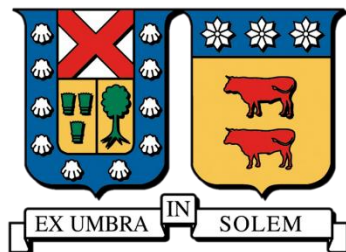


**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**  
**VALPARAÍSO – CHILE**



**DISEÑO INSTRUMENTAL DE SISTEMA DE  
DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICO DE  
HIPOCLORITO DE SODIO AL 16% EN PLANTA  
DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS  
TALAGANTE - AGUAS ANDINAS**

**RODRIGO LUIS CORTÉS ZAGUIRRE**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EJECUCIÓN  
ELECTRÓNICO, MENCIÓN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN**

**PROFESOR GUÍA: DR. HÉCTOR RAMÍREZ ESTAY**

**NOVIEMBRE-2025**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción):  Memoria o trabajo de título  Tesis de Postgrado

Título del trabajo: DISEÑO INSTRUMENTAL DE SISTEMA DE DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICO DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 16% EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS TALAGANTE - AGUAS ANDINAS

Nombre del candidato(a): RODRIGO LUIS CORTÉS ZAGUIRRE

Carrera / Grado: INGENIERÍA EJECUCIÓN ELECTRÓNICA, MENCIÓN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

Campus: CASA CENTRAL Departamento: ELECTRÓNICA

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **HÉCTOR RAMÍREZ ESTAY** en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

6 meses  12 meses  2 años  3 años  5 años  10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

### 4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 16-12-2025

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 16-12-2025

Firma: 

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.*

## Agradecimientos

A todos los que me han acompañado en este proceso, Familia, Amigos, Compañeros y Colegas, sin dudas estas personas han ayudado a formar la persona que soy hoy en día, si no fuera por ellos, nada de esto sería posible.

En especial a mi Padre, por darme las facilidades, comodidades y todo lo necesario para estudiar y así obtener mi título de Ingeniero, y a mi Madre Q.E.P.D. que siempre me motivó a estudiar y ser mejor persona cada día.

A la rama de Atletismo, a la cual pertencí muchos años y que fue un pilar fundamental en el bienestar universitario, que me enseñó la importancia de la disciplina, la perseverancia y el trabajo en equipo, valores que han sido mi guía a lo largo de los años. A través del deporte conocí a personas que me inspiraron y motivaron a alcanzar mis metas académicas

# **Diseño Instrumental de Sistema de Dosificación Automático de Hipoclorito de Sodio al 16% en planta de tratamiento de aguas servidas Talagante - Aguas Andinas**

**Rodrigo Luis Cortés Zaguirre**

Memoria para optar al título de Ingeniero Ejecución Electrónico, Mención Control e Instrumentación

Profesor Guía: Dr. Héctor Ramírez Estay

Noviembre 2025

## **Resumen**

Este proyecto presenta el diseño instrumental de un sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Talagante, operada por Aguas Andinas S.A. El trabajo fue desarrollado como parte de la migración del sistema de desinfección basado en gas cloro hacia una solución más segura, eficiente y alineada con los estándares actuales de seguridad industrial y medioambiental.

El diseño contempló cinco sistemas principales: carga, almacenamiento, trasvasije, dosificación y lavado automático del insumo químico. Cada sistema fue equipado con instrumentación específica, incluyendo transmisores de nivel, interruptores de nivel, sensores de derrame, caudalímetros, analizadores de cloro residual, bombas dosificadoras y válvulas electroactuadas. Todos estos elementos fueron integrados mediante un sistema de control compuesto por un PLC Allen-Bradley ControlLogix y una HMI PanelView, conectados a la red Ethernet de planta.

El proyecto fue ejecutado exitosamente y el sistema se encuentra en operación, cumpliendo con los objetivos de seguridad, eficiencia operativa y trazabilidad. Esta implementación representa un avance en la modernización de los procesos de desinfección, contribuyendo a una operación más confiable, automatizada y sustentable.

**Palabras claves:** Dosificación Hipoclorito de Sodio, Carga, Almacenamiento, PTAS.

# **Instrumental Design of an Automatic 16% Sodium Hypochlorite Dosing System at the Talagante Wastewater Treatment Plant – Aguas Andinas**

**Rodrigo Luis Cortés Zaguirre**

Engineering Project for the Ingeniero Ejecución Electrónico Professional Degree, Mayor in Control e Instrumentación

Guide Professor: Dr. Héctor Ramírez Estay

November 2025

## **Abstract**

This project presents the instrumental design of an automatic dosing system using 16% sodium hypochlorite at the Talagante Wastewater Treatment Plant (PTAS), operated by Aguas Andinas S.A. The work was developed as part of the migration from a chlorine gas-based disinfection system to a safer, more efficient solution aligned with current industrial safety and environmental standards.

The design included five main systems: chemical loading, storage, transfer, dosing, and automatic skid washing. Each system was equipped with specific instrumentation, such as level transmitters, level switches, spill sensors, flow meters, residual chlorine analyzers, dosing pumps, and electro-actuated valves. These components were integrated through a centralized control system using an Allen-Bradley ControlLogix PLC and a PanelView HMI, connected to the plant's Ethernet network via a Stratix 5700 switch.

The project was successfully executed and the system is currently in operation, meeting objectives related to safety, operational efficiency, and process traceability. This implementation marks a significant step forward in the modernization of disinfection processes in sanitary facilities, contributing to a more reliable, automated, and sustainable operation.

**Keywords:** Sodium Hypochlorite Dosing, Loading, Storage, PTAS.

## Glosario

<b>PTAS</b>	: Planta de tratamiento de Aguas Servidas.
<b>TDFyC</b>	: Tablero de distribución de fuerza y control, Tablero que energiza y controla las respectivas bombas del sistema.
<b>TCI</b>	: Tablero de control e instrumentación. Tablero que controla los sistemas de instrumentación y señales de la planta.
<b>TGAux</b>	: Tablero Auxiliar de Alimentación. Tablero que energiza los respectivos sistemas.
<b>PLC</b>	: Control Lógico Programable. Dispositivo electrónico programable que se utiliza para la automatización industrial.
<b>HMI:</b>	: Human-Machine Interface. Panel que permite a un usuario comunicarse con una máquina, software o sistema.
<b>P&amp;ID</b>	: Process and Instrumentation Diagram o Diagrama de Tuberías e Instrumentación. Es una representación gráfica de los componentes de un proceso, como tuberías, equipos, instrumentos y controles, y cómo se conectan entre ellos.
<b>El Contratista</b>	: Empresa responsable de la construcción de las obras diseñadas en este proyecto.
<b>La Compañía</b>	: Empresa mandante, dueña de la planta donde se ejecutarán las obras. En este caso, Aguas Andinas S.A.
<b>TAG</b>	: Identificador único que se asigna a un equipo, instrumento, cable o dispositivo.
<b>CCO</b>	: Centro de control de Operaciones de la compañía.
<b>E.P.C.</b>	: Escalerilla Porta Conductores.
<b>B.P.C.</b>	: Bandeja Porta Conductores.
<b>C.A.G.</b>	: Cañería de Acero Galvanizado.
<b>I.T.O.</b>	: Inspector Técnico de Obras.

## Estándares

El diseño y la construcción del sistema eléctrico industrial y las pruebas que debe cumplir, estarán en conformidad con las últimas ediciones de los siguientes códigos y/o normas aplicables:

- NSEC Normas Eléctricas Chilenas, reguladas por SEC.
- IEC International Electro Technical Commission.
- IES Illumination Engineer's Society.
- ANSI American National Standards Institute.
- IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- ASTM American Society for Testing Materials.
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association.
- NEC National Electrical Code.
- UL Underwriters Laboratories.
- NFPA National Fire Protection Association.
- ICEA Insulated Cable Engineers Association.
- ISA Instrument Society of America.
- INN Normas Chilenas (Instituto Nacional de Normalización).
- SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- RIC Reglamento de Seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica.
- RIC-N°04 Conductores, materiales y sistemas de canalización.

# Índice de contenido

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>i</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>iv</b>
<b>Glosario.....</b>	<b>v</b>
<b>Estándares.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Listado de Tags .....</b>	<b>xi</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Contexto.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Alcance del Rol Profesional.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Definición del problema .....</b>	<b>xviii</b>
<b>Justificación del proyecto .....</b>	<b>xix</b>
<b>Documentos de Referencia .....</b>	<b>xx</b>
<b>1 Descripción del proyecto .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Diseño telecontrol obras PTAS Talagante.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 Tableros eléctricos y de control.....	2
1.1.2 Equipos e instrumentos.....	2
1.1.3 Diseño de tablero de control e instrumentación TCI-100.....	7
1.1.4 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-101 carga.....	22
1.1.5 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-102 trasvasije.....	29
1.1.6 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-CL.....	34
1.1.7 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-103 - lavado skid.....	40
<b>2 Funcionalidad de equipos e instrumentos por sistema.....</b>	<b>45</b>
<b>2.1 Funcionalidad del sistema de carga .....</b>	<b>45</b>
<b>2.2 Funcionalidad del sistema de trasvasije .....</b>	<b>46</b>
<b>2.3 Funcionalidad niveles estanques .....</b>	<b>47</b>
<b>2.4 Funcionalidad del sistema de control de dosificación hipoclorito .....</b>	<b>48</b>
2.4.1 Componentes principales sistema de control de dosificación hipoclorito .....	49
2.4.2 Estrategia de operación de dosificación.....	50
2.4.3 Fallas de equipos e instrumentos de dosificación.....	51



<b>2.5</b>	<b>Funcionalidad del sistema de control de lavado de skid .....</b>	<b>52</b>
<b>2.6</b>	<b>Válvulas EV-001, EV-002, EV-003, EV-104, EV-105, EV-106, EV-107 .....</b>	<b>52</b>
<b>2.7</b>	<b>Caudalímetros salida bombas skid.....</b>	<b>53</b>
<b>3</b>	<b>Estrategia de operación frente a fallas.....</b>	<b>54</b>
<b>3.1</b>	<b>Falla de comunicaciones entre CCO y RTU.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2</b>	<b>Fallas de equipos e instrumentos.....</b>	<b>55</b>
3.2.1	Medidor de nivel.....	55
3.2.2	Medidores de caudal .....	55
3.2.3	Analizador de cloro residual .....	56
3.2.4	Falla eléctrica.....	56
3.2.5	Falla de bomba .....	57
<b>4</b>	<b>Modos de operación de los sistemas de control.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1</b>	<b>Operación local.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2</b>	<b>Operación remota.....</b>	<b>58</b>
4.2.1	Operación remota global.....	58
4.2.2	Operación remota global automática .....	59
4.2.3	Operación remota global manual.....	59
4.2.4	Operación remota cercana .....	59
<b>4.3</b>	<b>Tratamiento de señales .....</b>	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>Resultados Esperados.....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Consideraciones Futuras de Diseño.....</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>67</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>68</b>

## Índice de figuras

Ilustración 1 - Ubicación PTAS Talagante .....	xvi
Ilustración 2 - Ubicación Planta Hipoclorito 16%.....	xix
Ilustración 3 - Diagrama de bloques Planta Talagante .....	1
Ilustración 4 - Diagrama P&ID Sistema de carga, trasvasije y almacenamiento de Hipoclorito.....	2
Ilustración 5 - Diagrama P&ID Sistema dosificación Hipoclorito 16%.....	5
Ilustración 6 - Plano Unilineal TCI-100.....	7
Ilustración 7 - Vista Exterior tablero TCI-100 .....	10
Ilustración 8 - Vista Interior Tablero TCI-100 .....	11
Ilustración 9 - Diseño PLC AllenBradley Control Logix .....	14
Ilustración 10 - Módulo M1, 32 Entradas Digitales .....	15
Ilustración 11 - Módulo M2, 32 Entradas Digitales .....	16
Ilustración 12 - Módulo M3, 16 Entradas Análogas.....	17
Ilustración 13 - Módulo M4, 32 Salidas Digitales.....	18
Ilustración 14 - Módulo M5, 8 Salidas Análogas .....	19
Ilustración 15 - Diagrama Elemental de Control, instrumentos TCI-100.....	20
Ilustración 16 - Enlace de Comunicación de TCI.....	21
Ilustración 17 - Plano Unilineal TDFyC-101 .....	22
Ilustración 18 - Plano Trifilar Bombas TDFyC-101.....	23
Ilustración 19 - Plano Bifilar, Válvulas TDFyC-101.....	24
Ilustración 20 - Gabinete TDFyC-101, Carga Hipoclorito .....	25
Ilustración 21 - Puerta Interior Gabinete TDFyC-101.....	26
Ilustración 22 - Plano Unilineal TDFyC-102 .....	29
Ilustración 23 - Plano Bifilar TDFyC-102.....	30
Ilustración 24 - Gabinete TDFyC-103, Trasvasije Hipoclorito .....	31
Ilustración 25 - Gabinete TDFyC-103, Trasvasije Hipoclorito .....	32
Ilustración 26 - Plano Unilineal TDFyC-CL .....	34
Ilustración 27 - Ejemplo diagrama elemental de control, Bomba dosificadora BBA-103/104/105 .....	35
Ilustración 28 - Gabinete TDFyC-CL, Dosificación Hipoclorito .....	37
Ilustración 29 - Gabinete TDFyC-CL, Dosificación Hipoclorito, Puerta Exterior .....	38
Ilustración 30 - Plano Unilineal TDFyC-103 .....	40
Ilustración 31 - Plano Bifilar Válvulas Lavado, TDFyC-103.....	41
Ilustración 32 - Gabinete TDFyC-103, Lavado Skid Dosificación .....	43
Ilustración 33 - Gabinete TDFyC-103, Botonera Válvulas .....	43
Ilustración 34 - Sistema de control de dosificación hipoclorito .....	49



## Índice de tablas

Tabla 1- Planos y documentos de Referencia .....	xx
Tabla 2 - Módulo PLC Allen Bradley Controllogix 1756.....	13
Tabla 3 - Tratamiento de Señales Discretas .....	60
Tabla 4 - Tratamiento de Señales Análogas - Filtrado .....	60
Tabla 5 - Tratamiento de Señales Análogas - Amplificación .....	61

## Listado de Tags

LE-101	Sensor de nivel continuo en estanque hipoclorito TK-101
LE-101	Sensor de nivel continuo en estanque hipoclorito TK-102
LE-103	Sensor de nivel continuo en estanque hipoclorito TK-103
LIT-100	Medición de nivel continuo en estanque hipoclorito TK-101/TK-102
LIT-103	Medición de nivel continuo en estanque hipoclorito TK-103
LSL-101	Nivel bajo en estanque hipoclorito TK-101
LSH-101	Nivel alto en estanque hipoclorito TK-101
LSHH-101	Nivel alto - alto en estanque hipoclorito TK-101
LSL-102	Nivel bajo en estanque hipoclorito TK-102
LSH-102	Nivel alto en estanque hipoclorito TK-102
LSHH-102	Nivel alto - alto en estanque hipoclorito TK-102
LSL-103	Nivel bajo en estanque hipoclorito TK-103
LSH-103	Nivel alto en estanque hipoclorito TK-103
LSHH-103	Nivel alto - alto en estanque hipoclorito TK-103
LSH-104	Nivel alto derrame piletas estanques hipoclorito
FE-101	Sensor caudal salida BBA-103
FIT-101	Transmisor de caudal salida BBA-103
XA-101	Falla Caudalímetro salida BBA-103
FE-102	Sensor caudal salida BBA-104
FIT-102	Transmisor de caudal salida BBA-104
XA-102	Falla Caudalímetro salida BBA-104
FE-103	Sensor caudal salida BBA-105
FIT-103	Transmisor de caudal salida BBA-105
XA-103	Falla Caudalímetro salida BBA-105
HS-101	Partir/para bomba carga hipoclorito BBA-101
HS-101A	Habilitado/funcionando bomba carga hipoclorito BBA -101
HS-101B	Local/remoto bomba carga hipoclorito BBA -101
XS-101B	Indicación funcionando bomba carga hipoclorito BBA -101
XA-101	Indicación falla bomba carga hipoclorito BBA -101
HS-102	Partir/para bomba carga hipoclorito BBA -102
HS-102A	Habilitado/funcionando bomba carga hipoclorito BBA -102
HS-102B	Local/remoto bomba carga hipoclorito BBA -102
XS-102B	Indicación funcionando bomba carga hipoclorito BBA -102
XA-102	Indicación falla bomba carga hipoclorito BBA -102
BD-101	Bomba dosificación hipoclorito BD-101
HS-101	Partir/para bomba dosificación hipoclorito BD-101
HS-101A	Habilitado/funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-101
HS-101B	Local/remoto bomba dosificación hipoclorito BD-101

