoides serán normalmente usadas como pilotos para actuar otros instrumentos conectados directamente a fluidos de proceso, por ejemplo para controlar la adición de agua de sello para bombas. Cuando se requiera instalaciones al aire libre, ellas cumplirán con la clasificación de área y poseerán una protección de tipo NEMA 4X. Los solenoides se alimentarán en 120 VAC, 60 Hz.
7. El cuerpo de las válvulas solenoide seguirán las especificaciones de cañerías cuando se instalen en líneas de proceso. Materiales como bronce o aluminio no serán utilizados, a menos que se indique lo contrario.
8. Interruptores para Alimentadores y Correas Transportadoras
 - Los interruptores de cuerda de seguridad serán instalados en el lado del transportador accesible por las personas. Serán instalados cada 30 metros. Todos los transportadores considerarán por lo menos dos interruptores en la cola y dos interruptores en la cabeza. Todos los interruptores serán dobles excepto los ubicados en la cola y la cabeza. Los interruptores de cuerda de seguridad serán considerados como parada de emergencia y serán alambrados directamente al partidor del motor, y tendrán contactos secos para informar al sistema de control principal. Todos los interruptores de cuerda de seguridad tendrán indicador local de activación.
 - Interruptores de desalineamiento de correa serán instalados a lo largo del transportador cada 60 metros. Todos los transportadores deberán



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

considerar a lo menos dos interruptores en la cola y dos en la cabeza. Todos los interruptores de desalineamiento considerarán dos interruptores, el primero para alarma y el segundo para detención.

- Interruptores detectores de atollo de chutes serán del tipo detector de inclinación o tilt. Habrá solamente un interruptor para cada chute, a menos que se indique lo contrario.
- Interruptores de rasgadura de correa serán instalados bajo los transportadores en cada descarga de chute. Los interruptores de rasgadura de correa serán del tipo cuerda.
- Detector de metales, para evitar problemas con mineral magnético, este interruptor deberá considerar sensibilidad ajustable. Usualmente este instrumento será instalado después de una trampa magnética.
- Bocinas y luces estroboscópicas, para asegurar que personas no se encuentre al lado de transportadores, alimentadores o harneros, se instalarán estos dispositivos de modo que notifiquen por lo menos 10 segundos antes de la partida del equipo.
- Interruptores de velocidad cero, serán del tipo inductivo y se instalarán en la polea de cola de cada transportador. Habrá solo un interruptor para cada transportador.

K. Analizadores de Proceso y Sistemas de Análisis

1. Analizadores de tamaño de partícula estarán basados en tecnología láser o ultrasónica. Se requerirán un muestreador y las cañerías asociadas para llevar la muestra desde la línea de proceso al analizador. Por medio del arreglo de cañerías y muestreadores el analizador debe ser capaz de analizar más de una corriente del proceso.
2. Todas las partes húmedas serán de acero inoxidable, o equivalente, a menos que otro material sea requerido para minimizar la contaminación o erosión.
3. Se tomarán medidas apropiadas para prevenir que las líneas del muestreador se tapen debido al frío, condensación o por sólidos, tales como filtros, etc. Puntos de drenaje y limpieza se considerarán en el diseño.
4. El tiempo de transporte desde el punto de muestreo al analizador será menor a 1 minuto. Se usarán lazos de circulación rápida o líneas alternativas para alcanzar tiempos de respuesta rápidos.
5. Se dispondrá de instalaciones y/o dispositivos adecuados para proteger el analizador de condiciones indeseadas como: contra flujo, sobre presión u otra condición anormal.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

6. El analizador de HCN será tipo detector de gas. Este sensor operará con una célula de reactivo químico. Cuando una muestra de aire con HCN esté presente, una reacción electroquímica producirá una corriente proporcional a la concentración de HCN que un sensor electrónico detecta. El reactivo químico será del tipo célula electroquímica.
7. El analizador de Cianuro WAD (weak acid dissociable) deberá estar basado en tecnología de fotómetro Ultravioleta. Este instrumento deberá usarse para medir las concentraciones de Cianuro totales, es decir los iones CN^- libres y los compuestos de Cianuro en la corriente de proceso bajo análisis.
8. Los analizadores de Cloro, tanto Cloro libre como Cloro total, sensarán la presencia y cantidad de la molécula Cl_2 . Los dispositivos deberán poseer compensación automática de temperatura y pH (solo para el sensor de Cloro libre).

L. Analizadores de pH y potencial de óxido-reducción (ORP)

1. Los sensores trabajarán sumergidos en una solución montados desde la parte superior de un estanque, y serán removibles. Los sensores podrán instalarse en tuberías, para lo cual deberán ser provistos de todos los accesorios adecuados para su instalación, incluyendo válvula de aislación para desmontar el sensor si tener que detener el flujo que pasa por la cañería.
2. El sensor deberá poder removerse rápidamente desde los tanques, donde opera normalmente, hacia un recipiente de agua cuando el nivel del tanque desciende lo suficiente para exponer la punta sensora al aire.
3. Se deberá proveer de las instalaciones adecuadas para proteger al equipo contra flujo inverso, sobrepresión u otra condición anormal.
4. Los dispositivos deberán disponer de un mecanismo de auto-limpieza programable en la periodicidad y la duración del intervalo. Este mecanismo puede estar basado en chorro de agua o aire de instrumentación.

M. Cables

En general dependiendo del uso, los cables serán divididos en los siguientes grupos:

1. Cables de instrumentación: usados para señales 4-20mA HART y convencionales, señales de RTD's, termocuplas y señales de pulso en corriente continua. Los cables de instrumentación consistirán de pares o triadas. Cada conductor será #16 AWG para pares o triadas individuales y #18 AWG para multi-pares o multi-triadas con una chaqueta de PVC de aislación para 300 VAC y con cable de drenaje. Cada par será numerado y cada par consistirá de un cable negro y otro blanco. Cada par debe ser 100% blindado envuelto con una cinta con alambre de tierra desnudo.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

2. Cables de extensión para termocuplas consistirán de un par de cables con una chaqueta de PVC de aislación para 300 VAC.
3. Cables de suministro de energía deben ser multi-conductores 14 AWG, con conductores de 7 hebras sin blindaje y con una chaqueta de PVC de aislación para 600 VAC.
4. Cables de comunicación tales como Coaxial, Twinaxial o fibra óptica, deben ser especificados de acuerdo a la aplicación. Cuando se requieran cables redundantes, estos serán puestos en rutas diferentes entre las terminaciones.
5. Los cables deberán contar con terminales para su conexión a la bornera. Éstos serán de tipo tubular, en donde el cable ingresa para ser prensado. La punta del terminal permitirá su aplanamiento por la acción de la bornera a modo de evitar forzarla, impidiendo que ésta se ruede.

N. Sistema de detección y extinción de incendio

1. Un sistema de alarmas contra incendio (FAS) será utilizado para monitorear y alarmar todos los edificios especialmente las salas eléctricas y de control. El diseño incorporará las regulaciones de la NFPA para plantas industriales.
2. El sistema consistirá de paneles de control programables, ubicados en el interior de cada sala. Estos paneles deberán reportar a la estación de control principal instalada en sala principal del Sistema de Detección de Incendio vía red de comunicación dedicada. Esta estación estará basada en PC con pantalla gráfica a color y un software diseñado para monitorear alarmas, supervisar problemas y percibir cualquier otro evento detectado y reportado por paneles locales autónomos las alarmas de incendio.
3. Las siguientes entradas de dispositivos detectores y salidas de dispositivos de actuación estarán conectadas a panel local de alarmas de incendio:
 - Detectores de humo fotoeléctricos para instalación en el cielo de las salas eléctricas y detectores tempranos de humo para equipos eléctricos.
 - Puntos de llamada a alarma manual. Uno o dos dependiendo del tamaño de la sala.
 - Interruptores de flujo o presión, para monitorear la capacidad de los cilindros extintores.
 - Dispositivos como bocinas y luces estroboscópicas. La cantidad estará definida por la norma NFPA 72 y UFC.

Los dispositivos detectores y anunciadores que sean instalados en zonas de riesgo deberán ser a prueba de explosión o conectados con barreras intrínsecamente seguras a los paneles de control.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

4. Para salas eléctricas los medios de extinción estarán basados en FM-200 (Heptafluoropropano), el cual se almacena en cilindros presurizados. El FM-200 será lanzado vía válvulas solenoides activadas desde el panel local de alarmas de incendio.
5. El sistema de alarmas contra incendio deberá cubrir las siguientes áreas:
 - Oficinas administrativas
 - Laboratorios
 - Salas de control
 - Salas eléctricas
 - Almacenes
 - Talleres

O. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

1. El sistema de CCTV considerará cámaras distribuidas a lo largo y ancho de la planta para supervisar algunos puntos estratégicos. Los monitores del CCTV estarán ubicados en las salas de control.
2. El sistema CCTV considerará las siguientes características
 - a. Las cámaras podrán operar con fuentes de luz tenues. Se considerarán cámaras de 0.5 lux de sensibilidad.
 - b. Cuando se requiera las cámaras deberán estar completamente equipadas con control de pan, tilt y zoom.
 - c. Los lentes deberán tener auto-foco y/o auto-iris.
 - d. Las cámaras estarán contenidas en un encapsulado con ambiente controlado para protección contra altas temperaturas, humedad, polvo y ambientes altamente corrosivos.
 - e. Los controladores de video permitirán operaciones remotas de pan, tilt, foco, iris y conmutador de video y alarma.
 - f. Los monitores de video serán de 19", color y tendrán una resolución mínima de 500 líneas.
 - g. El enlace de comunicación de video será vía fibra óptica con una interfaz fibra óptica a conversores de video provistos con cables coaxiales.

CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

- h. Mediante un secuenciador, cada monitor podrá mostrar imágenes provenientes de cualquier cámara.

P. Sistema de Búsqueda y Llamada

1. El sistema de búsqueda y llamada considerará estaciones telefónicas distribuidas a lo largo y ancho de la planta, dentro y fuera de salas eléctricas y de control, para supervisar algunos puntos estratégicos como por ejemplo áreas de molienda, flotación, columnas de carbón, etc. Los monitores del CCTV estarán ubicados en la(s) sala(s) de control.
2. El sistema de Búsqueda y Llamada considerará las siguientes características:
 - a. Las estaciones de llamada serán de tipo telefónica, con diales selectores con botones, no se aceptarán selectores de manilla.
 - b. En el caso que lo requiera, se dispondrá de parlantes, en vez de bocinas al interior de las salas eléctricas.
 - c. Desde cualquier estación de llamada se podrá seleccionar cualquier otra área o punto de llamada.

Q. Salas de Control

1. Las salas de control con estaciones de operación (OWS) se ubicarán en las áreas de proceso. Las salas de control serán el punto de control para la operación y monitorearán la instrumentación y los controles necesarios para operar las áreas de proceso así como otros procesos auxiliares que requieran la operación de control centralizada.
2. Las salas de control serán presurizadas y acondicionadas con aire para mantener una temperatura entre los 20°C y los 24°C y una humedad relativa entre el 40% y 50%. La entrada a las salas de control tendrá un diseño de doble puerta. Proporcionará atenuadores para reducir los niveles de ruido a menos de 60 dBA.
3. Las salas de control incluirán espacio para escritorios y sillas.
4. El diseño de salas incluirá tamaños de puertas que permitan la entrada de las consolas de operación, paneles de control y otros equipos.
5. Las salas de control estarán ubicadas estratégicamente para proporcionar acceso a las áreas de operación y donde se requiera, proporcionará visibilidad de equipos en áreas críticas o áreas de operación.
6. La iluminación de las salas de control será con fluorescentes fijos montados a ras de cielo o en bajo relieve con paneles difusores, aproximadamente de 650 a 750 lux de iluminación mantenida promedio con controles de atenuación, de acuerdo al criterio de diseño eléctrico 000.265.65001.



CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

7. Las salas de control utilizará piso falso donde sea posible y practicable.
8. El diseño de las salas de control considerará espacio suficiente para permitir que las estaciones de operación sean accesibles por la parte frontal y posterior.

CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

6 PLANOS Y DOCUMENTOS

El diseño de instrumentación proporcionará los siguientes tipos de planos y documentos:

- **P&IDs:** Debe mostrar todas las líneas de productos, procesos servicios, etc. La nomenclatura y la simbología empleada deberá estar acorde con el estándar ISA S5.1 (“Instrument Symbols and Identification”) y el estándar ISA S5.3 (“Graphic Symbols for Process Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems”).
- **Especificaciones:** Proporcionarán las descripciones técnicas detalladas de los requerimientos del equipo. La especificación entregará toda la información necesaria para el proveedor del equipo, para satisfacer los estándares de diseño, requerimientos técnicos y condiciones de operación.
- **Hojas de Datos:** Describen las especificaciones técnicas para cada instrumento a ser provisto. La hoja de datos se harán bajo el estándar ISA S-20 o equivalente aprobado, con las condiciones de operación normal, máximas y mínimas y todos los rangos y ajustes de interruptores, cuando sea posible.
- **Listado de Instrumentos:** Incluye todos los instrumentos especificados en los P&IDs, incluyendo el número de tag, servicio, tipo de instrumento, marca, modelo, orden de compra, referencia de planos P&ID, diagrama de lazo y detalle de montaje.
- **Listado de Entradas/Salidas:** El listado permitirá la calibración del sistema de control y la asignación de carga a los procesadores según lo dispuesto en los requerimientos funcionales del proceso. Este listado indicará el tag de la señal y una breve descripción de su funcionalidad.
- **Listado de Circuitos:** Identifica cada etiqueta de cable, la especificación del cable, el número de conductores, descripción física, el grado de aislación, el trayecto de la ruta, y la ubicación de los extremos.
- **Listado de Materiales:** Incluye cables de comunicación, cables de fuerza, cables de instrumentación a cajas de conexionado, conectores, elementos para canalización soportes para montaje de instrumentos, etc.
- **Ubicación de Instrumentos:** Mostrará la ubicación aproximada en la planta de los instrumentos, paneles de control, cajas de conexionado, etc.
- **Diagramas de Lazo:** Mostrará el lazo entero, identificando los terminales, cables desde los controladores hasta los instrumentos y elementos finales de control. El diagrama de lazo identificará todos los números de terminales, números de paneles y equipos.
- **Diagramas Funcionales:** Será hecho en formato SAMA que indica como se realizará la lógica. Todas las señales externas e internas serán identificadas y referenciadas si se utilizan en otra lógica. Cada alarma y enclavamiento debe ser identificado.
- **Filosofía de Control:** Describe los controles análogos y digitales mostrados en los P&IDs y diagramas funcionales. Además de una lista de enclavamientos y permisivos para cada dispositivo a controlar. Y un listado de alarmas con sus respectivos valores.



RITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN

ADJUNTOS

Documentos típicos:

- Hojas de Dato (ejemplo: flujómetro magnético)
- Listado de Instrumentos
- Listado de Entradas/Salidas
- Listado de Circuitos
- Listado de Materiales
- Disposición de Instrumentos
- Diagrama de Lazo
- Diagrama Funcional
- Filosofía de Control

Unipolar o Multipolar - PVC/PVC - 600 Volt - 75°C - ICEA S-95-658

MN COPERINT®



MN COPERINT®
Multipolar 600 Volt
(PVC)



Aplicaciones

Redes fijas de distribución de energía en: fábricas, depósitos, salas de máquinas, distribuidoras de energía, etc. Apto para instalaciones aéreas en bandeja, enterrados en ductos o directamente enterrados.

Características

Temperatura máxima: 75°C de servicio, 90°C de sobrecarga, 160°C de cortocircuito
Tensión nominal: 600 Volt CA.
Norma constructiva: ICEA S-95-658
Norma de fuego: ICEA T-30-520
Norma de conductores: ASTM B 172, ASTM B 173, ASTM B 174

Descripción

Conductor: Cobre electrolítico recocido en formación flexible
Aislación: PVC
Identificación: Método 3 tabla E2, color negro con letras blancas o amarillas
Cubierta: PVC negro, no propagante del incendio, resistente a la luz solar y aceite mineral.

Opcionales

Armadura: Cables unipolares con doble fleje helicoidal de aluminio. Cables multipolares con alambres helicoidales o doble fleje helicoidal de acero cincado.

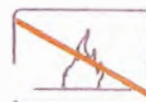
Instalación

Montaje: Radio mínimo de curvatura igual a 7 x diámetro exterior del cable para cables sin armar y de 12 x diámetro exterior del cable para cables armados.
Tracción máxima: 5daN/mm² aplicados sobre los conductores de cobre. En cables armados con alambres se puede usar 10daN/mm² aplicados sobre los alambres de la armadura.
Temperatura de montaje: Igual o mayor a 5°C.

Alternativa

Conductor: Bajo pedido los cables pueden ser suministrados con cuerdas semirígidas en clase B, C o D según ASTM B 8.

Atributos Destacados



No propagación de incendio



Resistente a la Luz Solar



Resistente al Aceite Mineral



Mercado Internacional



Instalación Industrial



Marcación Secuencial

Características eléctricas

Sección nominal AWG/MCM	Resistencia eléctrica a 70° en CA.		Reactancia inductiva a 60hz		Intensidad admisible en aire (2) Amper	Intensidad admisible en tierra (3) Amper
	Unipolares Ohm/km	Multipolares Ohm/km	Unipolares (1) Ohm/km	Multipolares Ohm/km		
14	10,32	10,53	0,180	0,130	26	20
12	6,52	6,65	0,170	0,123	31	25
10	4,08	4,16	0,159	0,114	44	35
8	2,56	2,61	0,152	0,114	62	50
6	1,61	1,65	0,144	0,108	84	65
4	1,01	1,03	0,137	0,102	110	85
2	0,637	0,649	0,130	0,098	150	115
1	0,507	0,517	0,136	0,102	172	130
1/0	0,401	0,409	0,131	0,098	202	150
2/0	0,319	0,326	0,127	0,096	233	175
3/0	0,254	0,259	0,122	0,092	273	200
4/0	0,202	0,206	0,124	0,091	317	230
250	0,172	0,175	0,124	0,093	356	255
300	0,144	0,147	0,121	0,091	392	285
350	0,124	0,127	0,120	0,090	444	310
400	0,110	0,112	0,118	0,089	480	335
500	0,090	0,092	0,115	0,087	546	380
600	0,077	0,078	0,115	0,088	607	420
700	0,068	--	0,113	--	664	460
750	0,064	--	0,112	--	691	475

(1) Tres cables unipolares en un plano en contacto entre si.

(2) Cables de hasta 3 conductores instalados en aire a 40°C según NEC tabla 310-17. Para 4 o 5 conductores multiplicar los valores de tabla por 0,8.

(3) Cables de hasta 3 conductores directamente enterrados con temperatura ambiente igual a 30°C según NEC tabla 310-16. para 4 o 5 conductores multiplicar los valores de tabla por 0,8.

Dimensiones y Pesos

Conductores x calibre N° x AWG/MCM	Código	Diámetro exterior mm	Peso kg/km	Conductores x calibre N° x AWG/MCM	Código	Diámetro exterior mm	Peso kg/km
1x14	MN 0114	6,5	61	2x600	MN 2600	67,8	9374
1x12	MN 0112	6,9	77	3x14	MN 0314	11,4	187
1x10	MN 0110	7,6	101	3x12	MN 0312	12,3	237
1x8	MN 0108	9,4	153	3x10	MN 0310	14,4	342
1x6	MN 0106	10,2	204	3x8	MN 0308	18,4	540
1x4	MN 0104	11,3	285	3x6	MN 0306	20,2	716
1x2	MN 0102	12,6	401	3x4	MN 0304	26,1	1215
1x1	MN 0101	15,4	553	3x2	MN 0302	28,9	1638
1x1/0	MN 11/0	16,6	660	3x1	MN 0301	33,3	2145
1x2/0	MN 12/0	17,9	802	3x1/0	MN 31/0	35,9	2548
1x3/0	MN 13/0	19,8	1034	3x2/0	MN 32/0	38,7	3065
1x4/0	MN 14/0	22,0	1247	3x3/0	MN 33/0	44,3	4056
1x250	MN 1250	23,9	1442	3x4/0	MN 34/0	48,4	4834
1x300	MN 1300	25,7	1788	3x250	MN 3250	52,5	5600
1x350	MN 1350	26,7	2033	3x300	MN 3300	56,3	6831
1x400	MN 1400	27,9	2199	3x350	MN 3350	58,5	7680
1x500	MN 1500	30,9	2693	3x400	MN 3400	61,1	8317
1x600	MN 1600	33,1	3231	3x500	MN 3500	67,6	10177
1x700	MN 1700	35,3	3675	3x600	MN 3600	74,0	12351
1x750	MN 1750	36,2	3920	3x14+1x14	MN 0314 0114	12,5	235
2x14	MN 0214	10,7	157	3x12+1x12	MN 0312 0112	14,2	324
2x12	MN 0212	11,5	196	3x10+1x10	MN 0310 0110	15,8	432
2x10	MN 0210	12,8	258	3x8+1x10	MN 0308 0110	19,1	601
2x8	MN 0208	17,2	443	3x6+1x8	MN 0306 0108	22,8	881
2x6	MN 0206	18,9	577	3x4+1x8	MN 0304 0108	27,3	1341
2x4	MN 0204	24,7	991	3x2+1x6	MN 0302 0106	30,2	1808
2x2	MN 0202	27,3	1311	3x1+1x6	MN 0301 0106	33,8	2271
2x1	MN 0201	31,3	1716	3x1/0+1x6	MN 31/0 0106	36,0	2641
2x1/0	MN 21/0	33,7	2028	3x2/0+1x6	MN 32/0 0106	38,4	3118
2x2/0	MN 22/0	36,3	2424	3x3/0+1x4	MN 33/0 0104	44,0	4159
2x3/0	MN 23/0	40,1	3067	3x4/0+1x4	MN 34/0 0104	46,2	4715
2x4/0	MN 24/0	44,0	3666	3x250+1x4	MN 3250 0104	52,5	5736
2x250	MN 2250	49,3	4438	3x300+1x3	MN 3300 0103	56,3	7003
2x300	MN 2300	52,9	5361	3x350+1x3	MN 3350 0103	58,5	7852
2x350	MN 2350	54,9	5988	3x400+1x3	MN 3400 0103	61,1	8489
2x400	MN 2400	57,3	6487	3x500+1x2	MN 3500 0102	67,6	10392
2x500	MN 2500	63,3	7928	3x600+1x2	MN 3600 0102	74	12566

Par, terna y cuadrete con o sin blindaje - 600 Volt - 90°C - TC -
 ICEA S-73-532 - Armados y sin armar

Aplicaciones

Circuitos de instrumentación electrónica, señales digitales y analógicas (4-20mA). Monitoreo de señales de alarma. Medición y monitoreo de presión, temperatura, volumen. Detección de pérdidas de gas y/o fluidos. Circuitos de seguridad intrínseca.

Características

- Temperatura máxima:** 90°C de servicio.
- Tensión nominal:** 600 Volt.
- Norma constructiva:** ICEA S-73-532
- Norma de fuego:** ICEA T-30-520.
- Norma de conductores:** ASTM B8 clase B.
- Código NEC:** Art. 340 TC - Art. 501 áreas clasificadas CI1 Div.2 y CI2 Div.2.
- Norma hidrocarburos:** NFC 32-200 - ASTM D 1239.

Descripción

Conductor: Cobre electrolítico recocido en formación de 7 hilos, clase B.

Aislación: PVC/Nylon

Identificación:

- Par: 
- Terna: 
- Cuadrete: 
- Par seguridad intrínseca: 
- Terna seguridad intrínseca: 
- Cuadrete seguridad intrínseca: 

Paso del trenzado: 50mm (20 torsiones por metro).