YL-101A	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-101
YL-101B	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-101
XS-101	Indicación deshabilitado bomba dosificación hipoclorito BD-101
XS-101A	Indicación remoto bomba dosificación hipoclorito BD-101
XS-101B	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-101
XA-101	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-101
BD-102	Bomba dosificación hipoclorito BD-102
HS-102	Partir/para bomba dosificación hipoclorito BD-102
HS-102A	Habilitado/funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-102
HS-102B	Local/remoto bomba dosificación hipoclorito BD-102
YL-102A	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-102
YL-102B	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-102
XS-102	Indicación deshabilitado bomba dosificación hipoclorito BD-102
XS-102A	Indicación remoto bomba dosificación hipoclorito BD-102
XS-102B	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-102
XA-102	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-102
BD-103	Bomba dosificación hipoclorito BD-102
HS-103	Partir/para bomba dosificación hipoclorito BD-103
HS-103A	Habilitado/funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-103
HS-103B	Local/remoto bomba dosificación hipoclorito BD-103
YL-103A	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-103
YL-103B	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-103
XS-103	Indicación deshabilitado bomba dosificación hipoclorito BD-103
XS-103A	Indicación remoto bomba dosificación hipoclorito BD-103
XS-103B	Indicación funcionando bomba dosificación hipoclorito BD-103
XA-103	Indicación falla bomba dosificación hipoclorito BD-103
HS-101	Switch puerta sala dosificación
HS-102	Switch puerta sala estanques
HS-103	Switch puerta sala estanques
AE-101	Sensor analizador de hipoclorito
AIT-101	Analizador de hipoclorito
AIR-101	Indicador analizador de hipoclorito
XA-101	Alarma Indicador falla analizador de hipoclorito
XS-101	Indicador falla analizador de hipoclorito
HS-101A	Abrir/cerrar válvula entrada estanque TK-101
HS-101B	Estado abierto válvula entrada estanque TK-101
HS-101C	Estado cerrado válvula entrada estanque TK-101
HS-102A	Abrir/cerrar válvula entrada estanque TK-102



HS-102B	Estado abierto válvula entrada estanque TK-102
HS-102C	Estado cerrado válvula entrada estanque TK-102
HS-103A	Abrir/cerrar válvula salida estanque TK-101
HS-103B	Estado abierto válvula salida estanque TK-101
HS-103C	Estado cerrado válvula salida estanque TK-101
HS-104A	Abrir/cerrar válvula salida estanque TK-102
HS-104B	Estado abierto válvula salida estanque TK-102
HS-104C	Estado cerrado válvula salida estanque TK-102
HS-105A	Abrir/cerrar válvula entrada estanque TK-103
HS-105B	Estado abierto válvula entrada estanque TK-103
HS-105C	Estado cerrado válvula entrada estanque TK-103
HS-106A	Abrir/cerrar válvula salida estanque TK-103
HS-106B	Estado abierto válvula salida estanque TK-103
HS-106C	Estado cerrado válvula salida estanque TK-103
HS-107A	Abrir/cerrar válvula bypass estanque TK-103
HS-107B	Estado abierto válvula bypass estanque TK-103
HS-107C	Estado cerrado válvula bypass estanque TK-103
HS-108A	Abrir/cerrar válvula entrada dosificación
HS-108B	Estado abierto válvula entrada dosificación
HS-108C	Estado cerrado válvula entrada dosificación
HS-109A	Abrir/cerrar válvula entrada hipoclorito dosificación BD-103
HS-109B	Estado abierto válvula entrada hipoclorito dosificación BD-103
HS-109C	Estado cerrado válvula entrada hipoclorito dosificación BD-103
HS-110A	Abrir/cerrar válvula entrada agua a dosificación BD-103
HS-110B	Estado abierto válvula entrada agua a dosificación BD-103
HS-110C	Estado cerrado válvula entrada agua a dosificación BD-103
HS-111A	Abrir/cerrar válvula entrada hipoclorito dosificación BD-104
HS-111B	Estado abierto válvula entrada hipoclorito dosificación BD-104
HS-111C	Estado cerrado válvula entrada hipoclorito dosificación BD-104
HS-112A	Abrir/cerrar válvula entrada agua a dosificación BD-104
HS-112B	Estado abierto válvula entrada agua a dosificación BD-104
HS-112C	Estado cerrado válvula entrada agua a dosificación BD-104
HS-113A	Abrir/cerrar válvula entrada hipoclorito dosificación BD-105
HS-113B	Estado abierto válvula entrada hipoclorito dosificación BD-105
HS-113C	Estado cerrado válvula entrada hipoclorito dosificación BD-105
HS-114A	Abrir/cerrar válvula entrada agua a dosificación BD-105
HS-114B	Estado abierto válvula entrada agua a dosificación BD-105
HS-114C	Estado cerrado válvula entrada agua a dosificación BD-105

## Introducción

El presente documento tiene como objetivo definir los requerimientos técnicos, normativos y funcionales para el diseño instrumental del nuevo sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Talagante, operada por Aguas Andinas S.A. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de reemplazar el actual sistema de desinfección basado en gas cloro, por uno más seguro, eficiente y alineado con los estándares actuales de seguridad industrial y medioambiental.

El Proyecto de Instrumentación contempla la implementación de los siguientes alcances, separados en los siguientes sistemas:

**Sistema de Carga de Insumo Químico.** Se proyecta un tablero TDFyC-101 para el control de bombas de carga en configuración 1+1, permitiendo el llenado de dos estanques de almacenamiento desde camiones cisterna. Se incluyen válvulas electroactuadas para control automático del proceso, así como alarmas visuales y sonoras para evitar rebalses.

**Sistema de trasvasije de Insumo Químico.** Mediante el tablero TDFyC-102, se controla el trasvasije desde los estanques de almacenamiento hacia el estanque diario de dosificación. Este sistema incorpora válvulas electroactuadas y sensores de nivel para garantizar un traspaso seguro y eficiente del hipoclorito.

**Sistema Almacenamiento.** Los estanques de almacenamiento están equipados con transmisores de nivel continuo, interruptores de nivel alto, alto-alto y bajo, además de sensores de derrame. Estos instrumentos permiten un monitoreo constante del volumen almacenado y activan alarmas en caso de condiciones críticas.

**Sistema Dosificación.** A través del tablero TDFyC-CL, se gestiona la dosificación del hipoclorito a las líneas de inyección de la planta. El sistema incluye tres bombas dosificadoras, analizadores de cloro residual, medidores de caudal y válvulas de control, todo integrado a un lazo de control automático basado en caudal tratado y concentración residual.

**Sistema Lavado Skid.** Este sistema, controlado por el tablero TDFyC-103, permite la limpieza automática del skid de dosificación mediante la apertura y cierre de válvulas de entrada de agua e hipoclorito. Su operación está automatizada y supervisada por el sistema de control central.

Para la integración de todos los sistemas, se proyecta un tablero de control e instrumentación (TCI) equipado con un PLC Allen-Bradley ControlLogix y una HMI PanelView, conectados a la red Ethernet de la planta. Este sistema centraliza las señales de campo, permite el monitoreo en tiempo real y facilita la operación remota desde el SCADA local.

El diseño propuesto busca garantizar una operación segura, confiable y eficiente, reduciendo riesgos operacionales, optimizando el uso de insumos químicos y asegurando el cumplimiento normativo en materia de tratamiento de aguas residuales.

## Contexto

El presente proyecto se desarrolla en el marco de las actividades de la empresa TECNORED S.A., contratista de Aguas Andinas S.A., especializada en soluciones integrales en las áreas de electricidad, instrumentación y control industrial. TECNORED S.A. ejecuta proyectos de ingeniería básica y de detalles para diversos sectores productivos, incluyendo las industrias sanitaria, minera, petroquímica y de Oil & Gas, trabajando en conjunto con equipos multidisciplinarios.

En este contexto, se llevó a cabo el diseño instrumental del nuevo sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% para la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Talagante [1], ubicada en la comuna de Talagante, Región Metropolitana. El proyecto fue desarrollado por un equipo técnico compuesto por profesionales del área de telecontrol e ingeniería eléctrica, en coordinación con los requerimientos operacionales y normativos de Aguas Andinas S.A.

Este trabajo forma parte de una estrategia de modernización tecnológica orientada a mejorar la seguridad, eficiencia y confiabilidad de los procesos de desinfección en plantas sanitarias, reemplazando el uso de gas cloro por soluciones más seguras y automatizadas [1].

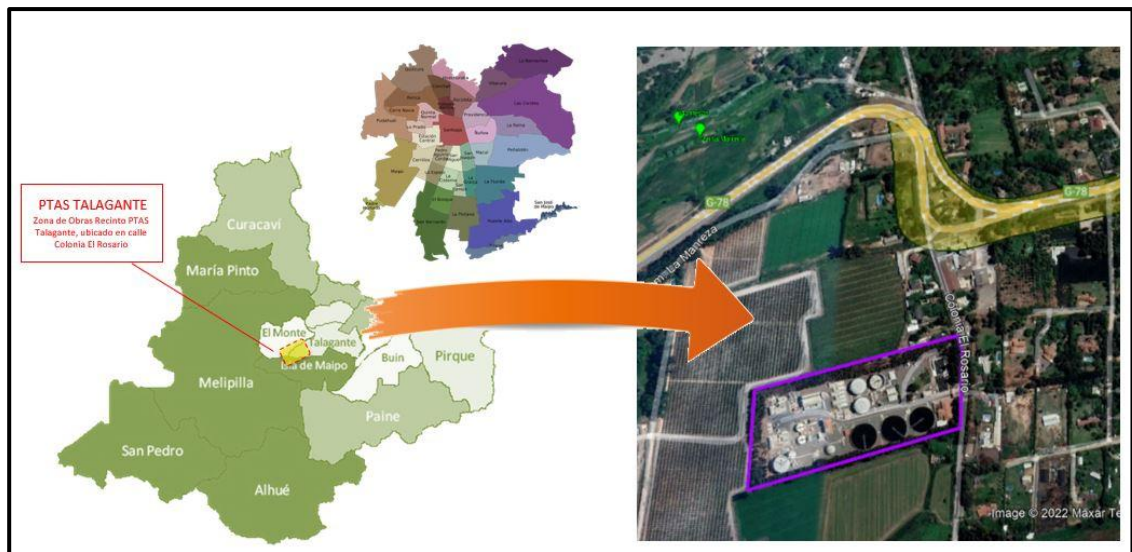


Ilustración 1 - Ubicación PTAS Talagante. [1]

## Alcance del Rol Profesional

Este proyecto fue desarrollado en el marco de un trabajo multidisciplinario, en el cual participaron especialistas en ingeniería eléctrica, civil, hidráulica, de procesos y control. En este contexto, mi rol como Ingeniero Instrumentista, se centró exclusivamente en el diseño instrumental, lo que incluye:

- **Elaboración de especificaciones técnicas, listados de instrumentos, presupuestos y funcionalidades** de todos los subsistemas involucrados en el sistema de dosificación.
- **Diseño de los tableros TDFyC** correspondientes a los sistemas de carga, trasvasije, dosificación y lavado, incluyendo su arquitectura interna, distribución de componentes, protecciones y conexionado.
- **Especificación de instalación de instrumentos de campo**, tales como transmisores de nivel, caudalímetros, analizadores de cloro residual, sensores de derrame, interruptores de nivel y válvulas electroactuadas.
- **Diseño de canalizaciones y cableado** para señales discretas y análogas.
- **Diseño del tablero de control e instrumentación (TCI)**, incluyendo la disposición de PLC, HMI, UPS, protecciones, borneras y distribución interna.
- **Supervisión técnica de la confección de planos** por parte del dibujante proyectista, asegurando que reflejen correctamente el diseño instrumental.

Es importante destacar que:

- **La programación del sistema de control (PLC y HMI)** no forma parte de mi responsabilidad, ya que es realizada exclusivamente por el equipo técnico de Aguas Andinas.
- **La ubicación de instrumentos en cañerías** es proyectada por el equipo de Ingeniería hidráulica, en base a criterios de proceso.
- **La selección de marcas de instrumentos** está definida por Aguas Andinas, conforme a sus estándares corporativos.

- **Los cálculos eléctricos de conductores, protecciones y alimentadores** fueron realizados por el equipo de ingeniería eléctrica.

El diseño instrumental se desarrolló en base a los antecedentes entregados por las disciplinas de proceso, hidráulica y civil, las cuales fueron externas al contrato. Cabe señalar que, este trabajo corresponde exclusivamente a la etapa de diseño, y aunque el sistema fue posteriormente construido, no formamos parte del proceso de construcción ni montaje.

Este proyecto fue desarrollado en conjunto con el área eléctrica, ya que el contrato abarcó tanto telecontrol como electricidad, lo que implicó una coordinación constante entre ambas disciplinas durante el desarrollo del diseño. Todo lo relacionado con ingeniería civil e hidráulica fue entregado como antecedente por terceros, y no formó parte del alcance directo de este trabajo.

## **Definición del problema**

El recinto PTAS Talagante cuenta con un sistema de desinfección basado en la utilización de gas cloro licuado y presurizado en contenedores de 1.000 Kg, dosificado a los afluentes de residuales tratados en forma continua. El objetivo del proyecto es definir el diseño de adecuación y cambios correspondientes del actual sistema de desinfección de gas cloro para ser reemplazado por un sistema de dosificación en base a hipoclorito de sodio al 16% de concentración. Se debe estudiar la condición óptima de almacenamiento y dosificación en conjunto con las instalaciones asociadas para la adecuada carga, almacenamiento seguro y trasvase automático. [1]

## Justificación del proyecto

El sistema actual de desinfección de la PTAS Talagante, basado en gas cloro, representa un riesgo significativo para la seguridad del personal, la comunidad y la infraestructura de la planta. La manipulación de cloro gaseoso implica la posibilidad de fugas tóxicas, accidentes graves y consecuencias operacionales que pueden afectar la continuidad del servicio y la reputación de la compañía [1].

La migración hacia un sistema de dosificación de hipoclorito de sodio al 16% permitirá la cloración de las aguas residuales de forma segura, estable y conforme a los estándares actuales de seguridad industrial. Esta solución reduce la exposición a sustancias peligrosas, minimiza el impacto ambiental y mejora el cumplimiento normativo, asegurando una operación más confiable y sustentable [1].

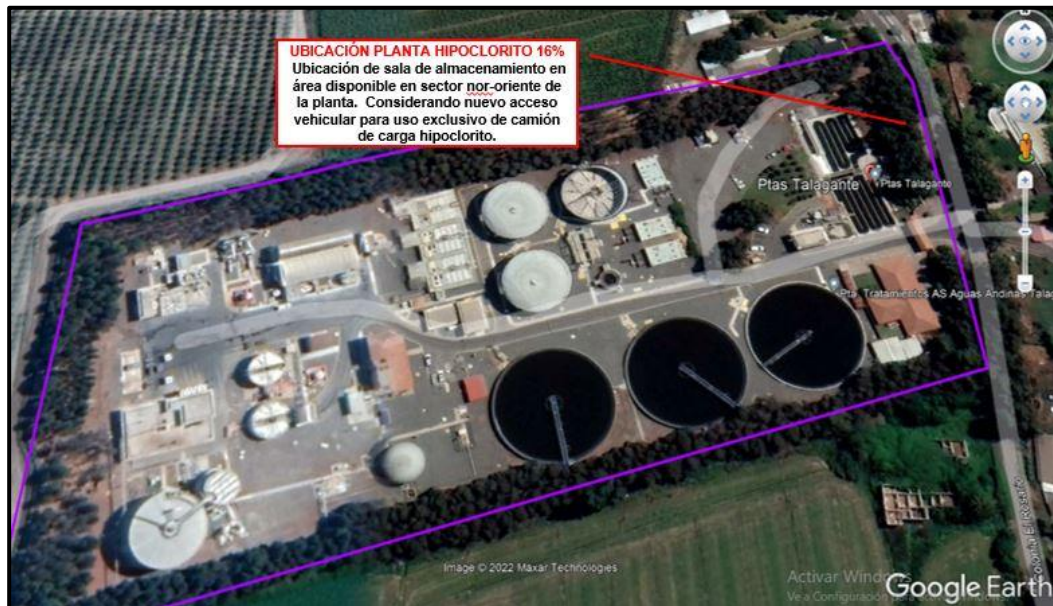


Ilustración 2 - Ubicación Planta Hipoclorito 16% [1]

## Documentos de Referencia

Para el desarrollo de este proyecto, se complementa con los siguientes planos y documentos.