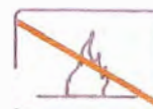
Par sin blindar: Encintado de poliéster.

Blindaje: Cinta helicoidal de aluminio-poliéster mas conductor de drenaje de cobre estañado en formación 7 hilos, clase B.

Cubierta: PVC negro (azul para seguridad intrínseca), no propagante del incendio, resistente a la luz solar, e hidrocarburos.

Desgarre: Hilo de poliamida bajo la cubierta.

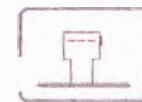
Atributos Destacados



No propagación de incendio



Resistente a la Luz Solar



Resistente a Hidrocarburos



Marcación Secuencial



Mercado Internacional



MILIAR®
 Par blindado.



Armadura y cuadrete con o sin blindaje - 600 Volt - 90°C - TC -
EAS-73-532 - Armados y sin armar



Opcionales:

Armadura: Corona helicoidal de acero cincado o armadura de interlock de aluminio mas cubierta de PVC negro (azul para seguridad intrínseca), no propagante del incendio, resistente a la luz solar e hidrocarburos.

■ Ver nota técnica N° 8 "CABLES ARMADOS"

Cubierta: No propagante de incendio y resistente al aceite mineral

Instalación

Montaje: Radio mínimo de curvatura igual a 7 x diámetro exterior del cable para cables sin armar y de 12 x diámetro exterior del cable para cables armados.

Tracción máxima: 5daN/mm² aplicados sobre los conductores de cobre. En cables armados con alambres se puede usar 10daN/mm² aplicados sobre los alambres de la armadura.

Temperatura de montaje: Igual o mayor a 5°C

Alternativas

Normas constructivas: UL 83 - ICEA S-82-552

Materiales: Los datos consignados corresponden a la versión estándar, pudiendo ser utilizadas a pedido todas las variantes de materiales o construcciones que figuran en nuestro apéndice técnico.



Blindaje Al/Pt



Encintado poliéster

AY MILIAR®

Par sin blindar.

Características eléctricas

Descripción	Unidad	20AWG / 0,52 mm ²		18AWG / 0,82 mm ²		16AWG / 1,31 mm ²		14AWG / 2,08 mm ²		12AWG / 3,31 mm ²	
		S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado	S/Blindar	Blindado
Resistencia eléctrica a 20°C en C.C	Ohm/km	35,78	35,78	22,78	22,78	14,25	14,25	8,94	8,94	5,63	5,63
Capacidad mutua entre conductores	pF/m	86	160	80	136	101	186	112	210	125	235
Impedancia característica	Ohm	87	50	100	55	75	40	67	36	60	32
Inductancia mutua entre conductores	uH/km	636	636	689	689	578	578	544	544	515	515

^{pF/m} Capacidad mutua entre conductores en picoFaradio por metro.

^{uH/km} Inductancia mutua entre conductores en microHenry por kilómetro.

Dimensiones y Pesos

Tipo	Calibre AWG		Cables sin armar			Cables armados con alambres de acero cincado			
	Conductor	Drenaje	Código	Diámetro exterior mm	Peso kg/km	Código	Diam. bajo armadura mm	Diámetro exterior mm	Peso kg/km
Par sin blindaje	20	--	AY 0500	5,8	40	AY 0500 H	5,8	9,7	182
Par sin blindaje	18	--	AY 0510	6,5	52	AY 0510 H	6,5	10,4	209
Par sin blindaje	16	--	AY 0520	7,2	67	AY 0520 H	7,2	11,1	239
Par sin blindaje	14	--	AY 0530	7,9	86	AY 0530 H	7,9	11,8	274
Par sin blindaje	12	--	AY 0580	8,9	117	AY 0580 H	8,9	12,8	326
Par blindado	20	22	AY 5000	5,9	45	AY 5000 H	5,9	9,8	191
Par blindado	18	20	AY 5100	6,6	58	AY 5100 H	6,6	10,5	216
Par blindado	16	18	AY 5200	7,3	76	AY 5200 H	7,3	11,2	249
Par blindado	14	18	AY 5300	8,0	96	AY 5300 H	8,0	11,9	284
Par blindado	12	18	AY 5800	9,0	126	AY 5800 H	9,0	12,9	336
Terna blindada	20	22	AY 6000	6,2	54	AY 6000 H	6,2	10,1	206
Terna blindada	18	20	AY 6100	7,0	72	AY 6100 H	7,0	10,9	240
Terna blindada	16	18	AY 6200	7,6	94	AY 6200 H	7,6	11,5	273
Terna blindada	14	18	AY 6300	8,5	124	AY 6300 H	8,5	12,4	323
Terna blindada	12	18	AY 6800	9,5	167	AY 6800 H	9,5	14,1	410
Cuadrete blindado	20	22	AY 9000	6,7	65	AY 9000 H	6,7	10,6	227
Cuadrete blindado	18	20	AY 9100	7,5	87	AY 9100 H	7,5	11,4	265
Cuadrete blindado	16	18	AY 9200	8,3	115	AY 9200 H	8,3	12,2	309
Cuadrete blindado	14	18	AY 9300	9,2	153	AY 9300 H	9,2	13,1	367
Cuadrete blindado	12	18	AY 9800	10,4	210	AY 9800 H	10,4	15,0	471

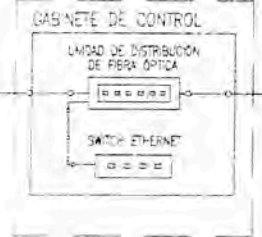
Significado de la letra final en los códigos de cables armados.
Letra H: Alambres dispuestos helicoidalmente de acero cincado

SALA DE CONTROL - DISPATCH



LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	CABLE FIBRA OPTICA MONOMODO 24 HILOS (ETHERNET)
	PATCH CORD DE F.O. (ETHERNET)
	CABLE DE INSTRUMENTACION (4-20mA)
	CABLE DE CONTROL (120 VAC)
	CABLE F/UTP CATEGORIA 6 (ETHERNET)
	CABLE DEVICENET

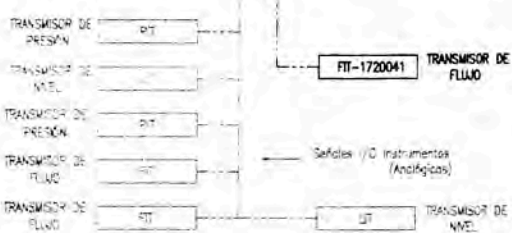
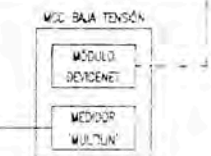
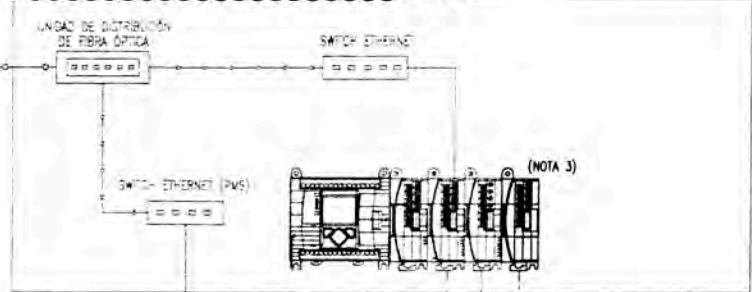
RESERVORIO SAN JOSE



SPICE BOX 18

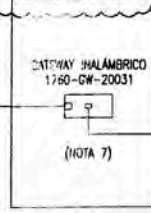
LAGUNA SAN JOSE 1

GABINETE PLC DE LAGUNA SAN JOSE (EXISTENTE) 1

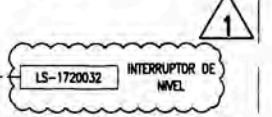
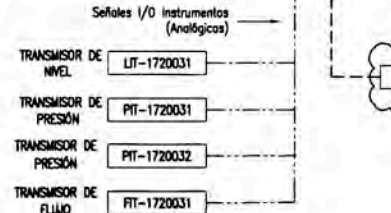
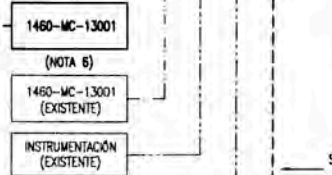
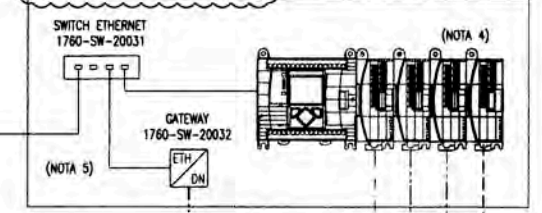


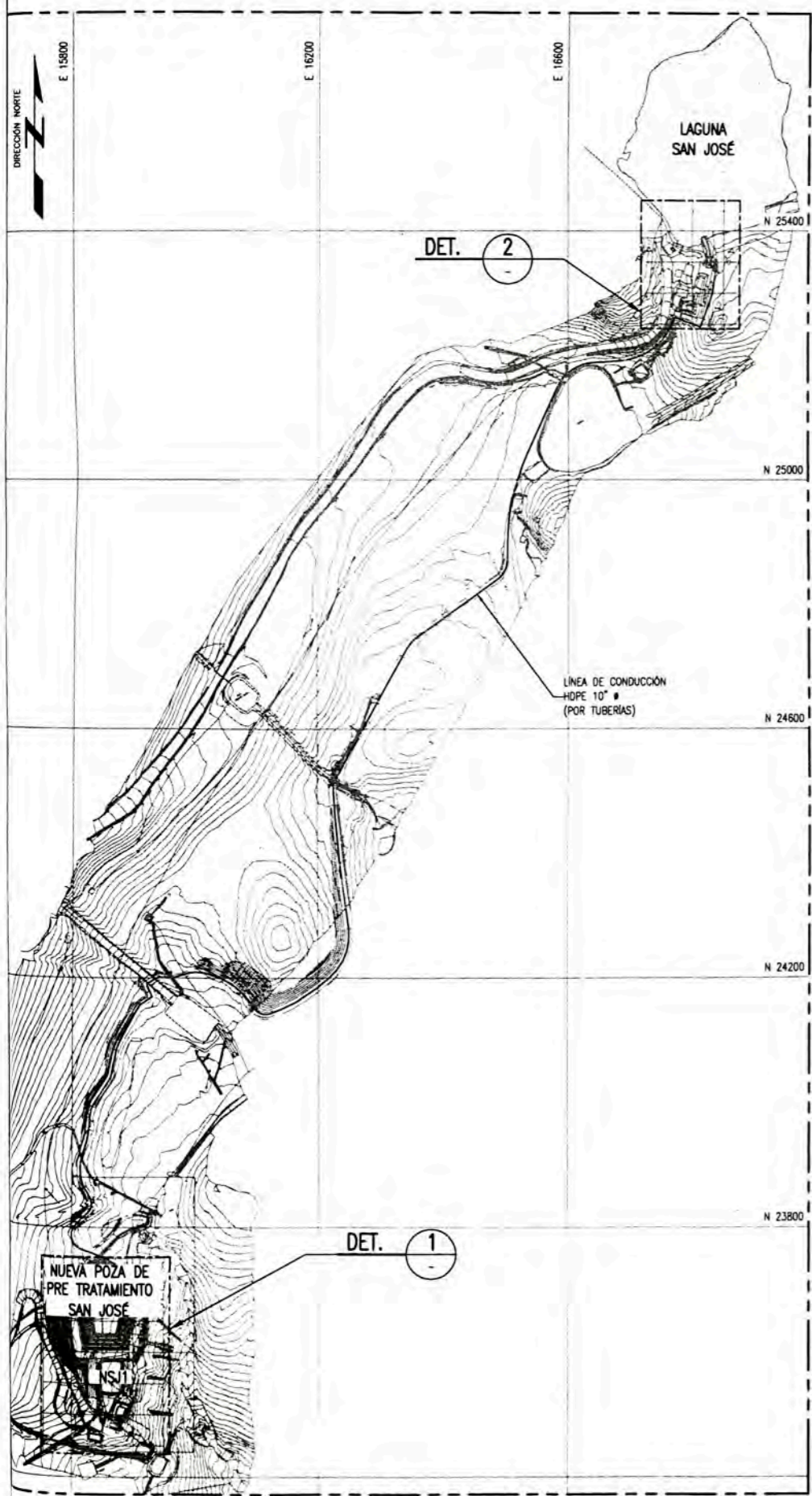
POZA NSJ1 - PRETRATAMIENTO SAN JOSE 1

GABINETE DE COMUNICACIONES EXISTENTE (EXISTENTE) 1



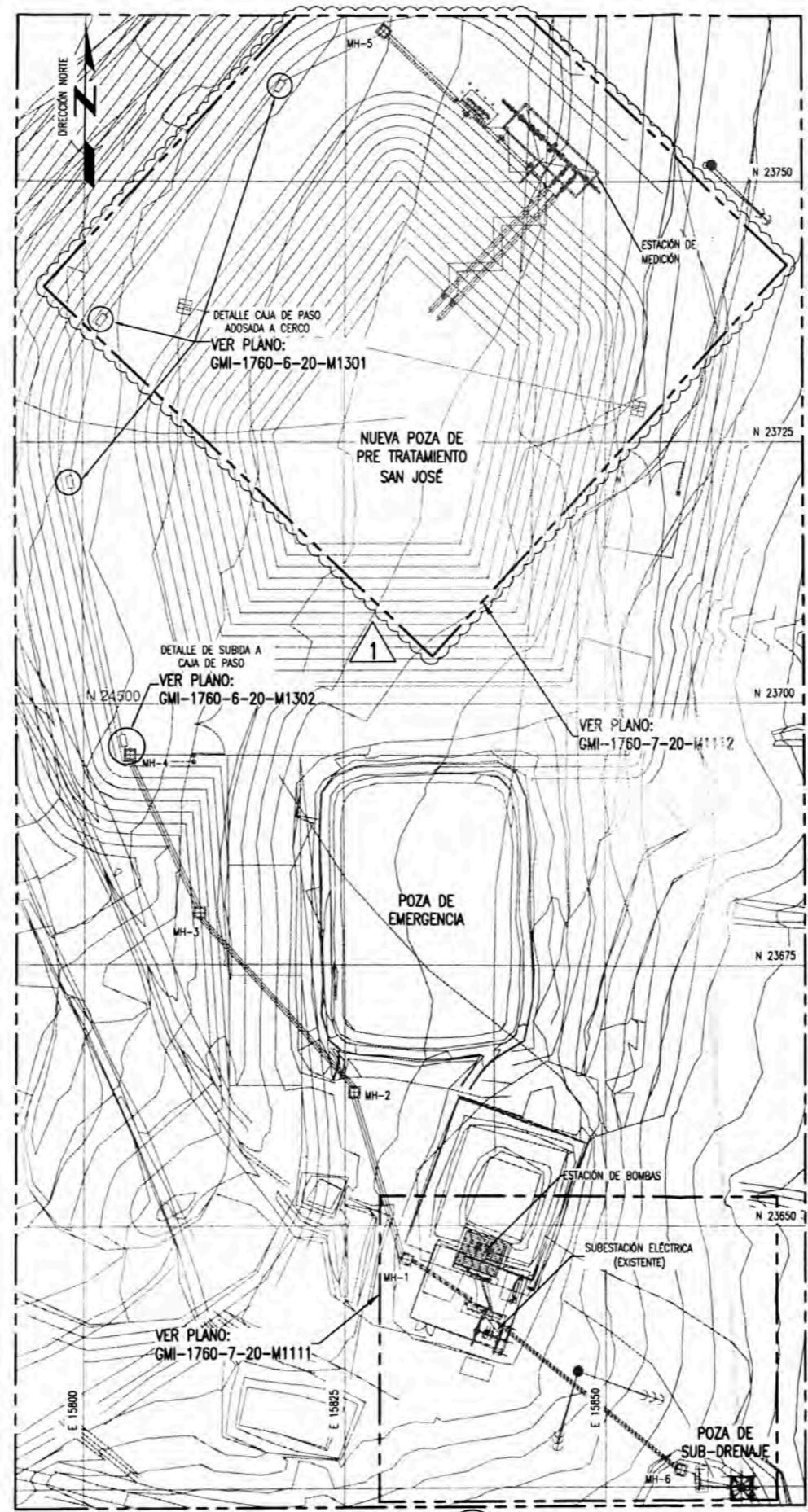
GABINETE PLC NSJ1 (EXISTENTE) 1



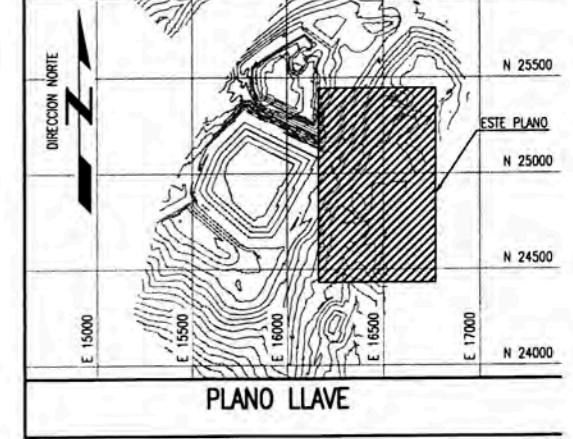


DET. 1

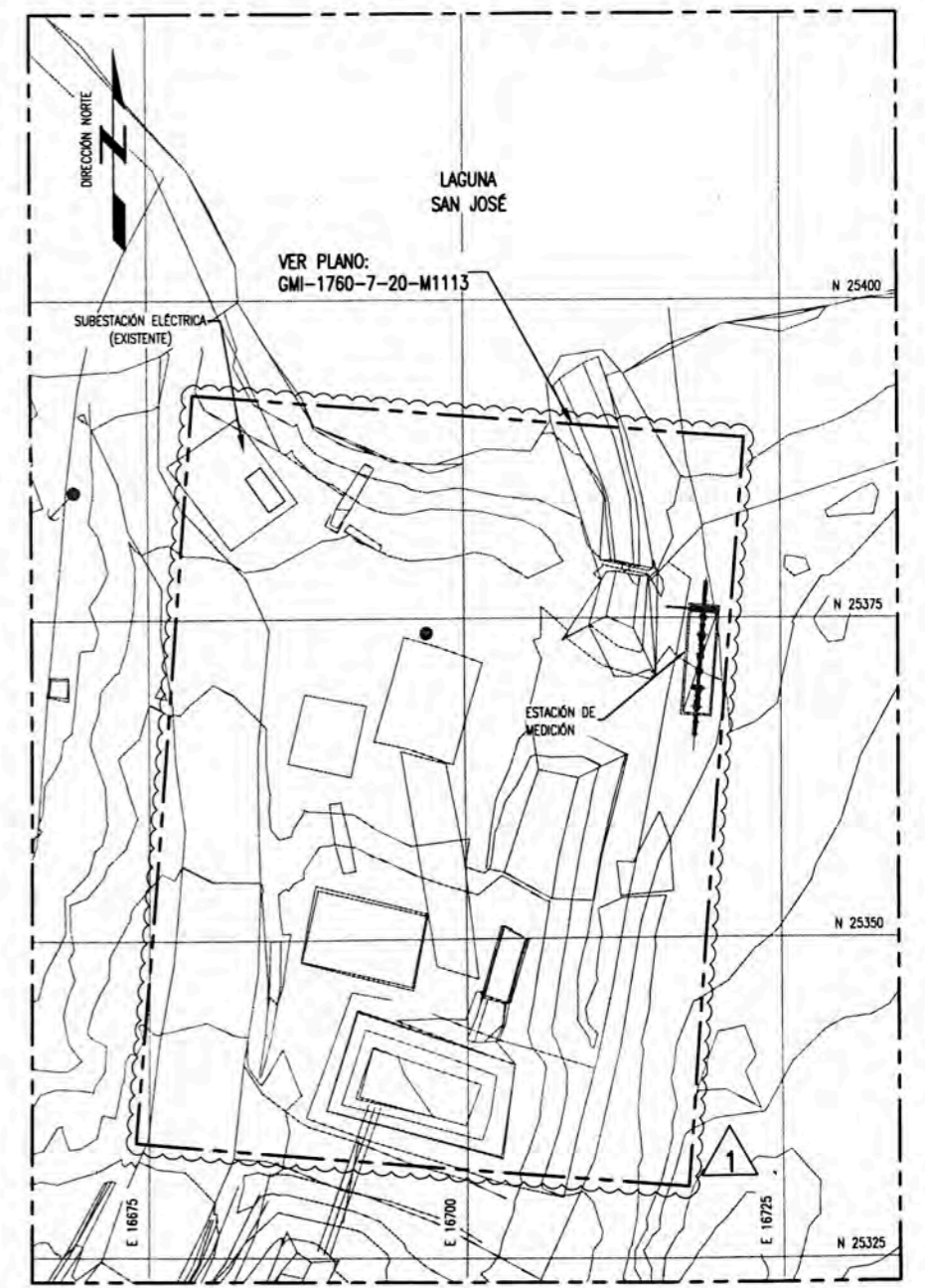
PLANTA
1:2500



DETALLE 1
1:300