*Tabla 1- Planos y documentos de Referencia*

<b>Número Plano</b>	<b>Descripción</b>
ANEXO 1	Lista de instrumentos
ANEXO 2	Lista de Señales
ANEXO 3	Lista de Cables
ANEXO 4	Condiciones de diseño eléctrico
ANEXO 5	TC-1_Talagante_P&ID
ANEXO 6	TC-2_Talagante_TDFyC-101_Carga
ANEXO 7	TC-3_Talagante_TDFyC-102_Trasvasije
ANEXO 8	TC-4_Talagante_TDFyC-CL_Dosificación
ANEXO 9	TC-5_Talagante_TDFyC-103_Lavado
ANEXO 10	TC-6_Talagante_TCI
ANEXO 11	TC-7_Talagante_Interconexiones TCI
ANEXO 12	TC-8_Talagante_Canalizaciones
ANEXO 13	TC-9_Talagante_Montaje
ANEXO 14	21990.07-EL-ET-001 - Especificaciones técnicas especiales de obras eléctricas
ANEXO 15	21990.07-EL-MC-001 - Memoria de cálculo de conductores
ANEXO 16	21990.07-EL-MC-002 - Memoria de cálculo de malla de puesta a tierra BT
ANEXO 17	Lic. Diseño Migración Hipoclorito 16% PTAS Talagante

# 1 Descripción del proyecto

## 1.1 Diseño telecontrol obras PTAS Talagante

Las obras de este proyecto tienen como alcance la instalación de instrumentos y equipos, tendido e instalación de canalizaciones, alambrados y conexiones de señales análogas y digitales desde instrumentos proyectados en sala de bombas, hasta sus respectivos tableros TDFyC de carga [3], trasvasije [4] y dosificación [5] en PTAS Talagante. Junto a lo anterior, se proyecta instrumentación del sistema de almacenamiento de Hipoclorito [2]. Esto incluye niveles en estanques proyectados, con sus respectivas alarmas por bajos y altos niveles, señales a incorporar en PLC ALLEN-BRADLEY Control Logix, a instalar en TCI-001 [7] proyectado en sala eléctrica [9].

Esto se puede apreciar en el siguiente diagrama de bloques.

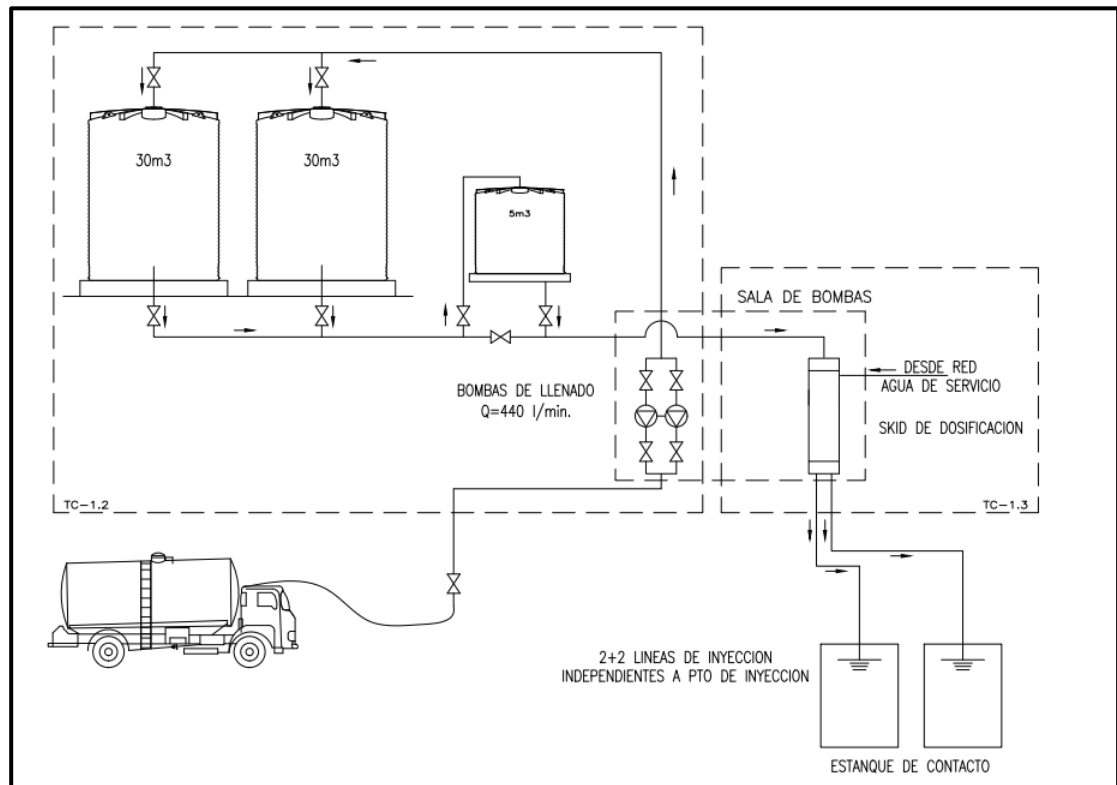


Ilustración 3 - Diagrama de bloques Planta Talagante. Extracto de plano TC-1\_Talagante\_P&ID [2].

## 1.1.1 Tableros eléctricos y de control

Se considera el suministro e instalación de los siguientes tableros eléctricos y de control:

- Tablero de Control e Instrumentación: TAG **TCI-100** con PLC Allen Bradley ControlLogix y HMI Panelview [7].
- Tablero de fuerza y control de carga de Hipoclorito, TAG **TDFyC-101** [3].
- Tablero de fuerza y control de trasvasije de Hipoclorito, TAG **TDFyC-102** [4].
- Tablero de fuerza y control de dosificación: TAG **TDFyC-CL** [5].
- Tablero de fuerza y control de válvulas de lavado de Skid: TAG **TDFyC-103** [6].

## 1.1.2 Equipos e instrumentos

El Contratista será responsable de realizar todos los trabajos relacionados con la instalación, montaje y puesta en marcha de los instrumentos y equipos que requiere el proyecto. Deberá realizar el montaje según lo indicado en los planos del proyecto y esquemas de los fabricantes de equipos e instrumentos [2][9][10].

Se detallan a continuación los instrumentos, por sistema.

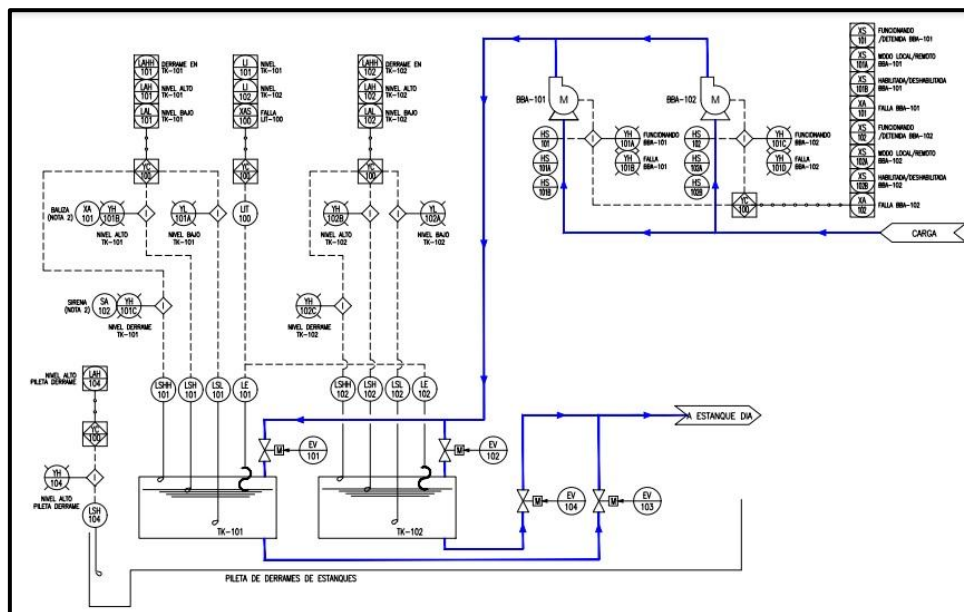


Ilustración 4 - Diagrama P&ID Sistema de carga, trasvasije y almacenamiento de Hipoclorito Extracto de plano TC-1\_Talagante\_P&ID [2]

### 1.1.2.1 Sistema de almacenamiento, carga y trasvasije de hipoclorito.

**Sistema de Carga de Insumo Químico.** Se proyecta TDFyC-101 [3] de carga de insumo químico, para controlar motores de bombas de carga, con sistema de bombeo 1+1 con la finalidad de llenar 2 estanques de almacenamiento desde camión de carga. Junto con ello, se proyecta en el punto de carga alarmas visuales y sonoras que adviertan que cada estanque está pronto a llenarse para evitar rebalses. Las señales de las bombas se proyectan hacia el tablero TCI de la planta. *Ver ilustración 4.*

*Instrumentos y señales en sistema de carga:*

- Bombas de carga Hipoclorito: BBA-101/ BBA-102
- Switch de partida manual de bomba de carga BBA-101: HS-101
- Switch de partida manual de bomba de carga BBA-102: HS-102
- Sirena/Baliza para indicación de sobrellenados estanques TK-101 y TK-102 de Hipoclorito: XA-101/SA-102 (baliza/sirena).
- Integración de señales de dos (2) Válvulas Electroactuadas ON/OFF en línea de carga de estaques de hipoclorito TK-101 y TK-102
- PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.

**Sistema de trasvasije de Insumo Químico.** Se proyecta TDFyC-102 [4] de trasvasije de insumo químico, con la finalidad de controlar válvulas Electroactuadas, para trasvasije desde estaques de almacenamiento a estanque diario de sistema de dosificación de la planta. Las señales de las válvulas se proyectan hacia el tablero TCI de la planta. *Ver ilustración 4.*

*Instrumentos y señales en sistema de trasvasije:*

- Tres (3) actuadores ON/OFF en línea de salida de estaques de hipoclorito TK-101 y TK-102 y bypass
- Integración de señales de una (1) Válvulas Electroactuadas ON/OFF en línea de entrada de estaque de hipoclorito TK-103

**Sistema de Almacenamiento.** Estanques encargados de almacenar el Hipoclorito desde los camiones de carga. Cada estanque cuenta con la instrumentación necesaria para la medición continua de niveles, nivel máximo y mínimo. Las señales de los instrumentos se proyectan hacia el tablero TCI de la planta. *Ver ilustración 4.*

Dentro de la instrumentación necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de almacenamiento, se detallan los siguientes instrumentos.

- Dos (2) transmisores de nivel ultrasónico, TAG LIT-100 y LIT-103 para la medición del nivel continuo en estanque TAG TK-101 / TK-102 y TK-103 de Hipoclorito; Marca Endress + Hauser, para químico especificado;

**Transmisor TAG: LIT-100** mod.: Prosonic S FMU90 [19] con dos sensores FDU91, para medir los niveles de Hipoclorito en estanques de almacenamiento TK-101 y TK-102.

**Transmisor TAG LIT-103** mod.: Prosonic S FMU90 [19] con un sensor FDU91 para medir el nivel de Hipoclorito en estanque diario T-103.

El transmisor deberá contar con dos contactos seco indicador de estado de fallas y contar además con dos salidas de 4-20mA para las señales de niveles. La alimentación del transmisor será de 24VDC.

- Tres (3) Switch flotador de nivel, con relé Gems LS3 Ref.: 173250 para nivel discreto mínimo para cada uno de los estanques de hipoclorito [10].
- Tres (3) Switch flotador de nivel, con relé Gems LS3 Ref.: 173250 para nivel discreto alto para cada uno de los estanques de hipoclorito [10].
- Tres (3) Switch flotador de nivel, con relé Gems LS3 Ref.: 173250 para nivel discreto máximo para cada uno de los estanques de hipoclorito [10].
- Un (1) Switch flotador, con relé marca Gems LS3 Ref.: 173250 para de detección de derrames de hipoclorito en pileta de estanques [10].
- Integración de señales de tres (3) Válvulas Electroactuadas ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvulas en línea de salida de cada estanque [10].
- Integración de señales de tres (3) Válvulas Electroactuadas ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvulas en línea de entrada de cada estanque [10].

- Integración de señales de una (1) Válvula Electroactuada ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula en línea bypass de estanque [10].

### 1.1.2.2 Sistema de dosificación

Sistema encargado de dosificar correctamente el Hipoclorito al 16% a las respectivas líneas de inyección de la planta. Para esto, se proyecta un tablero TDFyC-CL [5] encargado de la dosificación de Hipoclorito mediante 3 bombas dosificadoras. Las señales de las bombas dosificadoras, válvulas e instrumentos, se proyectan hacia el tablero TCI de la planta. *Ver ilustración 5.*

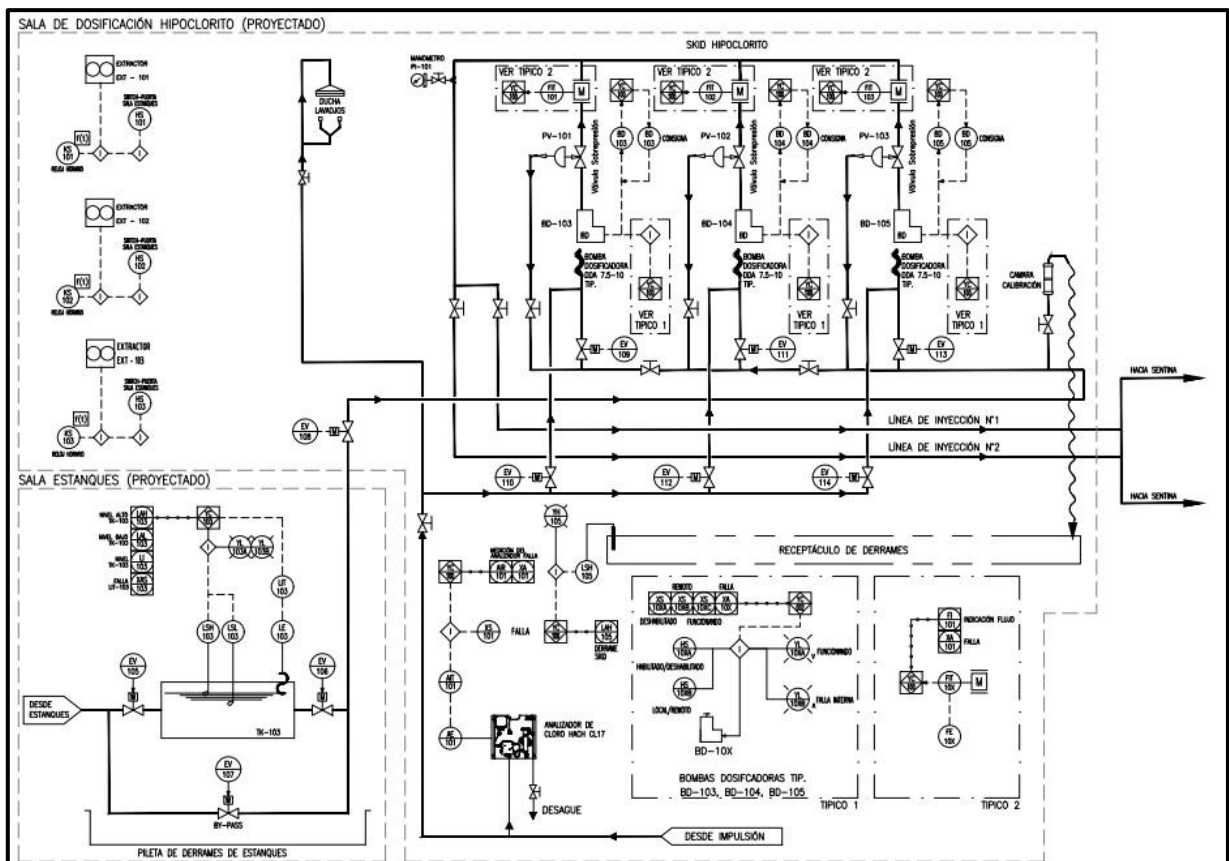


Ilustración 5 - Diagrama P&ID Sistema dosificación Hipoclorito 16%. Extracto de plano TC-1\_Talagante\_P&ID [2]

Dentro de la instrumentación necesaria para el correcto funcionamiento del sistema de dosificación, se detallan los siguientes instrumentos:

- Un (1) Sistema Analizador de Cloro marca HACH, Modelo CL17. El transmisor deberá contar con un contacto seco indicador de estado de falla. Deberá contar además con una salida de 4-20 mA para la señal medida Flúor. La alimentación del transmisor será a 220VAC [20].
- Un (1) Switch flotador, con relé marca Gems LS3 Ref.: 173250 para de detección de derrames de hipoclorito en pileta de skid de dosificación [10].
- Integración de tres (3) Unidades de Dosificación (BBA-103 y BBA-104 y BBA-105), de marca Grunfos o similar, aplica la dosis calculada por el controlador [21].
- Integración de siete (7) Válvulas Electroactuadas ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvulas de lavado Skid [10].
- Tres (3) Medidores de Caudal Electromagnéticos de marca Khrono, Endress+Hauser o Siemens, con salida análoga en formato 4-20 [mA], contacto seco libre de potencial para señalar estado de falla y alimentación a 24 VDC [10].

### 1.1.3 Diseño de tablero de control e instrumentación TCI-100

El tablero TCI-100 [7] será el encargado de concentrar las señales de control de los instrumentos, bombas y válvulas del proyecto. Junto con ello, el tablero TCI será el encargado de alimentar los transmisores de nivel, transmisores de caudal y analizador de hipoclorito respectivo. *Ver Ilustración 6.*

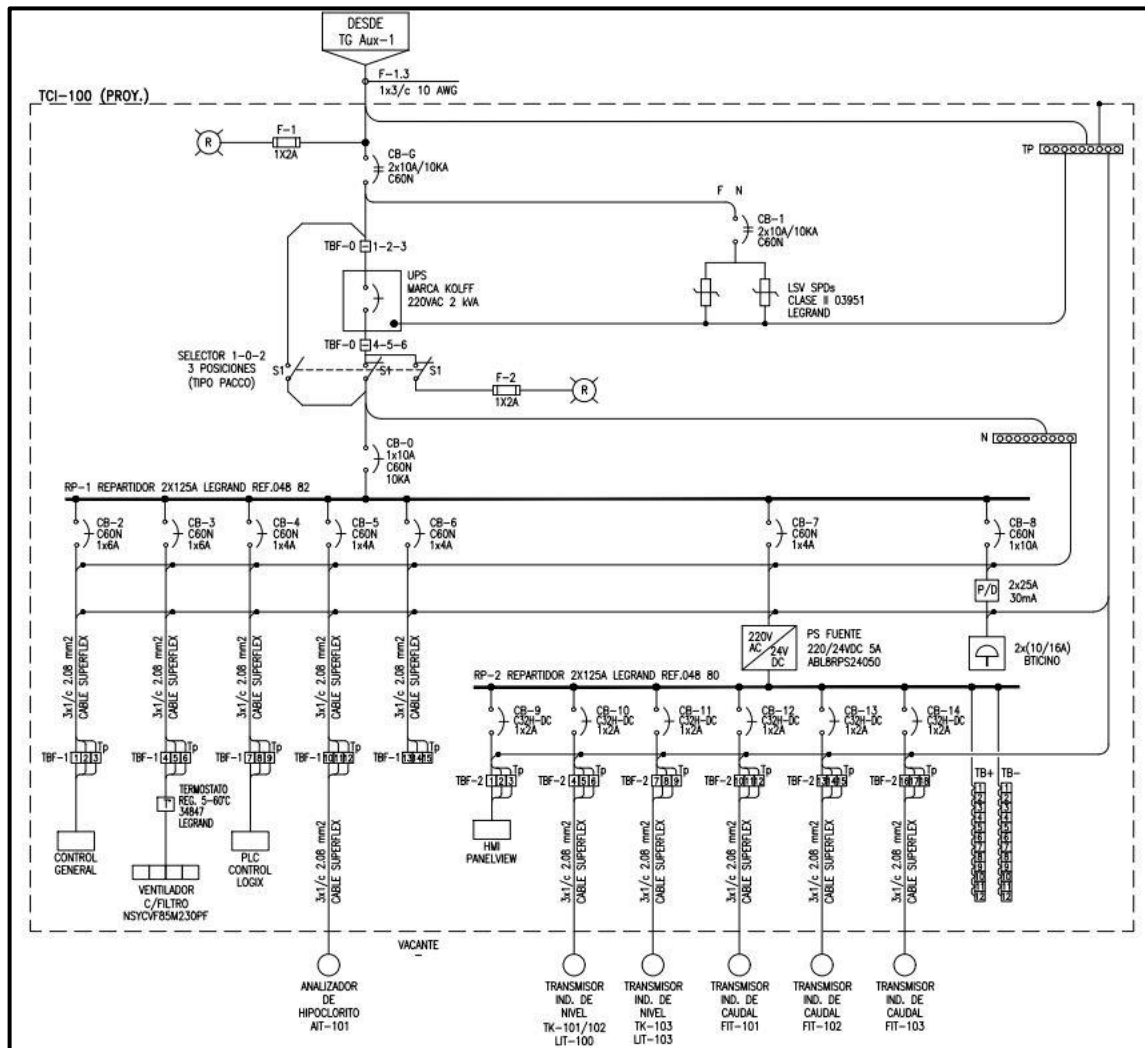


Ilustración 6 - Plano Unilineal TCI-100. Extracto de plano TC-6-R1\_Talagante [7]

Se detallan los componentes principales del tablero TCI-100. *Detalles en plano TC-6-Talagante [7].*

### 1.1.3.1 Gabinete TCI-100

El gabinete deberá ser auto soportado de 1000x2000x500 [mm] con zócalo de 100 [mm] marca RITALL o similar. El gabinete debe incluir puerta interior y puerta exterior. En la puerta interior deben estar accesibles, a través de perforaciones, las palancas de accionamiento de las protecciones. En la puerta exterior sólo se ubicarán los pilotos de tablero energizado.

El TCI deberá incorporar en su interior protecciones, fusibles, limitador de sobre voltajes, fuente de poder, PLC, UPS, relés de control, borneras de entrada y salida (incluyendo relés para salidas discretas de PLC), borneras de control, instrumentación y de alimentación, canaletas portaconductores, y todo lo proyectado en *ANEXO 10- TC-6-Talagante\_TCI*.

Las protecciones, fusibles, repartidor, limitador de sobre voltajes, fuente de poder, relés de control y borneras, se montarán sobre riel DIN, de acuerdo a lo establecido en los planos.

El PLC será suministrado por el contratista, además de los trabajos de instalación, conexión, programación y configuración, así como el suministro de todos los equipos y materiales que permitan desarrollar estas labores.

El HMI será suministrado por el contratista, además de los trabajos de instalación, conexión, programación y configuración, así como el suministro de todos los equipos y materiales que permitan desarrollar estas labores.

La distribución del TCI deberá considerar:

- Dimensiones de los equipos y elementos.
- Canaletas portaconductores.
- Radios de curvaturas de los conductores, dispuestos por la norma eléctrica.
- Facilidad en la remoción de equipos para su mantenimiento o cambio.
- Accesibilidad a todos los conductores que llegan hasta los terminales de todos los equipos.
- Holgura necesaria para dotar de ventilación.



La UPS debe ser dimensionada para proveer de un respaldo de energía a todas las cargas definidas en planos, y considerando una capacidad de reserva de 20 %. La autonomía deberá ser de 30 minutos a plena carga. En caso de requerir banco de baterías para garantizar el tiempo de respaldo, dicho banco deberá ser instalado en un gabinete aparte. La potencia de la UPS deberá ser como mínimo de 1 KVA. Debe ser de doble conversión AC/DC DC/AC, by-pass manual, etc. Deberá ser de marca Eaton, Kolf o General Electric.

***Ver ilustración 7 y 8. Detalles en plano ANEXO 10- TC-6-Talagante\_TCI y ANEXO 4 - Condiciones de diseño eléctrico***

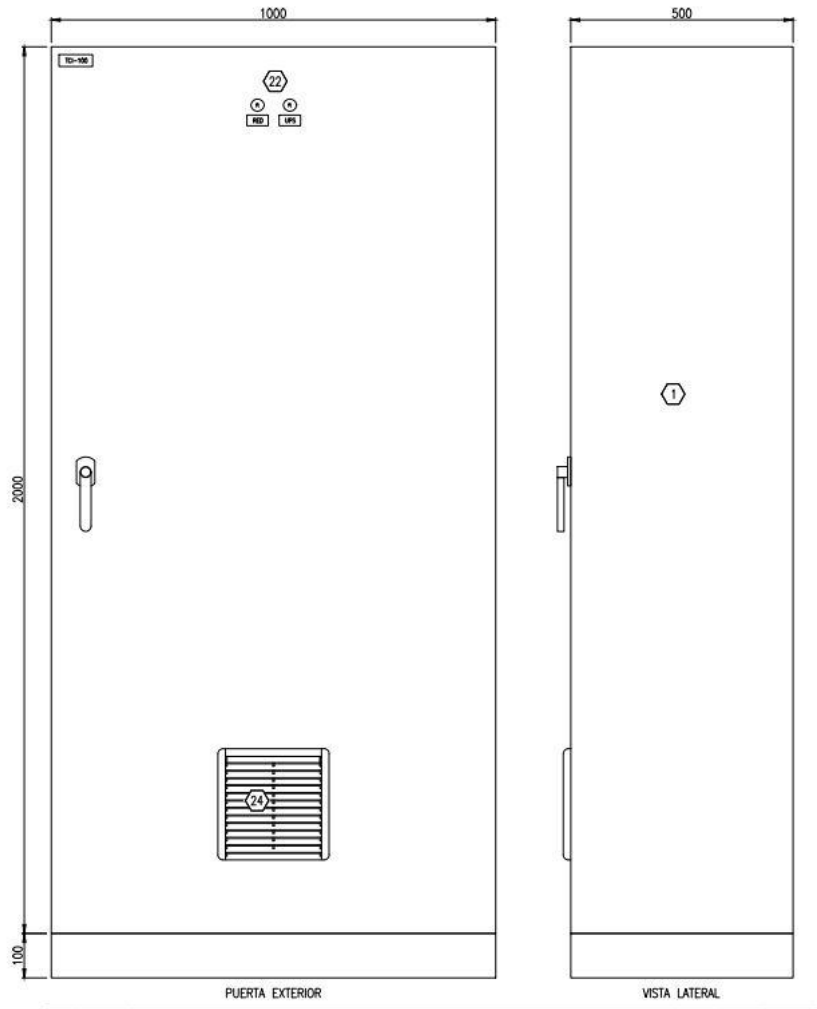


Ilustración 7 - Vista Exterior tablero TCI-100, Extracto de plano TC-6-R1\_Talagante [7]

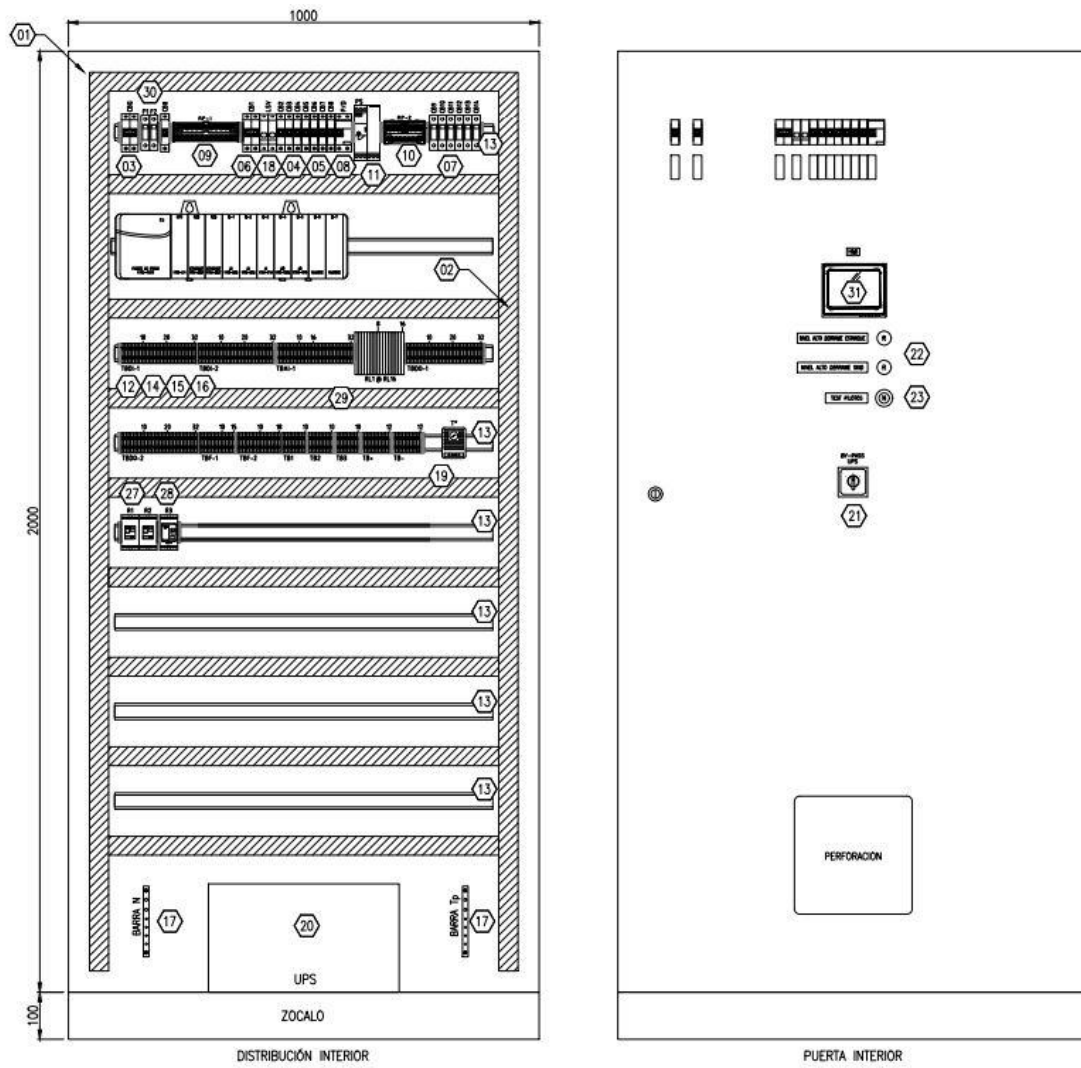


Ilustración 8 - Vista Interior Tablero TCI-100, Extracto de plano TC-6-R1\_Talagante [7]

### 1.1.3.2 Enlace de fuerza alimentador TCI-100

El alimentador de B.T. proyectado que va desde TGAux-1 hasta TCI-100, en la sala de tableros, será conectado con un alimentador, el cual estará formado por:

- Multiconductor: F-1.4: 1 x 3c 10 AWG XLPE SUPERFLEX (F+N+T).

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12]*

El alimentador Tag: F-1.4, con su Neutro y tierra, serán canalizados a través de Escalerilla porta contactores. E.P.C. 300/100, dentro de Sala eléctrica. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en los planos respectivos. *Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.*

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termocontraíble, identificado por su correspondiente Tag, tanto en el origen como en el destino.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores de Fase y Tierra.
- Conexión en TGAux.
- Tendido y Conexionado de alimentador proyectado.
- Conexión en Tablero TCI.
- Suministro de la protección proyectada
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termo contraíbles, cinta aislante, kit de mufa, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

DETALLES EN PLANO ANEXO *TC-6\_Talagante\_TCI.*

### 1.1.3.3 Programador lógico controlable (PLC)

Se considera la instalación de PLC marca Allen Bradley ControlLogix [22] proyectado en interior de TCI-100. Las funciones del PLC son básicamente:

- Adquisición en tiempo real de las señales indicativas del estado de funcionamiento de los equipos instalados (equipos e instrumentos).
- Estrategias de Control.
- Permitirá la vinculación al CCO.