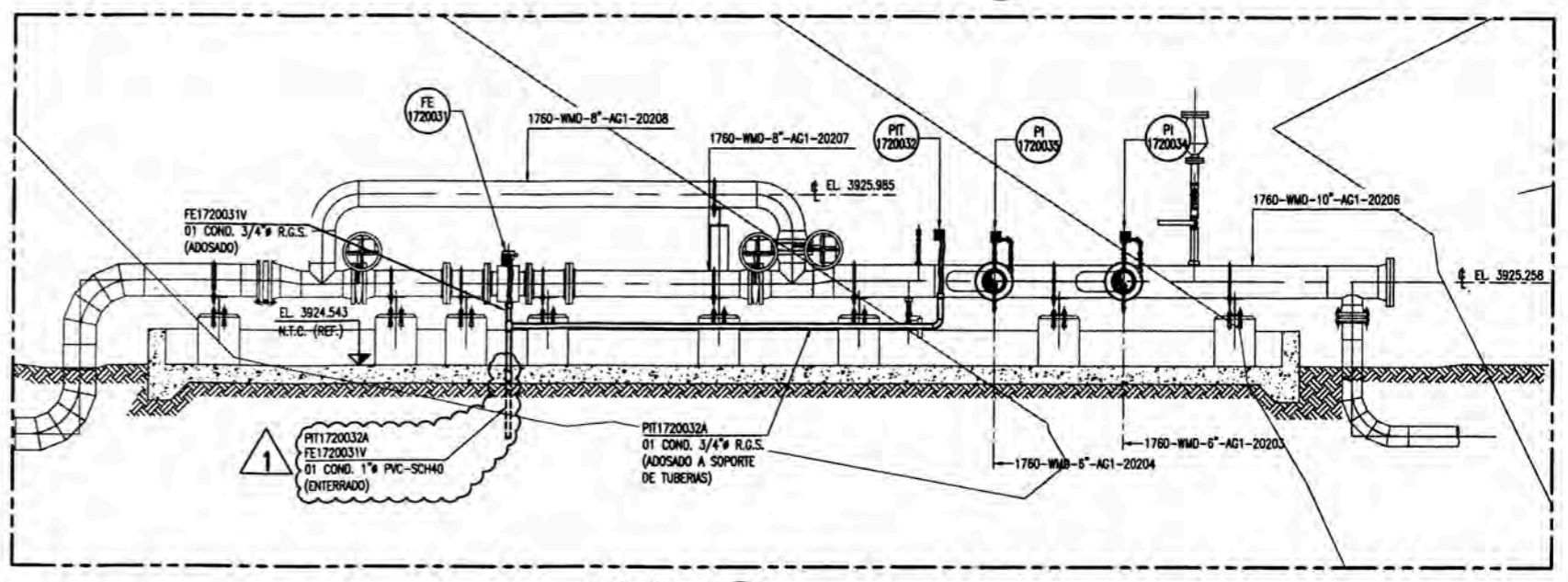
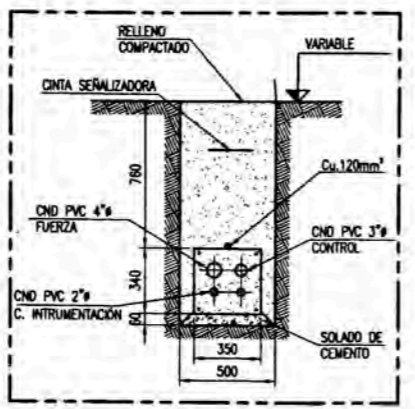
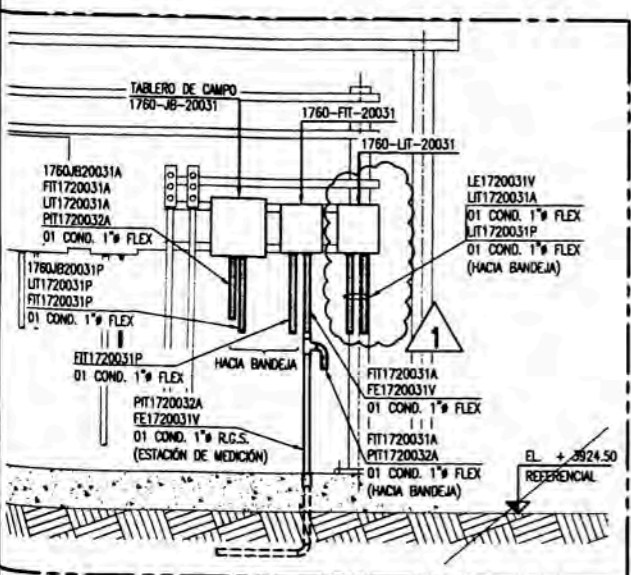
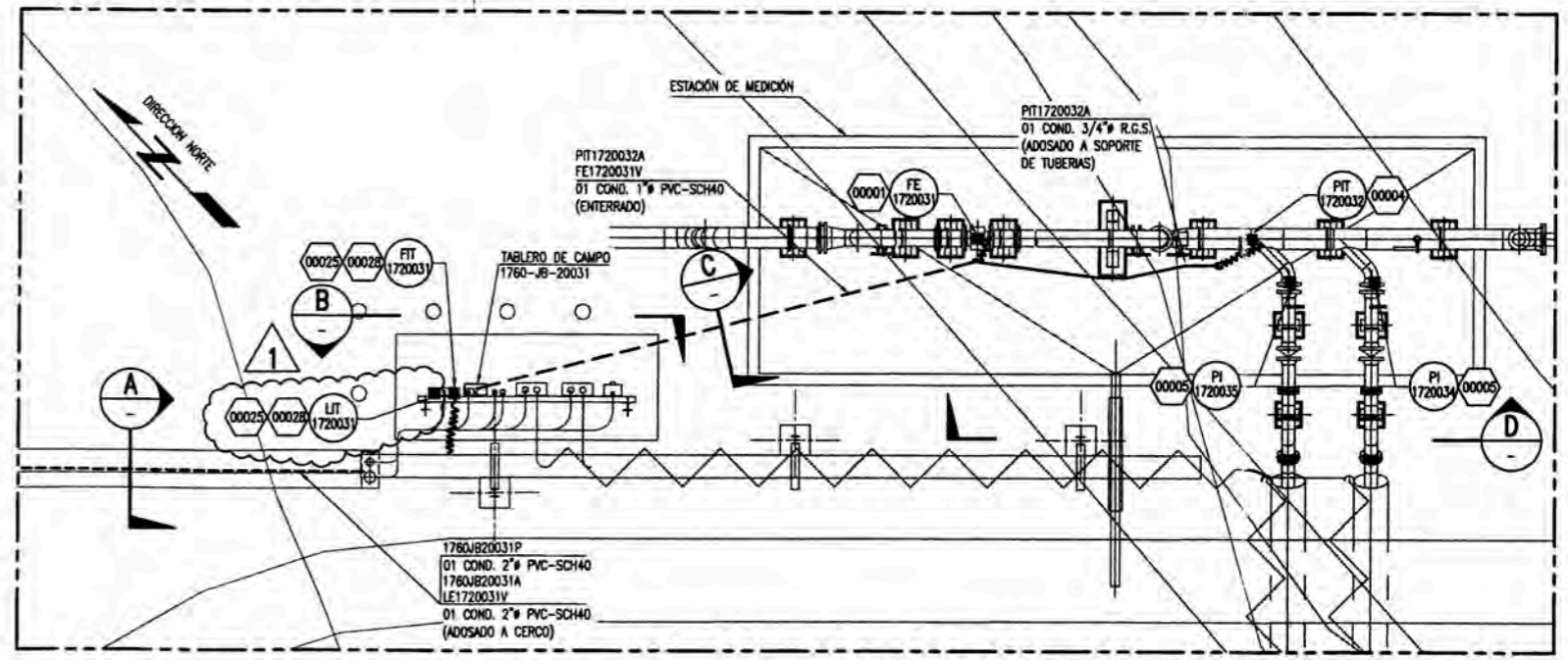
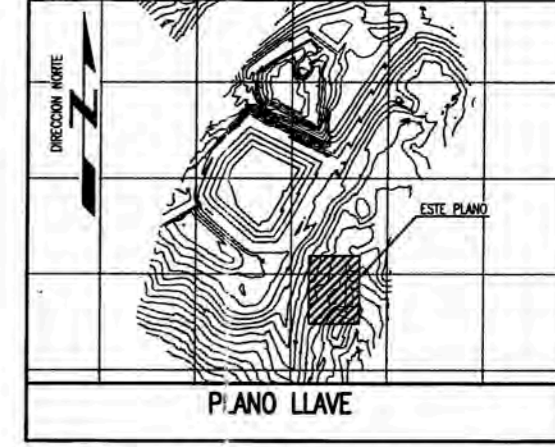
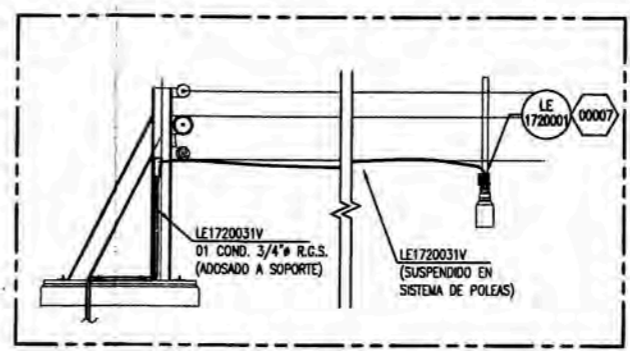
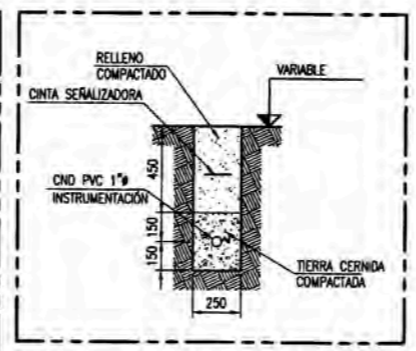
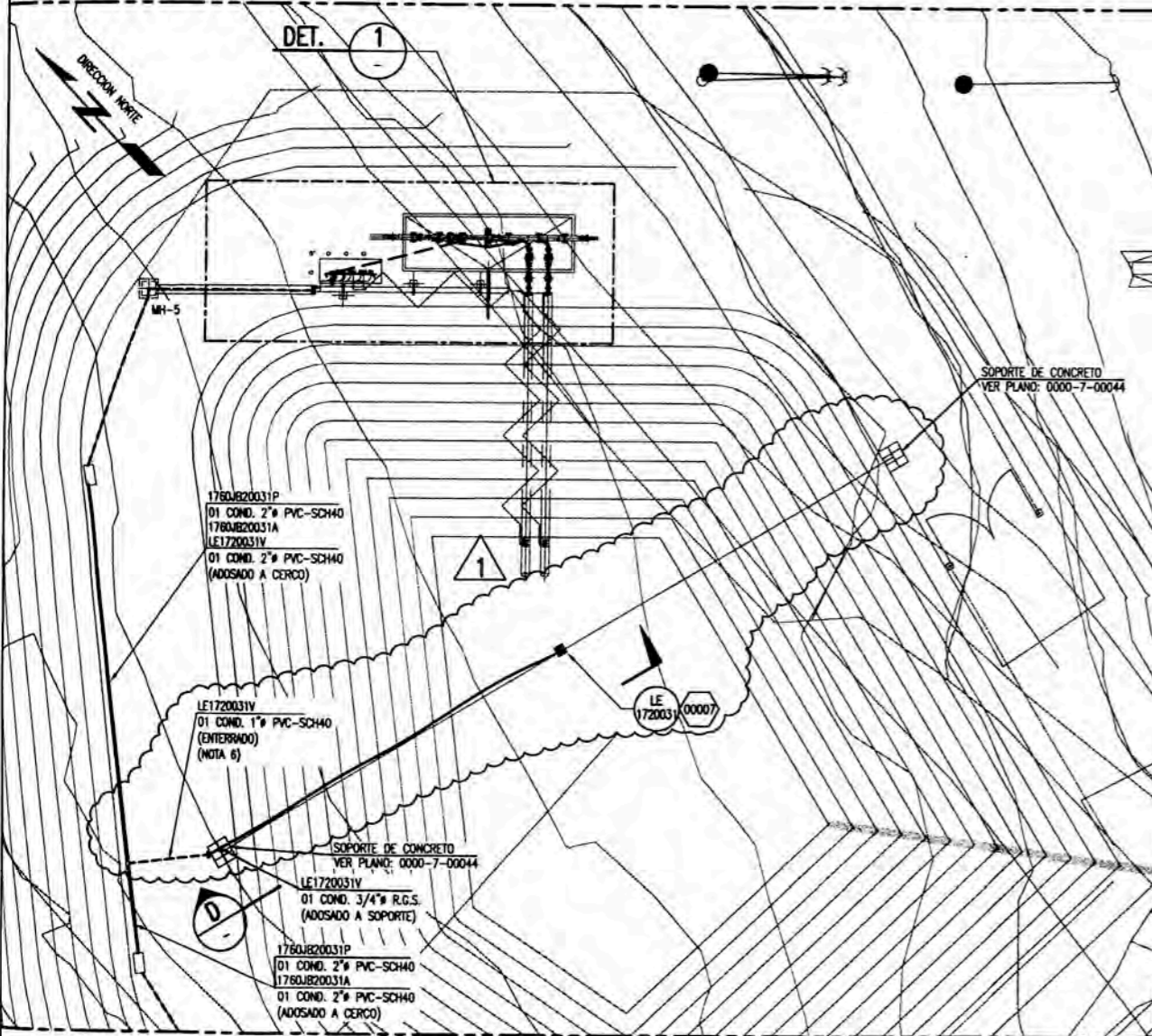