El PLC deberá incluir los siguientes elementos, *ver tabla 2 e ilustración 9-14*:

Tabla 2 - Módulo PLC Allen Bradley Controllogix 1756

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	1756-PA75	AC PS 100-240 VAC	1
2	1756-L71	CPU 1756-L71	1
3	1756-EN2T	MODULO ETHERNET	2
4	1756-IB32	32 DI FAST 10-28V	2
5	1756-IF16	16 AI 10-28V	1
6	1756-OB32	32 DO 10-28V	1
7	1756-OF8	8 AO 10-28V	1

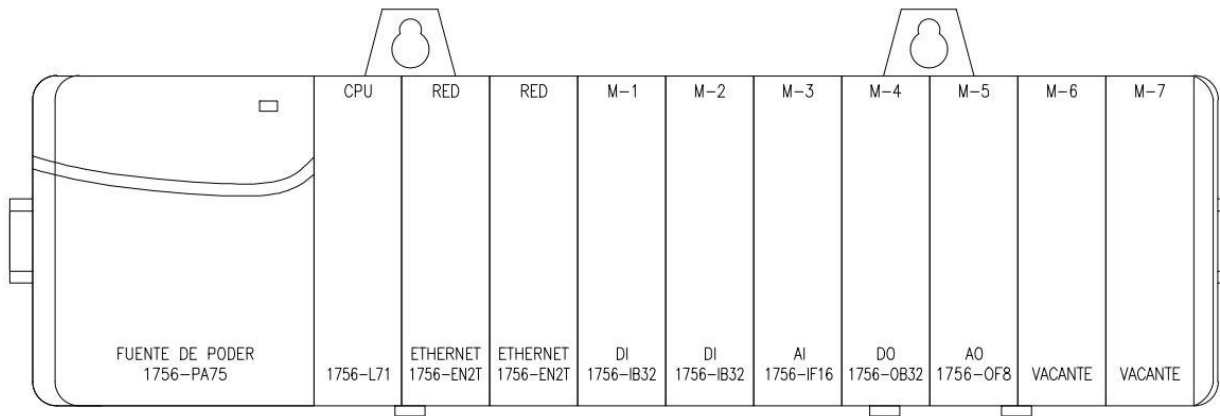


Ilustración 9 - Diseño PLC AllenBradley Control Logix. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

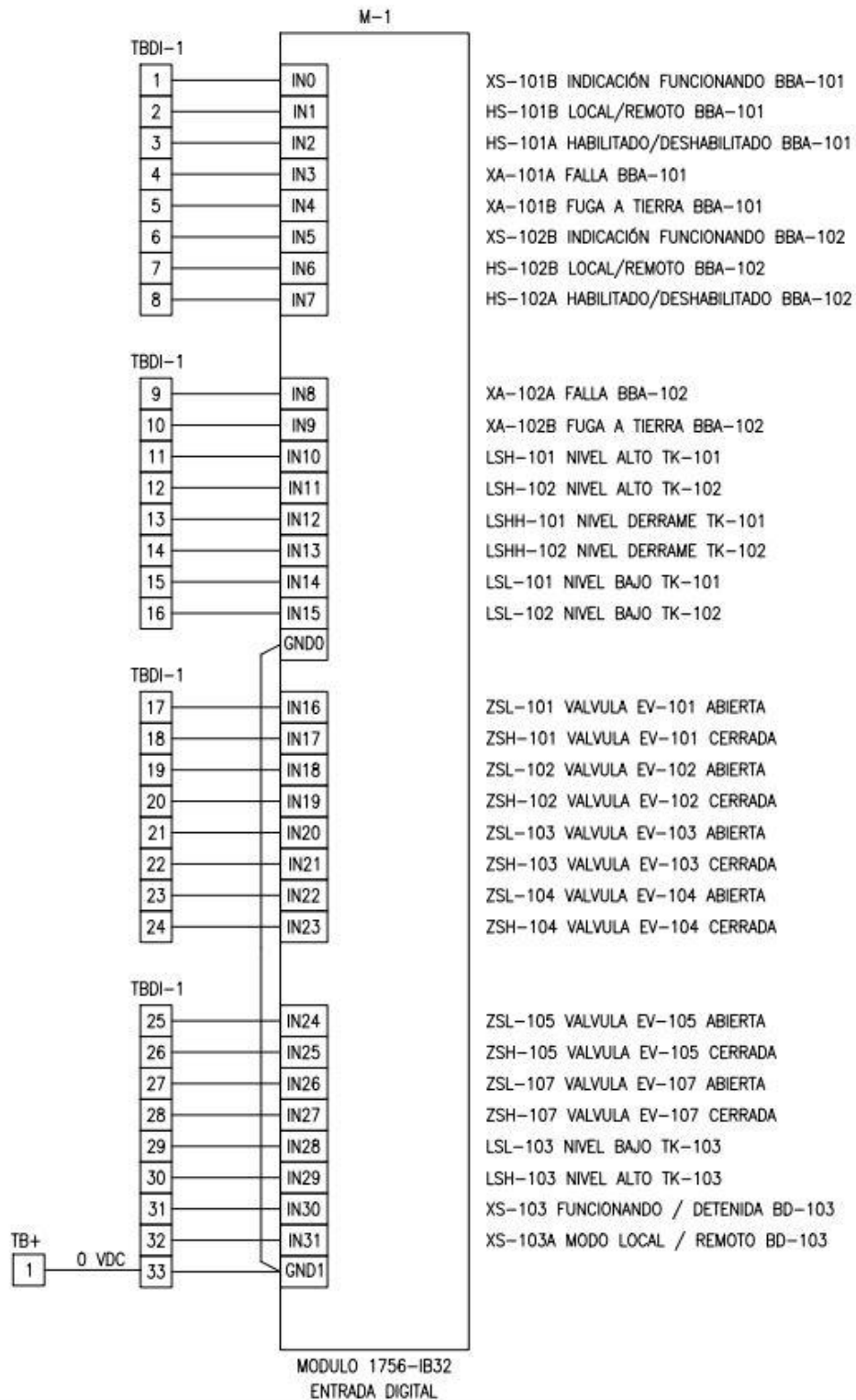


Ilustración 10 - Módulo M1, 32 Entradas Digitales. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

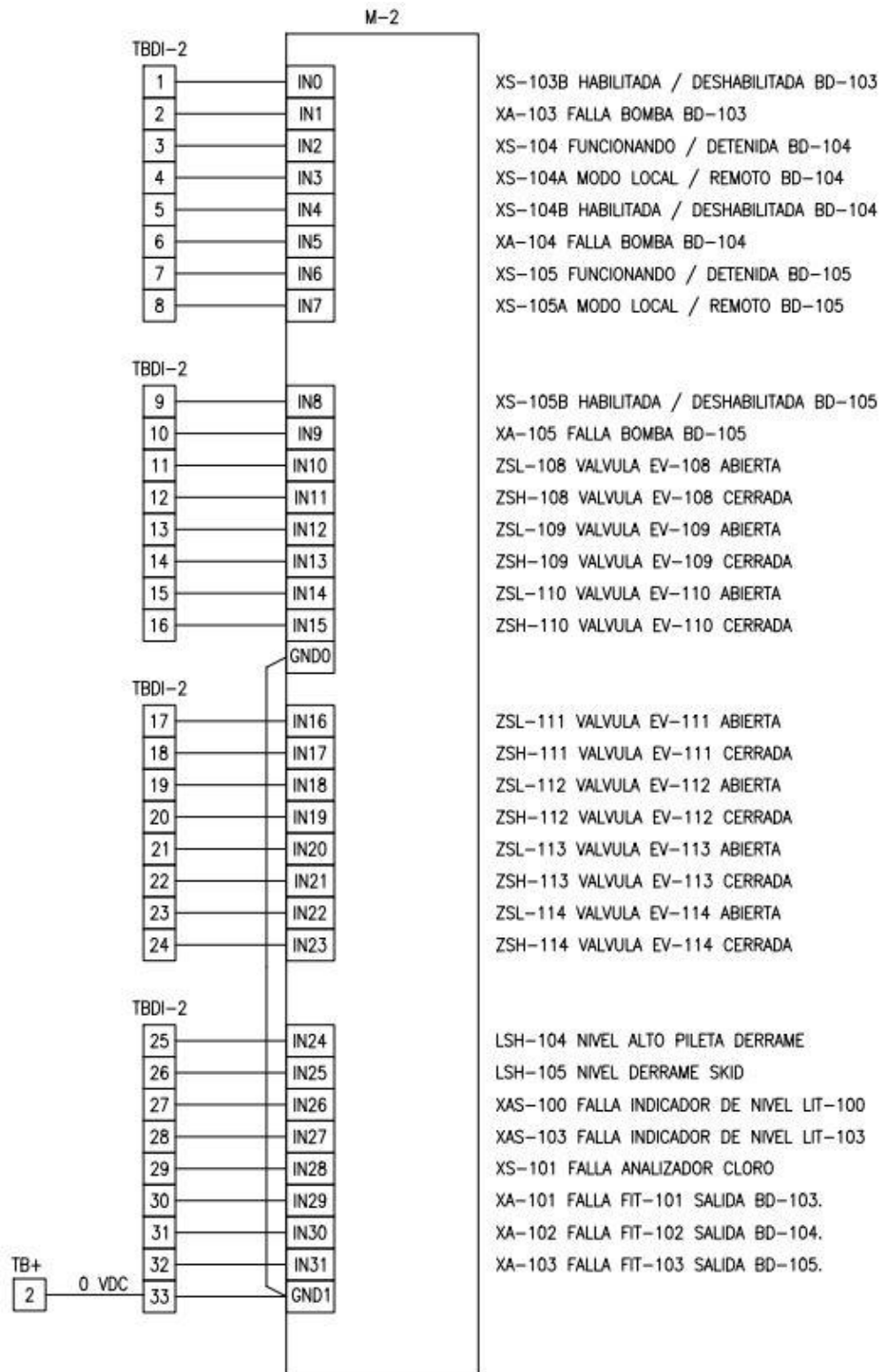


Ilustración 11 - Módulo M2, 32 Entradas Digitales. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

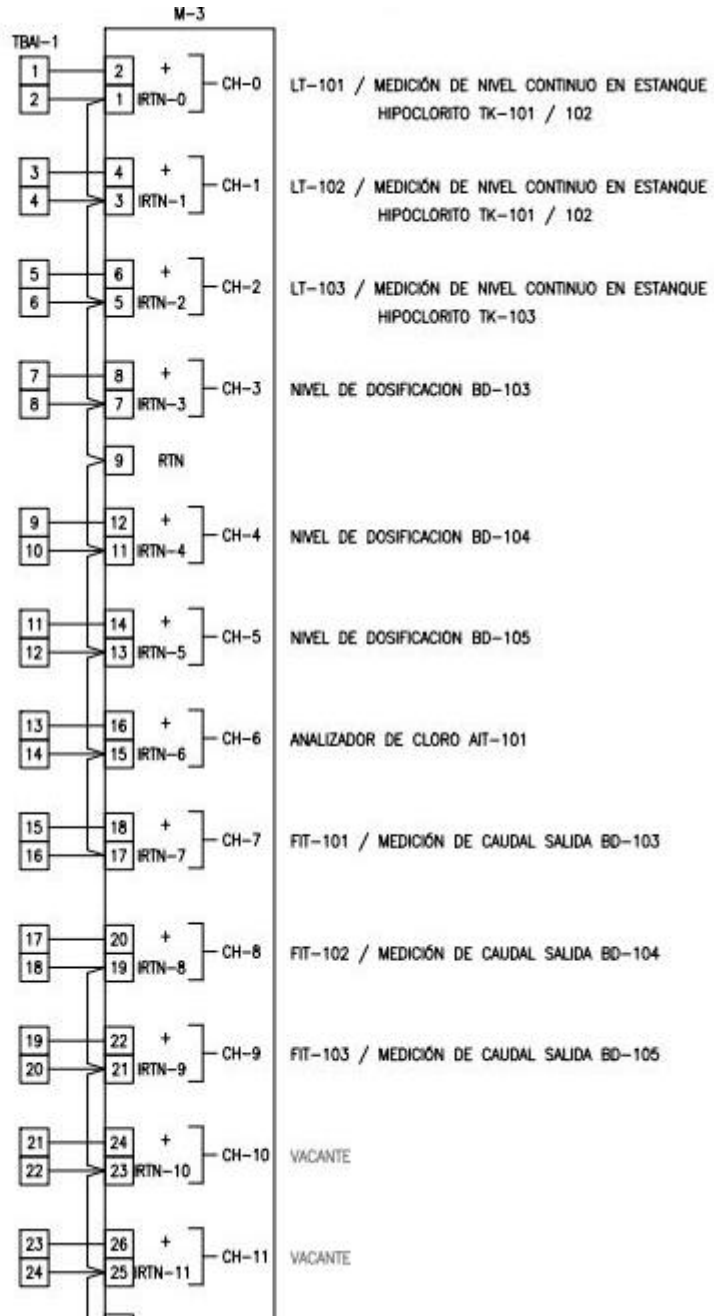


Ilustración 12 - Módulo M3, 16 Entradas Análogas. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

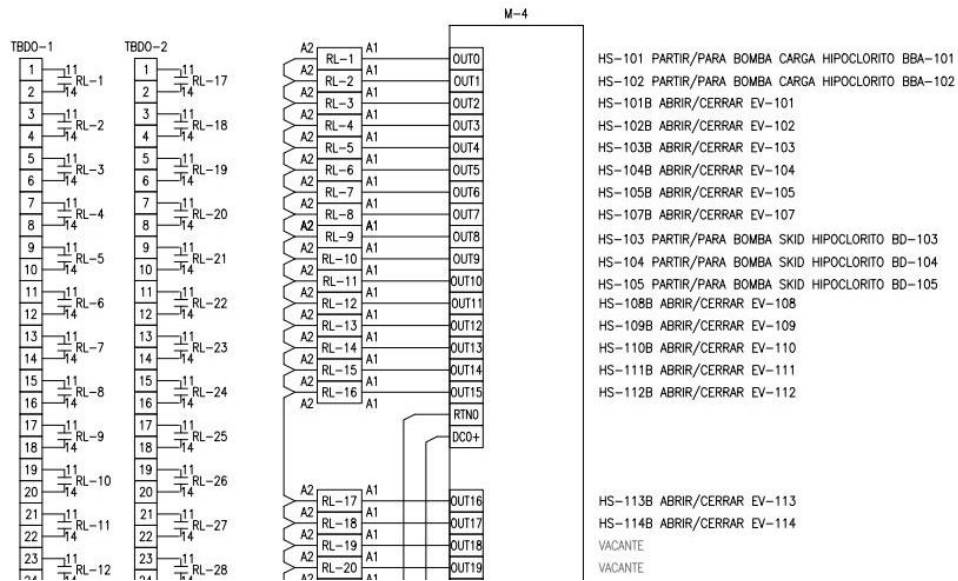


Ilustración 13 - Módulo M4, 32 Salidas Digitales. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

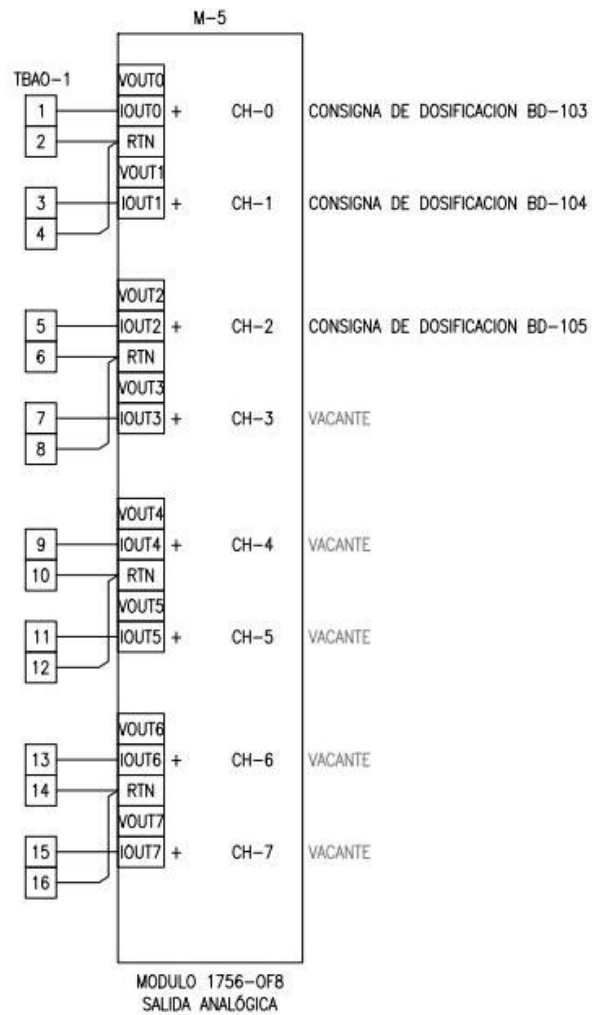


Ilustración 14 - Módulo M5, 8 Salidas Análogas. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

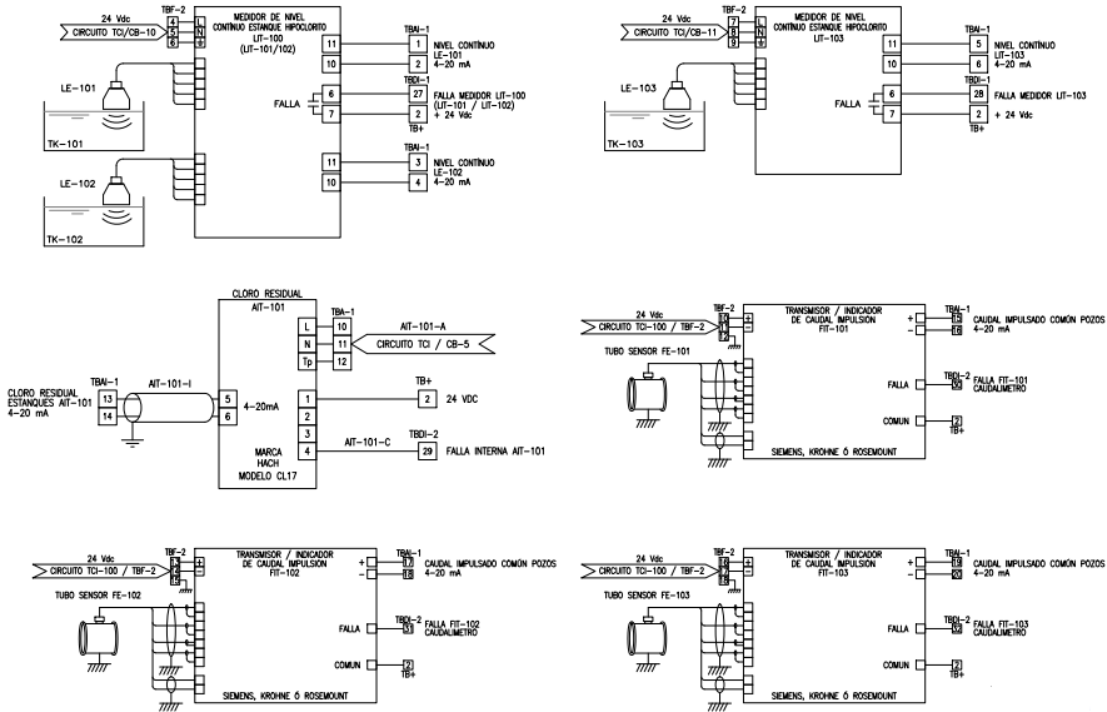


Ilustración 15 - Diagrama Elemental de Control, instrumentos TCI-100. Extracto Plano TC-6\_Talagante\_TCI [7]

### 1.1.3.4 Comunicaciones

El recinto quedará vinculado a SCADA Local a través de comunicación ethernet, desde PLC ControlLogix, hasta puerto disponible en Switch Ethernet Stratix en Tablero 40 PLC 01 existente [2], como se muestra en plano de arquitectura de comunicaciones **TC-1.4-R1\_Talagante**. Este enlace de comunicación deberá ser certificado por el contratista y deberá incluir la configuración de switch Ethernet existentes y proyectado. *Ver ilustración 16:*

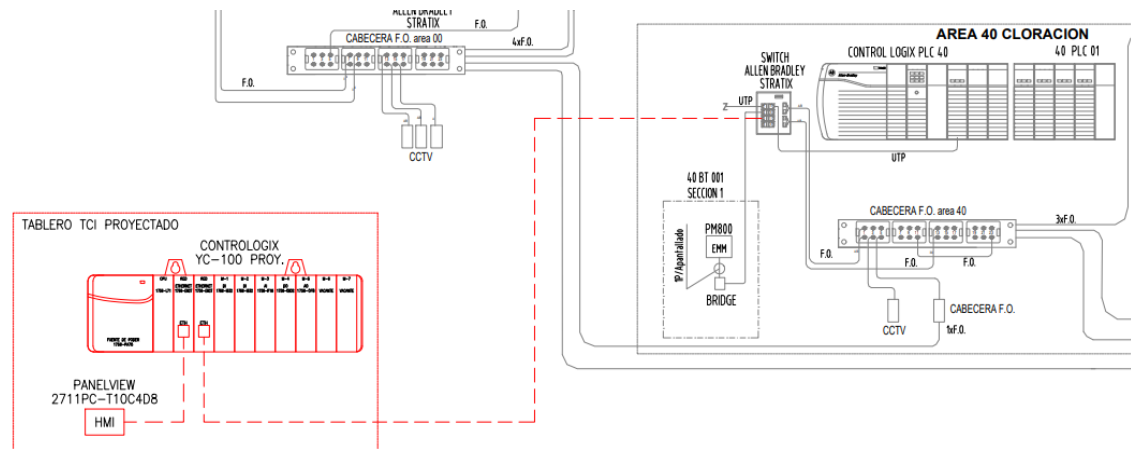


Ilustración 16 - Enlace de Comunicación de TCI. Extracto Plano TC-1\_Talagante\_P&ID [2]

### 1.1.3.5 HMI

Se proyecta un (1) HMI Panelview (2711PC-T10C4D8) [23] en interior de TCI-100. Las funciones de la Interfaz Hombre-máquina (HMI) del recinto serán las propias de un display gráfico.

Para todos los sistemas considerados en el proyecto, se visualizará el estado de todos y cada uno de los equipos eléctricos, sensores, actuadores, indicadores, etc. Para los equipos de maniobra se indicará si están operando, detenidos, o en falla. Además, se indicarán modos de operación, y mediciones de parámetros asociados a este sistema.

La visualización en el HMI debe representar todo el sistema comprendido en el recinto. El diseño de las pantallas debe realizarse en los formatos estándar de la compañía.

Las funciones de la Interfaz Hombre-máquina (HMI) del recinto serán las propias de un display gráfico. Estas funciones son:

- Despliegue de información en tiempo real de todos los equipos e Instrumentos.
- Garantizar, ante fallas de comunicación con el CCO, la operación del sistema de telecontrol en modo remoto.

### 1.1.4 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-101 carga

El tablero TDFyC-101 [3] de carga de insumo químico, será el encargado de energizar y controlar las bombas de carga de insumo químico con sistema de bombeo 1+1, junto con ello, alimenta y controla alarmas visuales y sonoras que adviertan que cada estanque está pronto a llenarse para evitar rebalces. Como medida de control, activa válvulas de llenado de estanques.

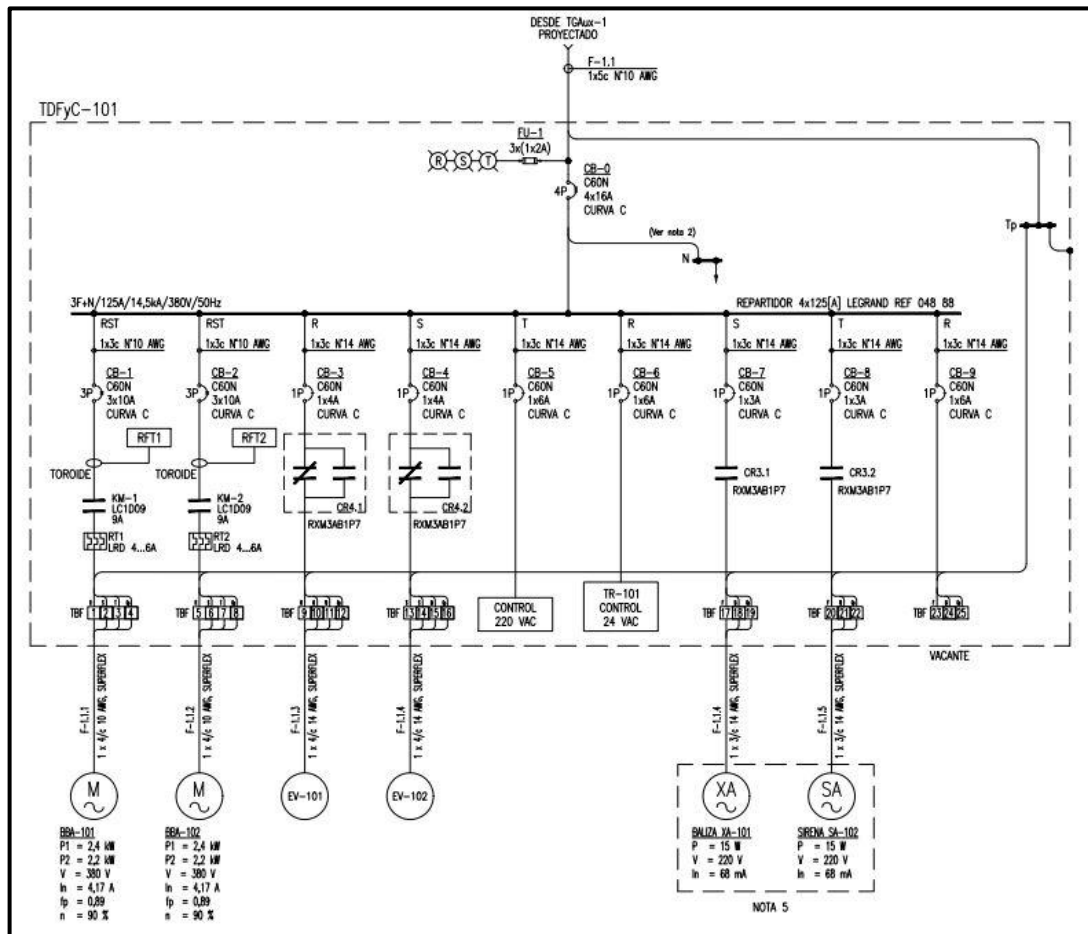


Ilustración 17 - Plano Unifilar TDFyC-101. Extracto de plano TC-2\_Talagante [3]

Se detallan los componentes principales del tablero TDFyC-101. **Detalles en plano TC-2-Talagante.**

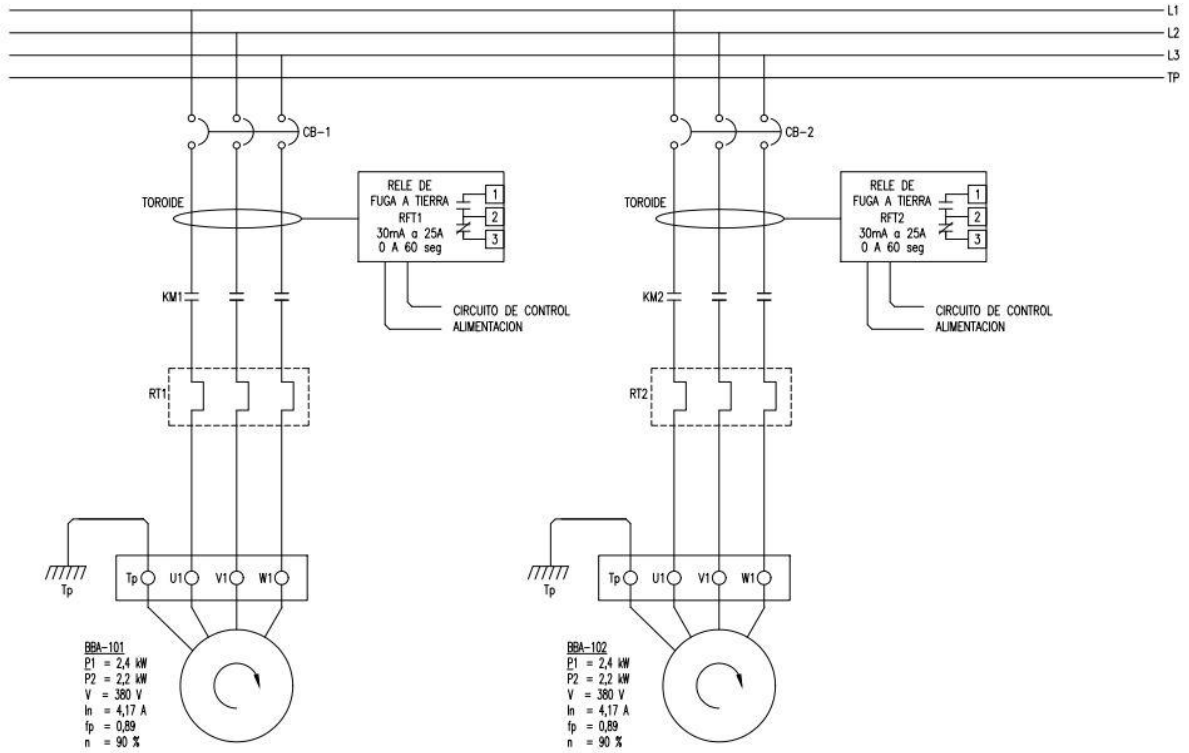


Ilustración 18 - Plano Trifilar Bombas TDFyC-101. Extracto de plano TC-2\_Talagante [3]

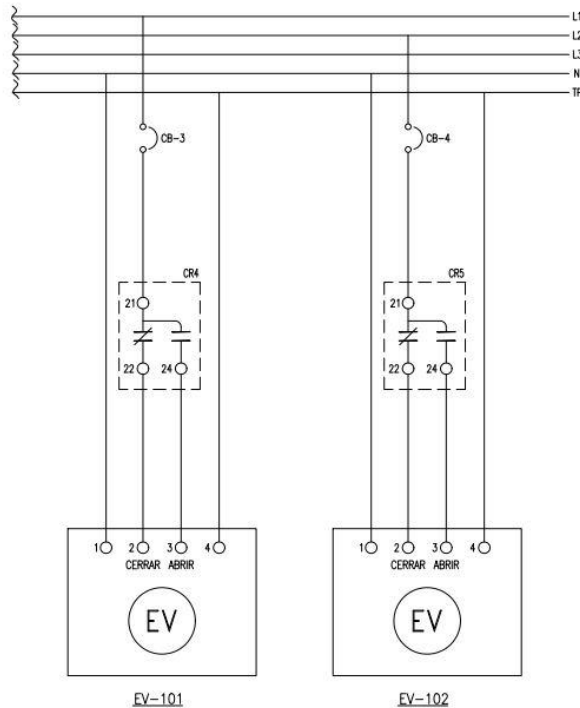


Ilustración 19 - Plano Bifilar, Válvulas TDFyC-101. Extracto de plano TC-2\_Talagante [3]

#### 1.1.4.1 Gabinete TDFyC-101 carga

El gabinete deberá ser auto soportado de, a lo menos, 800x2000x500 [mm] con zócalo de 100 [mm], de marca RITALL o similar, de acuerdo a diagramas unilineales, elementales de control y de distribución interior, mostrados en planos de estos tableros.

El gabinete debe incluir puerta interior y puerta exterior. En la puerta interior, deben estar accesibles, a través de perforaciones, las palancas de accionamiento de las protecciones. En la puerta exterior, sólo se ubicarán los pilotos de tablero energizado.

Se debe incluir la envolvente metálica, interruptor general, equipos de medida, barras de distribución, bancos de condensadores, contactores, relés y bobinas auxiliares, protecciones eléctricas, borneras de fuerza y control, obras de cableado, marcación de conductores, y todo elemento o equipo mencionado en este documento o en planos, que sean necesarios para dejarlo en óptimas condiciones de operación.

El dimensionamiento del TDFyC-101 deberá ser acorde con los equipos y elementos que incluye y su distribución deberá ser ordenada.

La distribución del TDFyC-101 deberá considerar:

- Dimensiones de los equipos y elementos.
- Canaletas porta conductores.
- Radios de curvaturas de los conductores, dispuestos por la norma eléctrica.
- Facilidad en la remoción de equipos para su mantenimiento o cambio.
- Accesibilidad a todos los conductores que llegan hasta los terminales de todos los equipos.
- Holgura necesaria para dotar de ventilación.