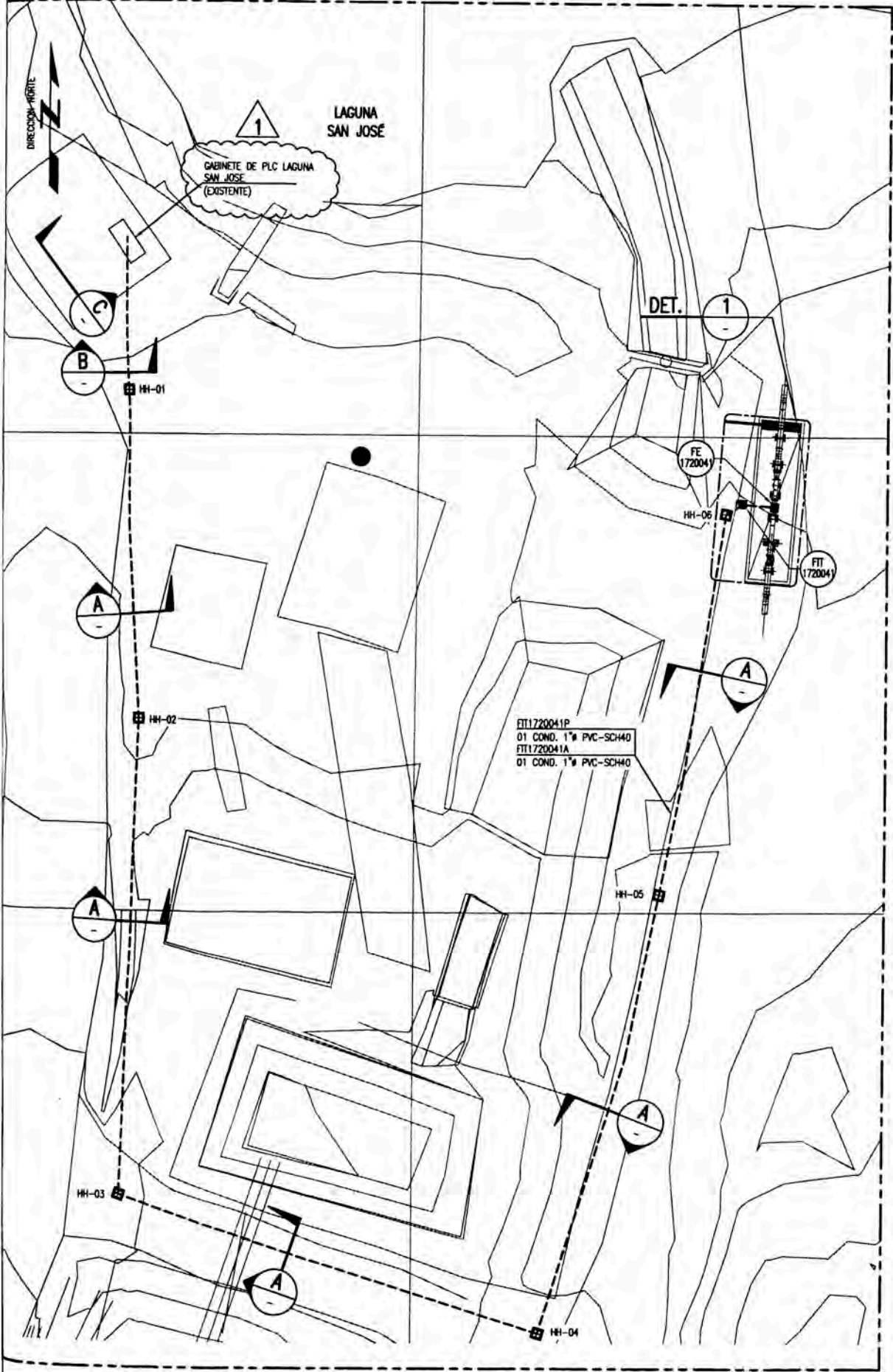
PLANO LLAVE



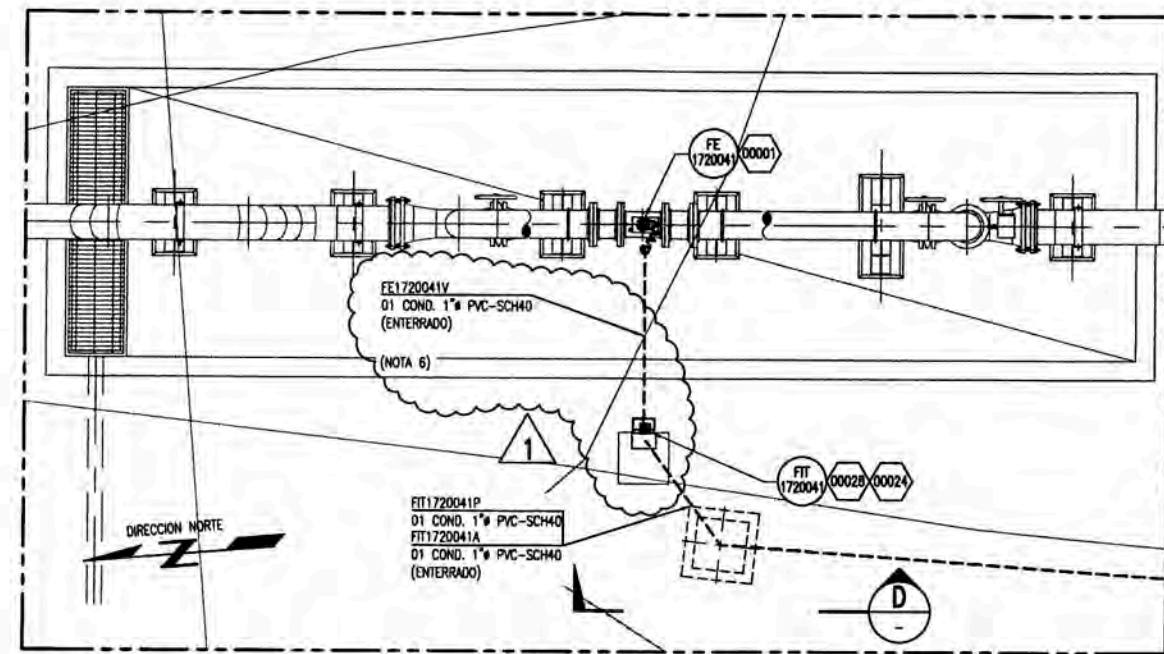
DETALLE 2
1:300

TODAS LAS COORDENADAS ESTÁN EN m (S.I.C.).
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN mm (S.I.C.).

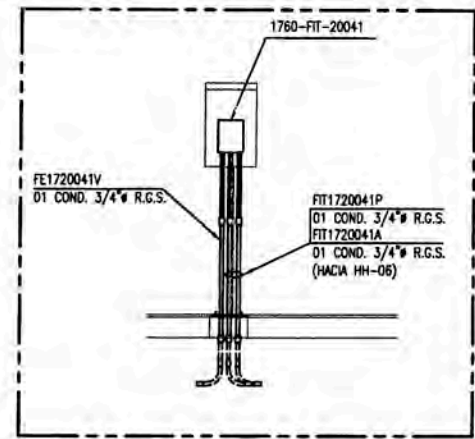




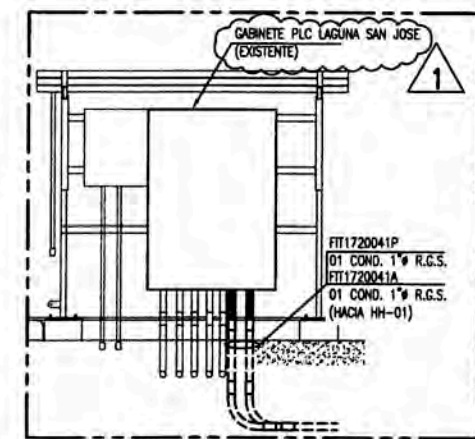
PLANTA
1:100



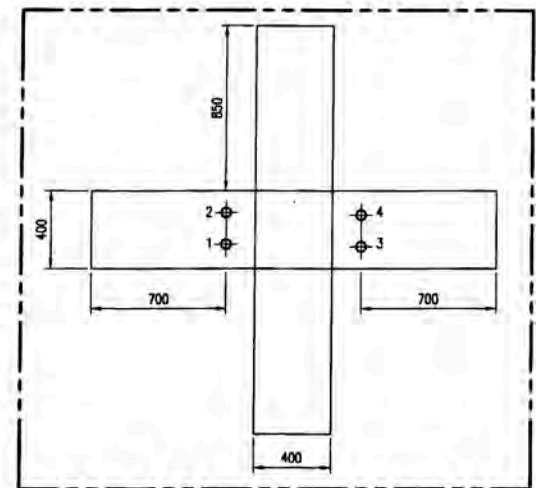
DETALLE
1:30



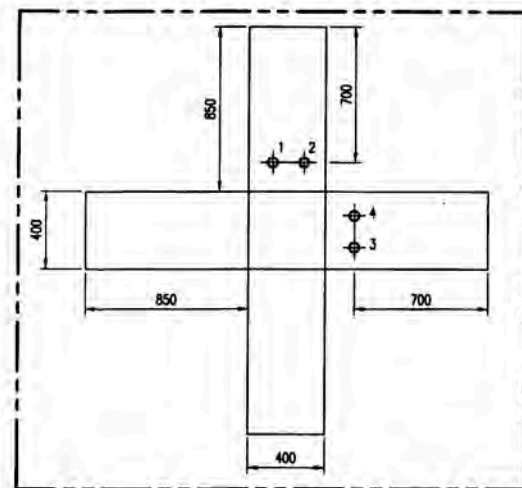
SECCIÓN D
ESC. 1:30



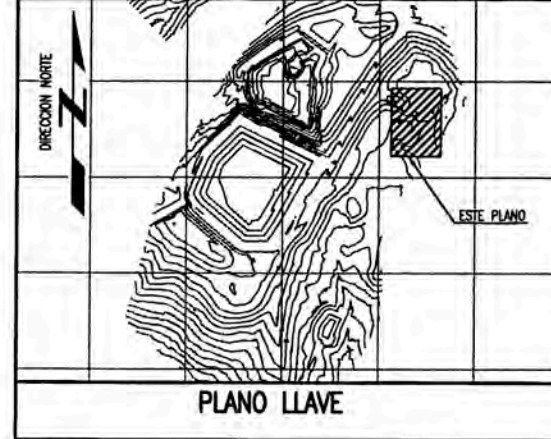
SECCIÓN C
ESC. 1:30



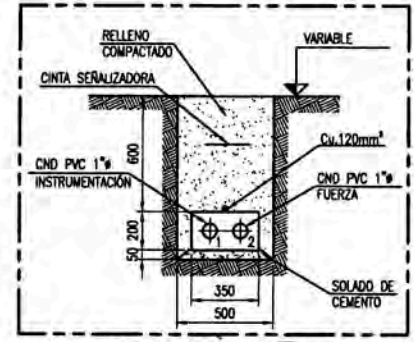
HH-01/02/05
1:20



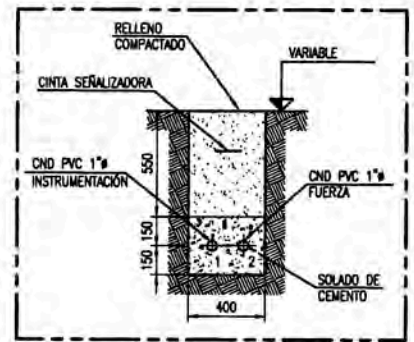
HH-03/04/06
1:20



PLANO LLAVE



SECCIÓN A
ESC. 1:20

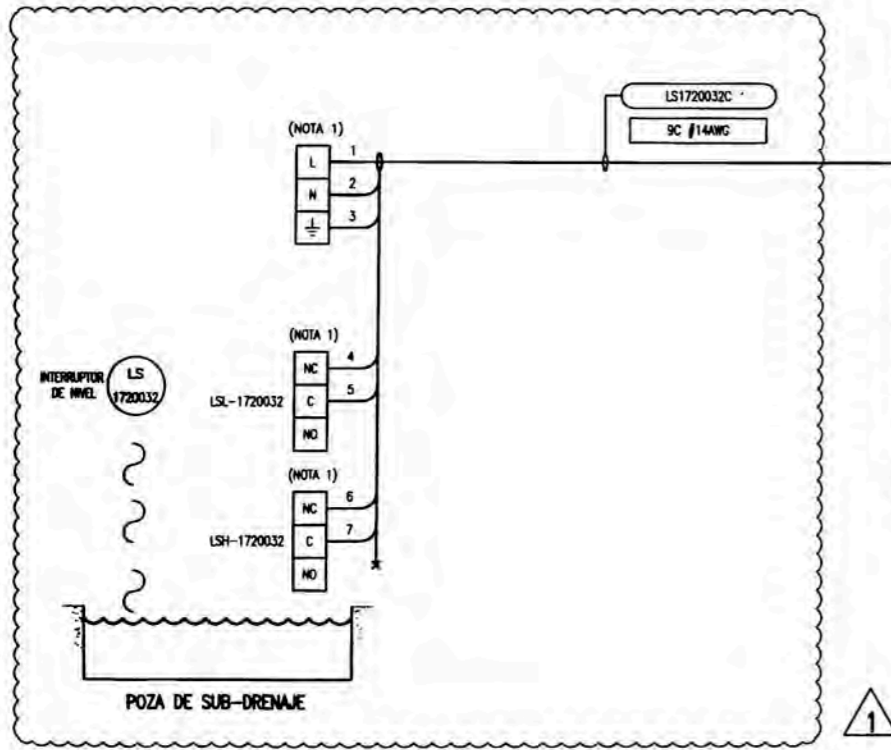


SECCIÓN B
ESC. 1:20

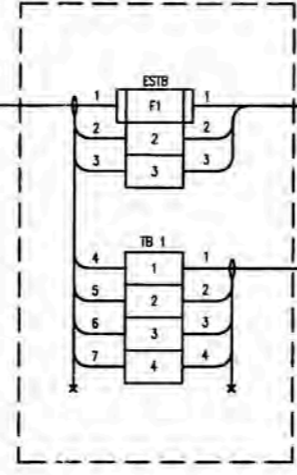
HH-01/02/05		
POS.	CONDUIT	CABLES
1	1" PVC-SCH40	FIT1720041A
2	1" PVC-SCH40	FIT1720041P
3	1" PVC-SCH40	FIT1720041A
4	1" PVC-SCH40	FIT1720041P

HH-03/04/06		
POS.	CONDUIT	CABLES
1	1" PVC-SCH40	FIT1720041A
2	1" PVC-SCH40	FIT1720041P
3	1" PVC-SCH40	FIT1720041A
4	1" PVC-SCH40	FIT1720041P

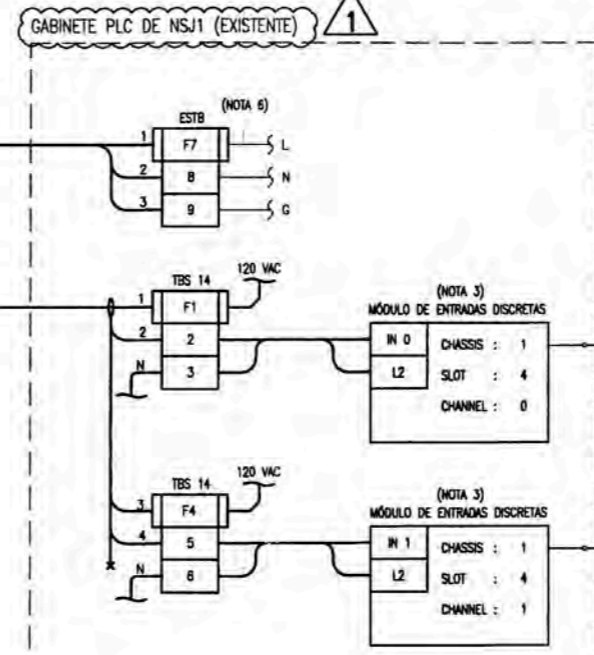
CAMPO - POZA DE SUB-DRENAJE



1760-JB-20032

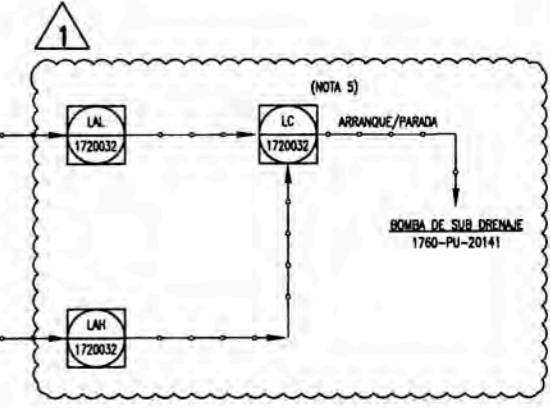


CAMPO - POZA NSJ1

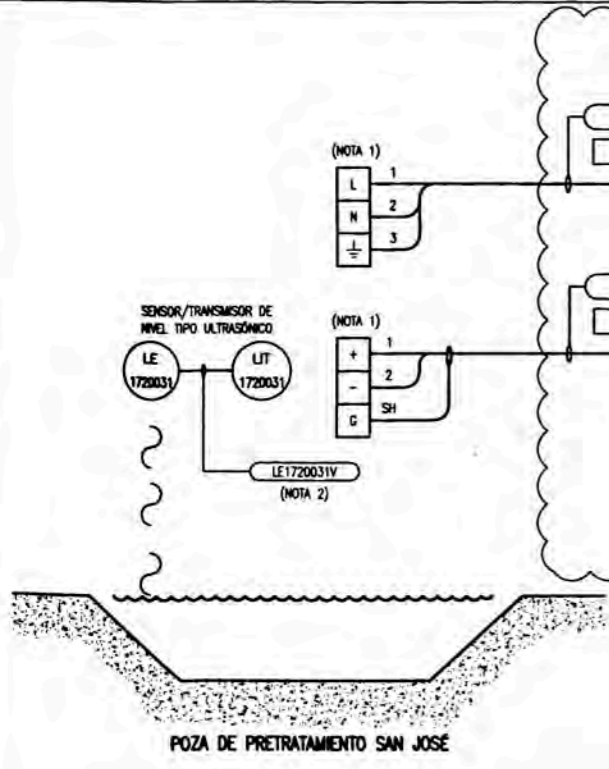


SALA DE CONTROL DISPATCH

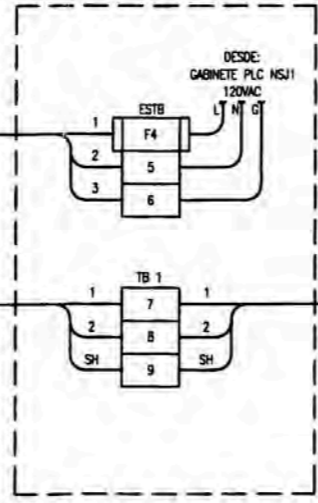
ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN



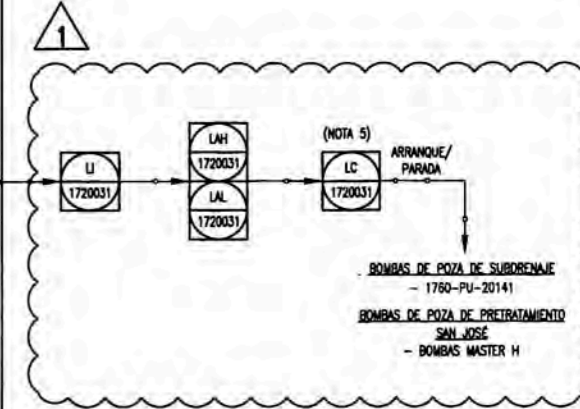
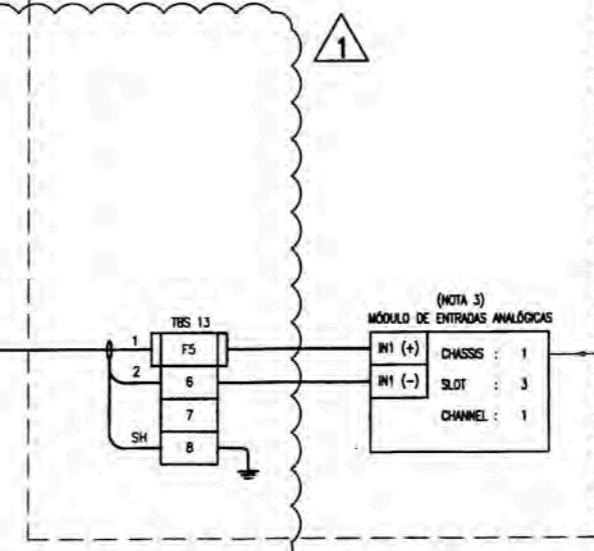
CAMPO - POZA DE PRETRATAMIENTO SAN JOSÉ