Ver ilustración 20 y 21. Detalles en plano anexo *TC-2-Talagante* y ANEXO 4 - **Condiciones de diseño eléctrico.**

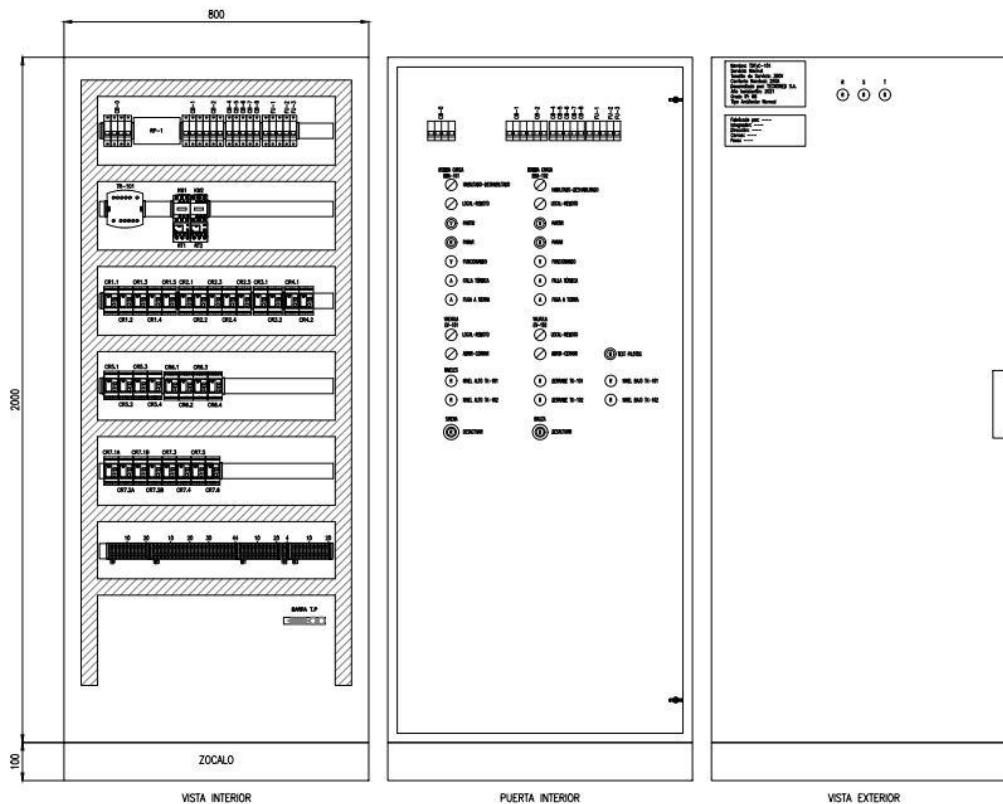


Ilustración 20 - Gabinete TDFyC-101, Carga Hipoclorito. Extracto de plano TC-2\_Talagante [3]

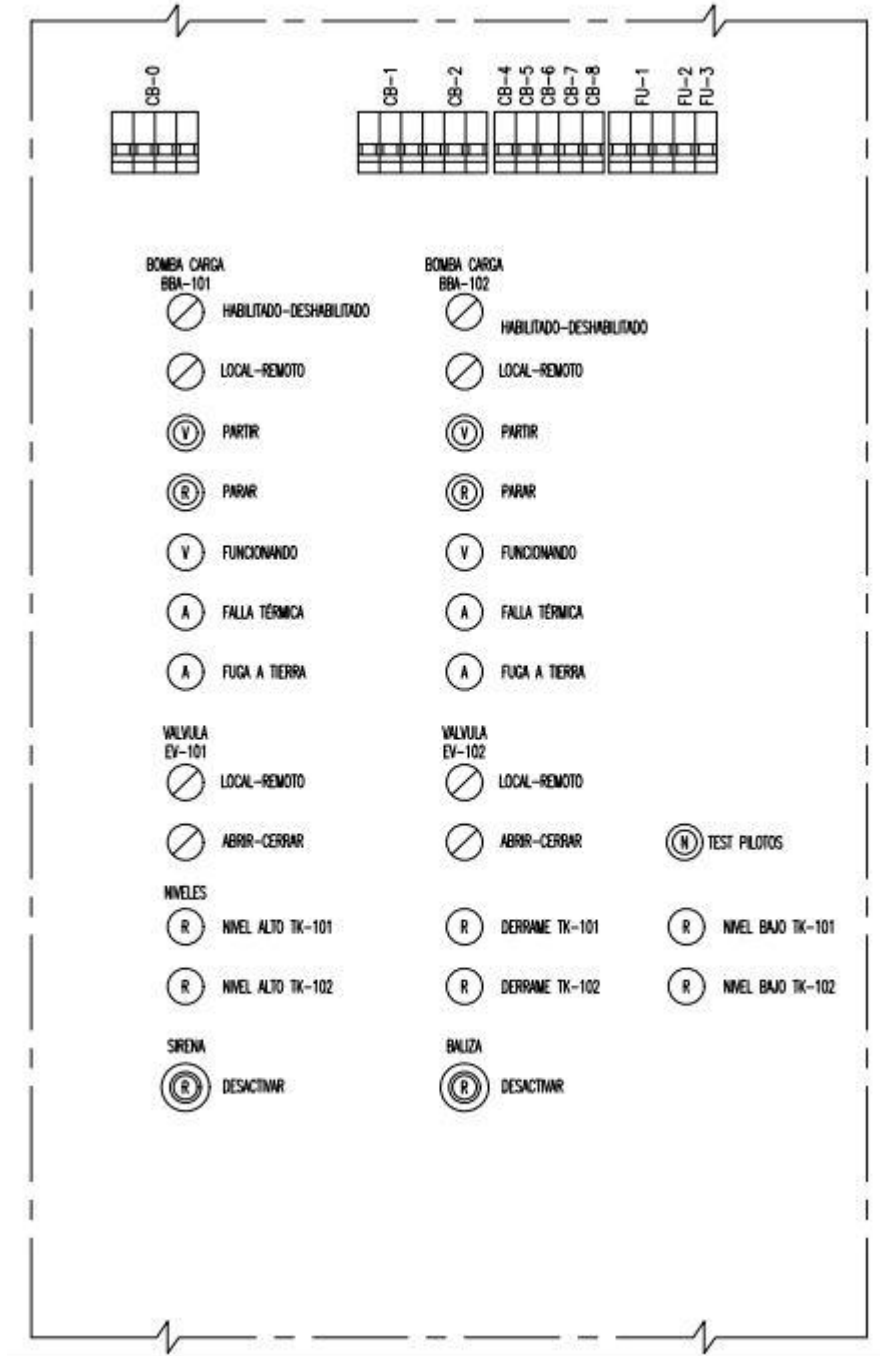


Ilustración 21 - Puerta Interior Gabinete TDFyC-101. Extracto de plano TC-2\_Talagante [3]

### 1.1.4.2 Enlace de fuerza alimentador TDFyC-101

El alimentador de B.T. proyectado, que va desde TGAux hasta TDFyC-101, será conectado con un alimentador, el cual estará formado por:

- Alimentador: 1x5c #8 AWG, XLPE Superflex. (3F+N+Tp)

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12].*

El alimentador Tag: F-1.1 con sus Fases, Neutro y Tierra serán canalizados subterráneo mediante trinchera proyectada al interior de la Sala de Tableros. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en planos respectivos. *Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.*

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza, aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termocontraíble, identificado por su correspondiente tag, tanto en el origen como destino.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores de Fase, Neutro y Tierra.
- Suministro y montaje de Protección trifásica en tablero TGAux1 proyectado para alimentar TDFyC-101 proyectado de tipo Interruptor termomagnético iC60N 3x20A.
- Conexión en Tablero TGAux-1 Proyectado.
- Conexión en Tablero TDFyC-101 proyectado.
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termocontraíbles, cinta aislante, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

*Detalles en plano anexo TC-2\_Talagante\_TDFyC-101\_Carga.*

### **1.1.4.3 Enlace de fuerza desde contactores en TDFyC-101 hasta caja de conexión bomba BBA-101 y bomba 102**

El alimentador de B.T. proyectado, que va desde contactores en TDFyC-101 hasta la caja de conexión de las bombas de carga, estará formado por:

- F-1.1.1 (BBA-101) 1x4c N° 10 AWG XLPE, Superflex
- F-1.1.2 (BBA-102) 1x4c N° 10 AWG XLPE, Superflex

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12].*

El alimentador será canalizado a través de banco de ductos y CAG. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en planos respectivos. *Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.*

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termo contraíble, identificado por su correspondiente Tag, tanto en el origen como destino.

La conexión aguas debajo de la caja de conexión se detalla en el anexo I.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores.
- Conexión en la Tablero TDFyC-101.
- Conexión en la Caja de conexión (proyectada).
- Tendido y Conexionado de alimentador proyectado.
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termo contraíbles, cinta aislante, kit de mufa, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

*Detalles en plano anexo TC-2\_Talagante\_TDFyC-101\_Carga.*

### 1.1.5 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-102 trasvasije

El tablero TDFyC-102 [4] de trasvasije de insumo químico, será el encargado de energizar y controlar válvulas electroactuadas de vaciado de estanques de almacenamiento de Hipoclorito, con la finalidad de llenar el estanque diario del sistema de dosificación de la planta.

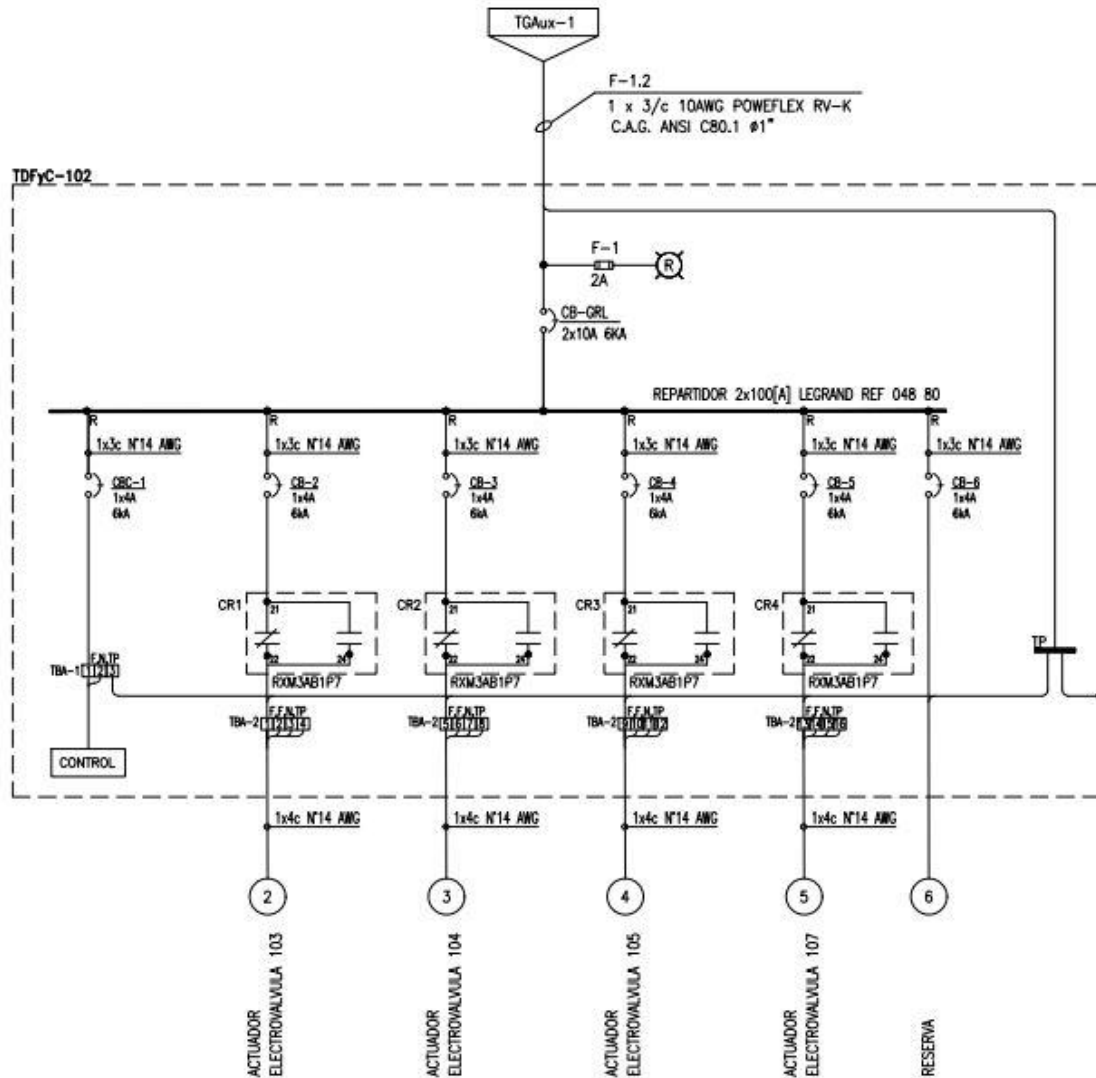
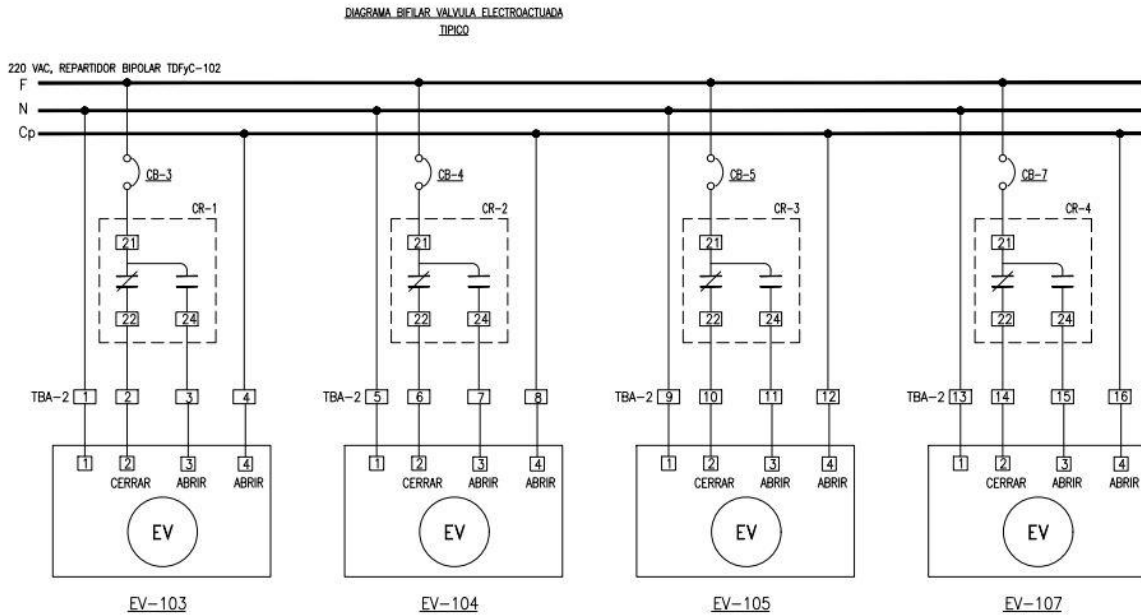


Ilustración 22 - Plano Unilineal TDFyC-102. Extracto de plano TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije [4]

Se detallan los componentes principales del tablero TDFyC-102. **Detalles en plano TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije [4].**



### 1.1.5.1 Gabinete TDFyC-102 trasvasije

El gabinete deberá ser colgante de, a lo menos, 800x600x400 [mm], marca RITALL o similar, de acuerdo a diagramas unilineales, elementales de control y de distribución interior, mostrados en planos de estos tableros.

El gabinete debe incluir puerta interior y puerta exterior. En la puerta interior, deben estar accesibles, a través de perforaciones, las palancas de accionamiento de las protecciones. En la puerta exterior, sólo se ubicarán los pilotos de tablero energizado.

Se debe incluir la envolvente metálica, interruptor general, equipos de medida, barras de distribución, bancos de condensadores, contactores, relés y bobinas auxiliares, protecciones eléctricas, borneras de fuerza y control, obras de cableado, marcación de conductores, y todo elemento o equipo mencionado en este documento o en planos, que sean necesarios para dejarlo en óptimas condiciones de operación.

El dimensionamiento del TDFyC deberá ser acorde con los equipos y elementos que incluye y su distribución deberá ser ordenada.

La distribución del TDFyC deberá considerar:

- Dimensiones de los equipos y elementos.
- Canaletas porta conductores.
- Radios de curvaturas de los conductores, dispuestos por la norma eléctrica.
- Facilidad en la remoción de equipos para su mantenimiento o cambio.
- Accesibilidad a todos los conductores que llegan hasta los terminales de todos los equipos.
- Holgura necesaria para dotar de ventilación.