1760-JB-20031



1760JB20031A
4P+SH #16AWG

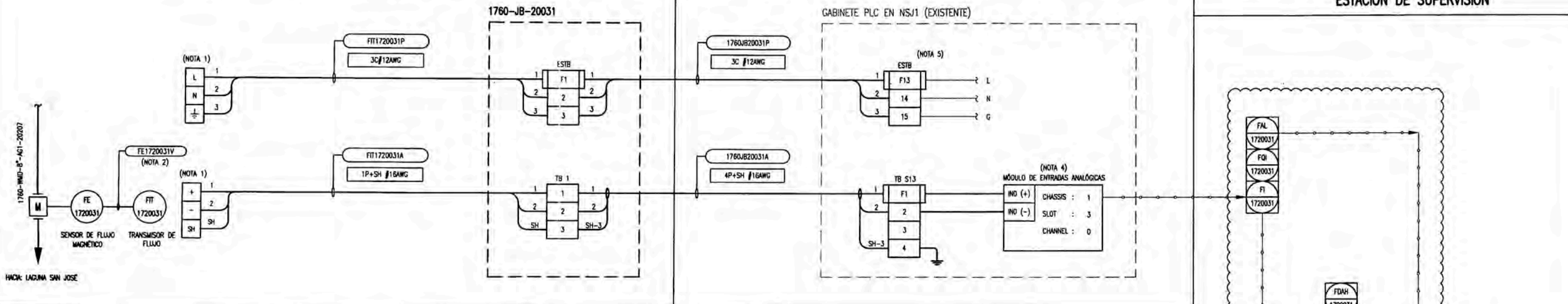


CAMPO - POZA DE PRE-TRATAMIENTO SAN JOSÉ

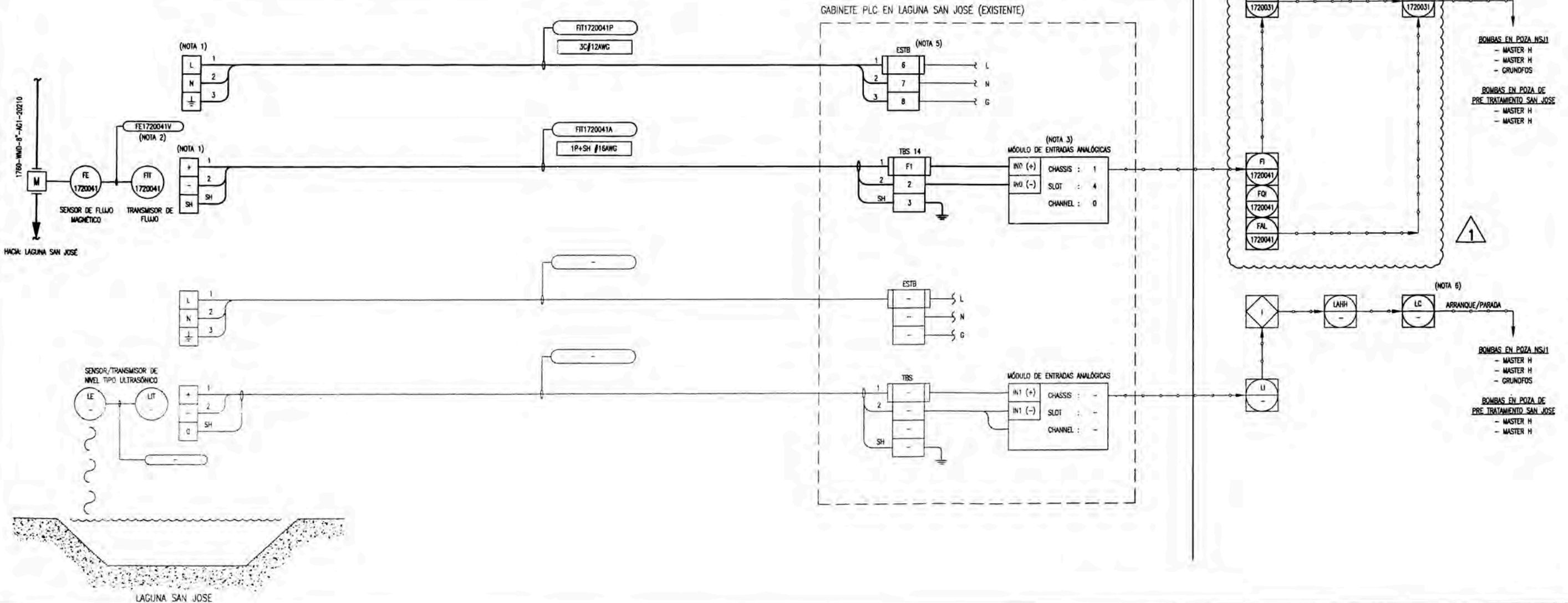
CAMPO - POZA NSJ1

SALA DE CONTROL DISPATCH

ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN



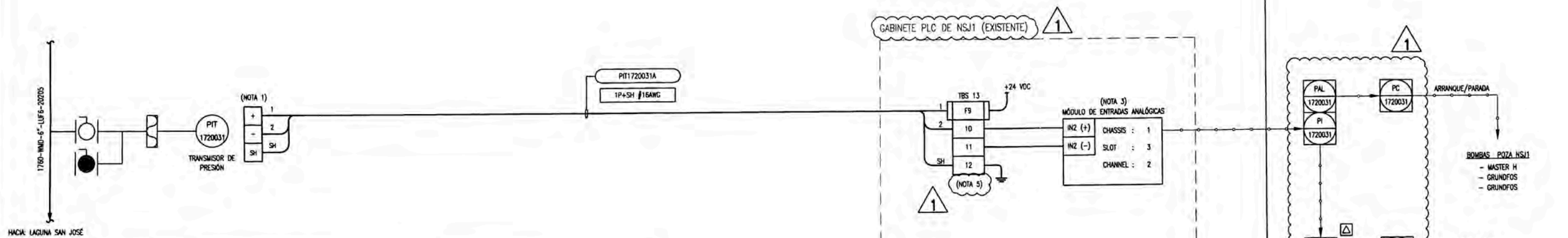
CAMPO - LAGUNA SAN JOSÉ



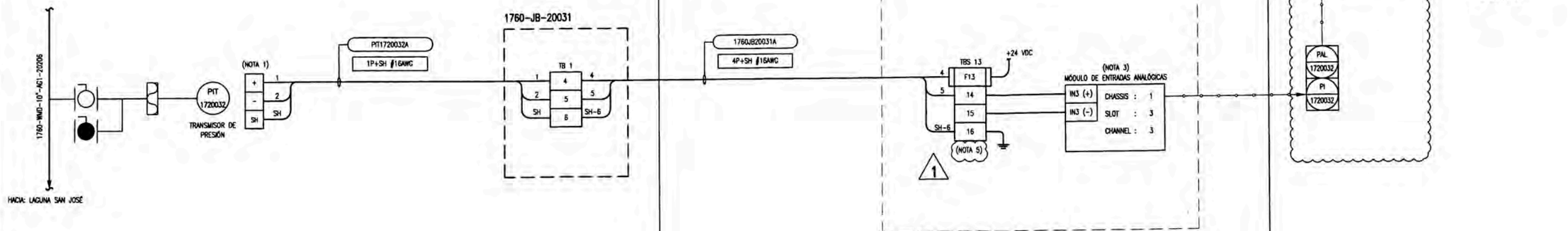
CAMPO - POZA NSJ1

SALA DE CONTROL DISPATCH

ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN

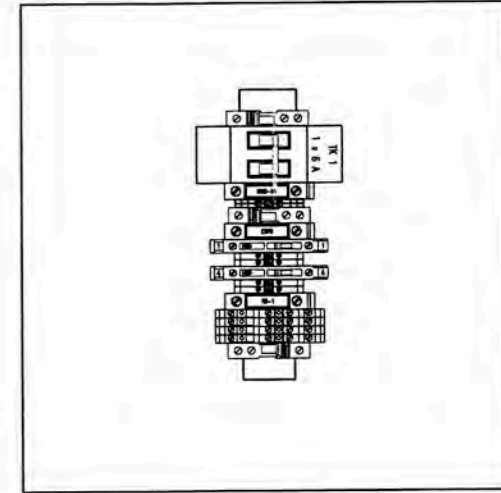
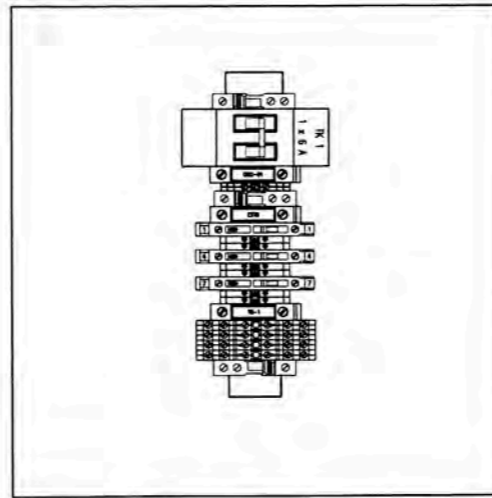
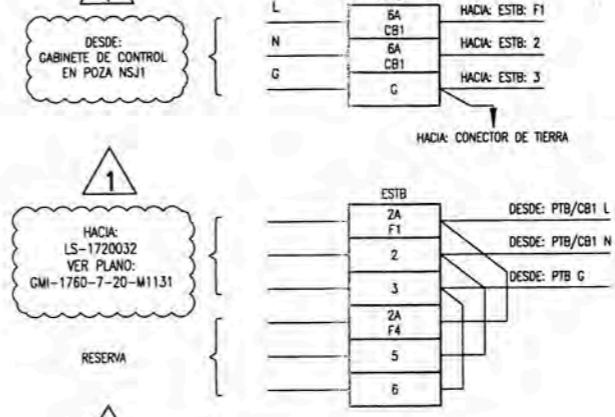
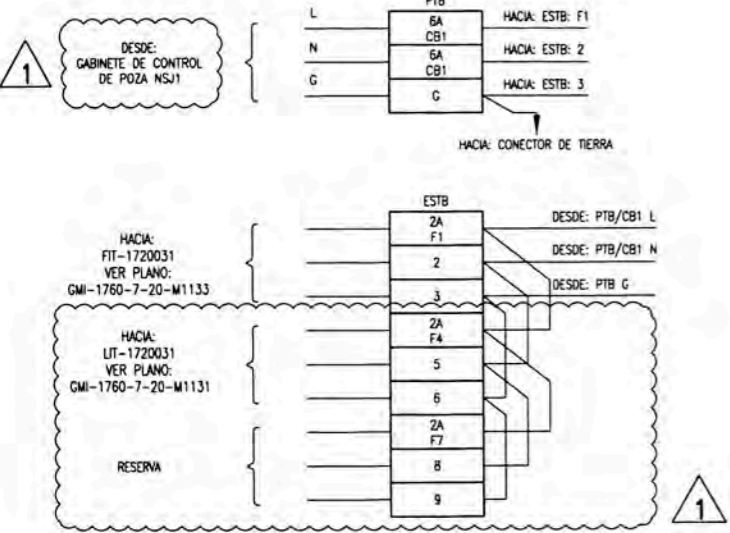


CAMPO - POZA PRE-TRATAMIENTO SAN JOSÉ



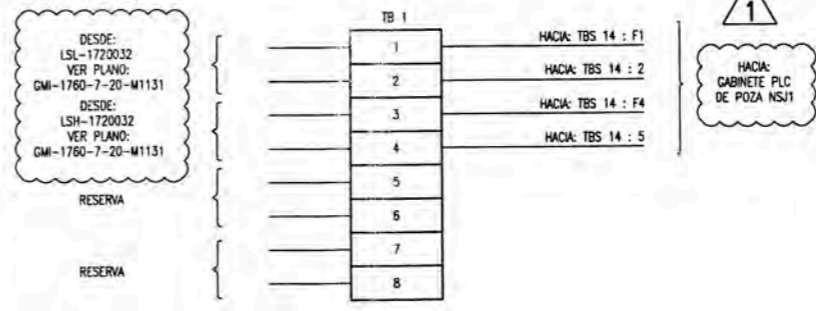
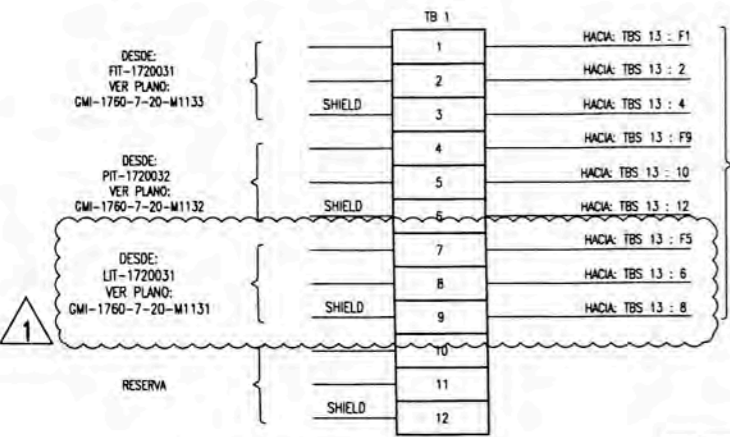
DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
120 VAC

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA
120 VAC



PLACA DE MONTAJE

PLACA DE MONTAJE



HACIA:
GABINETE PLC
DE POZA NSJ1

HACIA:
GABINETE PLC
DE POZA NSJ1

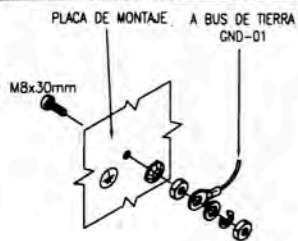
LISTADO DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS: 1760-JB-20031

LISTADO DE DISPOSITIVOS Y ACCESORIOS: 1760-JB-20032

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	OBSERVACIONES
1	TABLERO DE CAMPO	1	NEMA 4X, METÁLICO, 300x300x155mm (WxHxD)
2	BORNERAS SIMPLES	6	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 5.2mm, ANCHO: 42.5mm
3	BORNERAS SIMPLE DE 3 NIVELES	4	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 6.2mm, ANCHO: 72.5mm
4	BORNERAS SIMPLE CON FUSIBLE	3	ESPESOR: 8.2mm, ANCHO: 86.5mm
5	BORNERAS DE SEÑALIZACIÓN	3	
6	BORNERA DE TIERRA	1	
7	TOPE DE BORNERA	3	
8	CIRCUIT BREAKER	1	CORRIENTE NOMINAL 2A
9	PLACA DE MONTAJE	1	142x245mm (WxH)
10	RIEL DIN SIMÉTRICO	Gb	TROPICALIZADO CON PERFORACIONES DE 32mm.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	OBSERVACIONES
1	TABLERO DE CAMPO	1	NEMA 4X, METÁLICO, 300x300x155mm (WxHxD)
2	BORNERAS SIMPLES	4	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 5.2mm, ANCHO: 42.5mm
3	BORNERAS SIMPLE DE 2 NIVELES	4	PARA CABLE DE HASTA 2.50mm ² DE SECCIÓN TRANSVERSAL. ESPESOR: 5.2mm, ANCHO: 67mm
4	BORNERAS SIMPLE CON FUSIBLE	2	ESPESOR: 8.2mm, ANCHO: 86.5mm
5	BORNERAS DE SEÑALIZACIÓN	3	
6	BORNERA DE TIERRA	1	
7	TOPE DE BORNERA	3	
8	CIRCUIT BREAKER	1	CORRIENTE NOMINAL 2A
9	PLACA DE MONTAJE	1	142x245mm (WxH)
10	RIEL DIN SIMÉTRICO	Gb	TROPICALIZADO CON PERFORACIONES DE 32mm.

CONEXIÓN DE TIERRA PARA PLACA DE MONTAJE



CONEXIÓN DE TIERRA PARA PLACA DE MONTAJE