*Detalles en plano anexo TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije. [4] y ANEXO 4 - Condiciones de diseño eléctrico.*

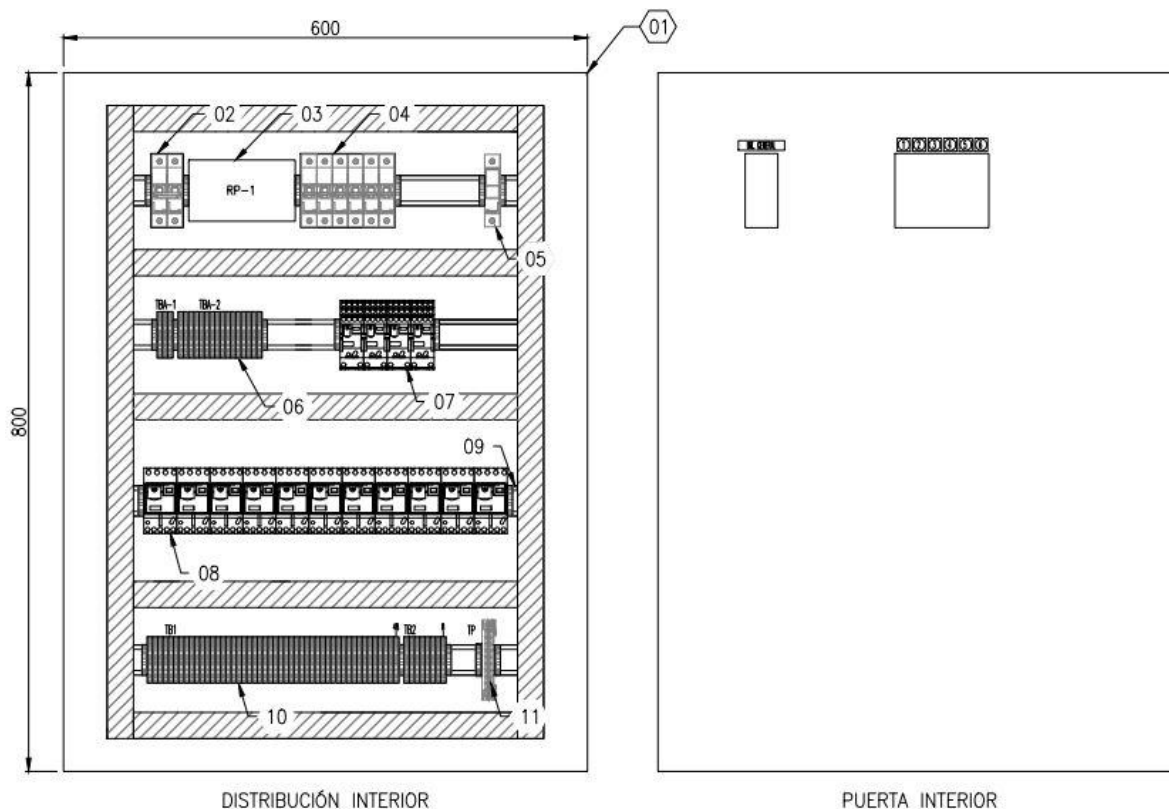


Ilustración 24 - Gabinete TDFyC-103, Trasvasije Hipoclorito. Extracto de plano TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije [4]

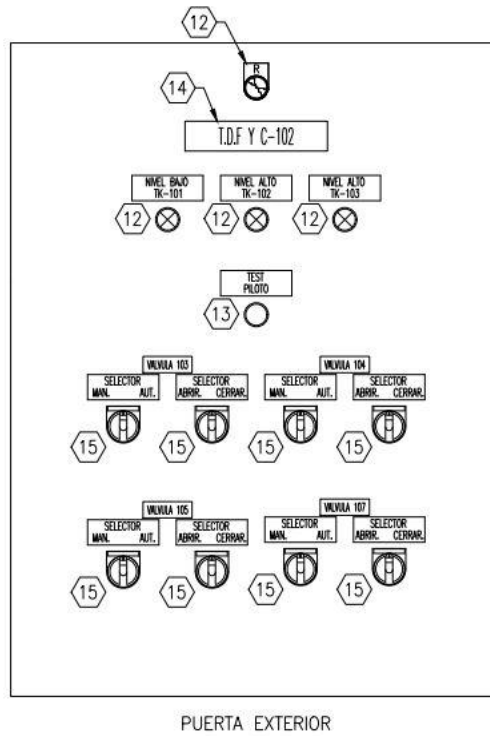


Ilustración 25 - Gabinete TDFyC-103, Trasvasije Hipoclorito, Puerta Exterior. Extracto de plano TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije [4]

### 1.1.5.2 Enlace de fuerza alimentador TDFyC-102 trasvasije

El alimentador de B.T. proyectado, que va desde TGAux hasta TDFyC-102 de bomba de trasvasije la Sala de tableros, estará formado por F-1.2:

- Alimentador: 1x3c #10 AWG, XLPE Superflex. (F+N+Tp)

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12].*

El alimentador Tag: F-1.2 con sus Fases, Neutro y Tierra serán canalizados subterráneos mediante trinchera proyectada al interior de la Sala de Tableros. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en planos respectivos. *Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.*

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termocontraíble, identificado por su correspondiente tag tanto en el origen como destino.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores de Fase, Neutro y Tierra.
- Suministro y montaje de Protección monofásica en tablero TGAux1 proyectado para alimentar TDFyC-102 proyectado de tipo Interruptor termomagnético iC60N 1x16A.
- Conexión en Tablero TGAux-1 Proyectado.
- Conexión en Tablero TDFyC-102 proyectado.
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termocontraíbles, cinta aislante, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

*Detalles en plano anexo TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije [4].*

## 1.1.6 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-CL

Este Tablero es el encargado de dosificar correctamente el Hipoclorito al 16% a las respectivas líneas de inyección de la planta. El tablero TDFyC-CL [5] energiza y controla 3 bombas dosificadoras, un analizador de hipoclorito en línea y extractores de aire en salas. Como medida de seguridad, contempla el control con niveles del estanque diario mediante Switch alto/bajo, y Switch de rebalse de pileta de Skid de dosificación.

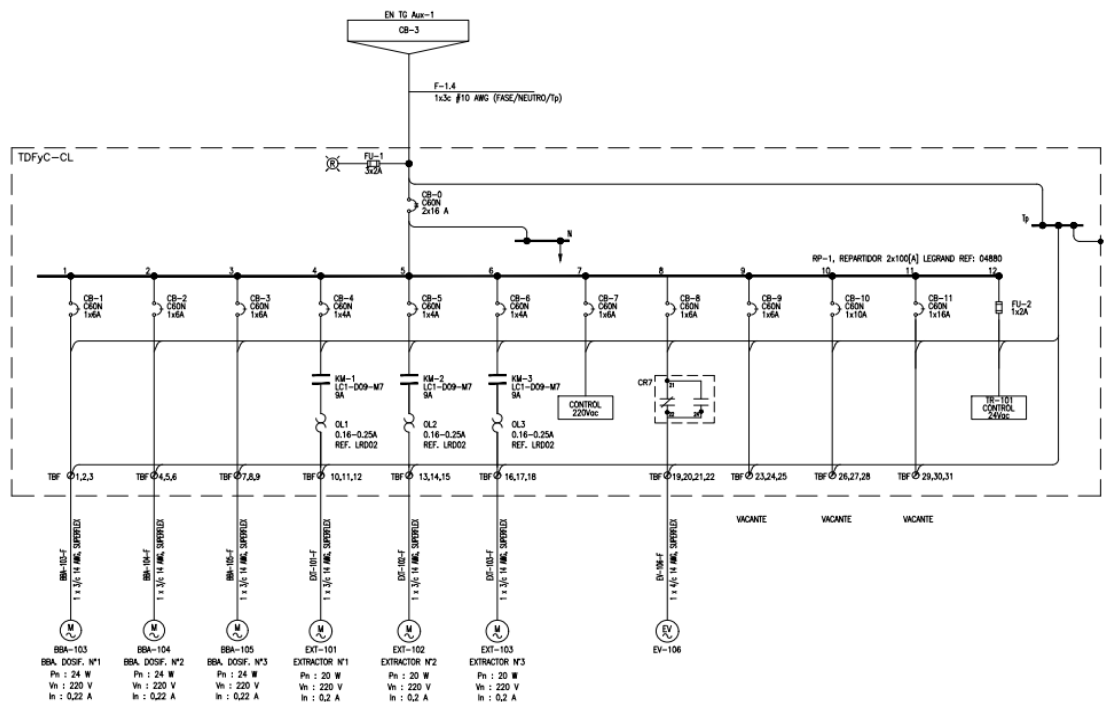


Ilustración 26 - Plano Unilineal TDFyC-CL. Extracto de plano TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5]

Se detallan los componentes principales del tablero TDFyC-CL. *Detalles en plano TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5].*

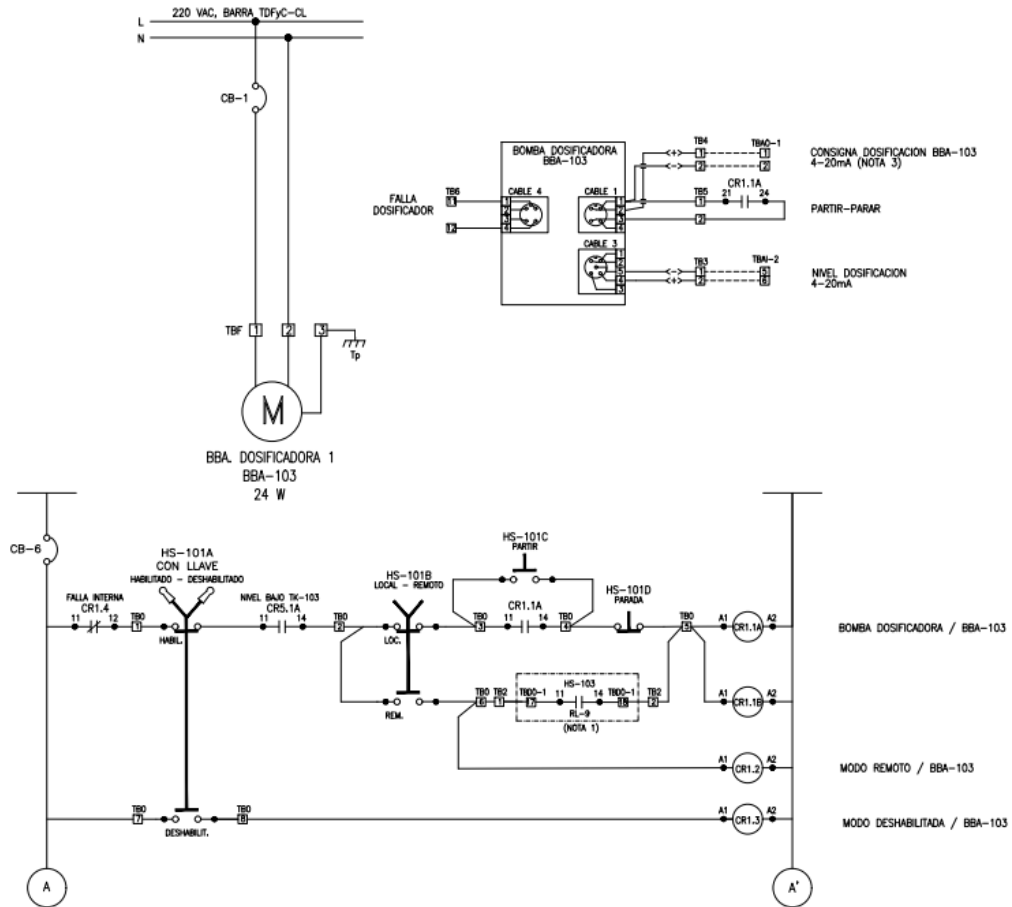


Ilustración 27 - Ejemplo diagrama elemental de control, Bomba dosificadora BBA-103/104/105. Extracto de plano TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5]

### 1.1.6.1 Gabinete TDFyC-CL

El gabinete deberá ser auto soportado de, a lo menos, 2000x800x400 [mm] con zócalo de 100 [mm], de marca RITALL o similar, de acuerdo a diagramas unilineales, elementales de control y de distribución interior, mostrados en planos de estos tableros.

Deberá incorporar en su interior barras, protecciones, luces pilotos, contactores de fuerza, contactores y relés de control, regletas y borneras de control, instrumentación y de alimentación, canaletas portaconductores, etc.

El gabinete debe incluir panel de montaje y accesorio portaplanos para tamaño A4. Los portafusibles, contactores, protecciones, relés de control, y borneras, etc., se montarán en riel DIN, de acuerdo a lo indicado en planos. Los elementos que no se pueden montar en riel DIN, se montarán en la placa de montaje, excepto los elementos del panel de control.

La distribución de los elementos en el interior y en la puerta del gabinete TDFyC-CL deberá considerar:

- Dimensiones de los equipos y elementos.
- Canaletas portaconductores.
- Radios de curvaturas de los conductores, dispuestos por la norma eléctrica.
- Facilidad en la remoción de equipos para su mantenimiento o cambio.
- Accesibilidad a todos los conductores que llegan hasta los terminales de todos los equipos.
- Holgura necesaria para dotar de ventilación.

*Detalles en plano anexo TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5] y ANEXO 4 - Condiciones de diseño eléctrico.*



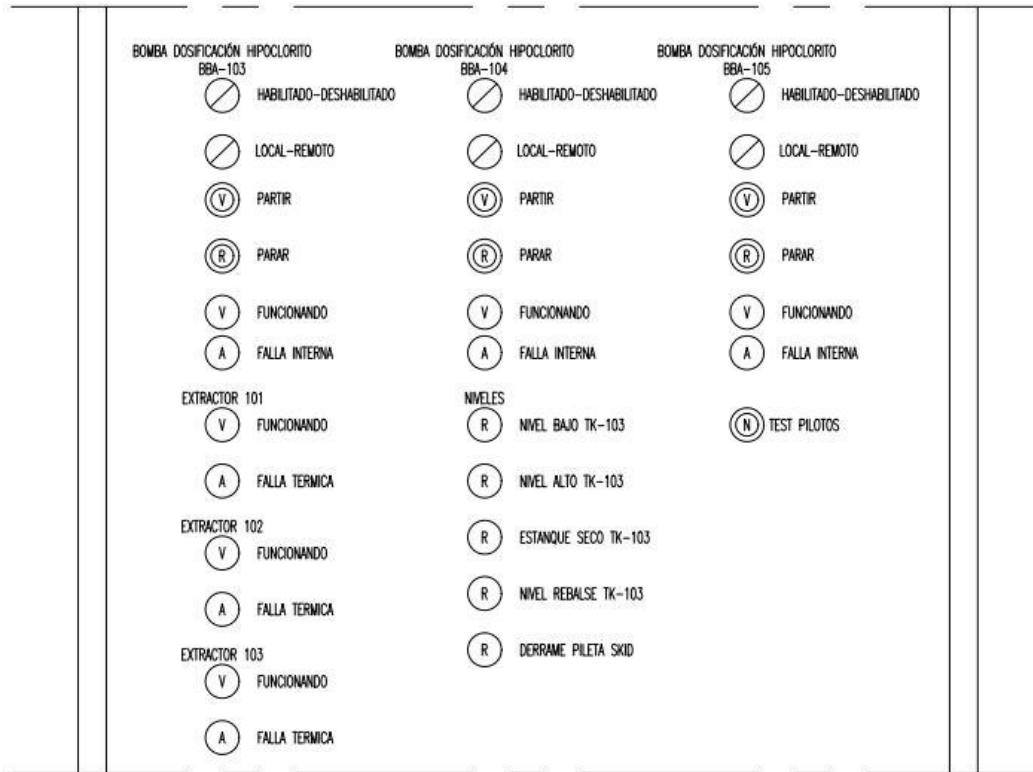


Ilustración 29 - Gabinete TDFyC-CL, Dosificación Hipoclorito, Puerta Exterior. Extracto de plano TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5]

### 1.1.6.2 Enlace de fuerza alimentador TDFyC-CL

El alimentador de B.T. proyectado que va desde TGAux-1 hasta el TDFyC-CL (proyectado), en Sala de tableros, estará formado por:

- Alimentador: 1x3c #10 AWG, XLPE Superflex. (F+N+Tp)

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12].*

El alimentador Tag: F-1.3, el Neutro y la tierra, serán canalizados a través de banco de ductos y CAG. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en planos respectivos. ***Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.***

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termocontraíble, identificado por su correspondiente Tag, tanto en el origen como destino.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores de Fase y Tierra.
- Conexión en Tablero TGAux-1.
- Tendido y Conexionado de alimentador proyectado.
- Conexión en Tablero TDFyC CL (proyectado).
- Suministro de la protección proyectada.
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termo contraíbles, cinta aislante, kit de mufa, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

*Detalles en plano anexo TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación [5].*

### 1.1.7 Diseño de tablero de fuerza y control TDFyC-103 - lavado skid

Este Tablero [6] es el encargado de controlar válvulas electroactuadas con la finalidad de abrir y cerrar líneas de entrada de agua e hipoclorito con el fin de lavar, de forma automática, el Skid del sistema de dosificación de Hipoclorito.

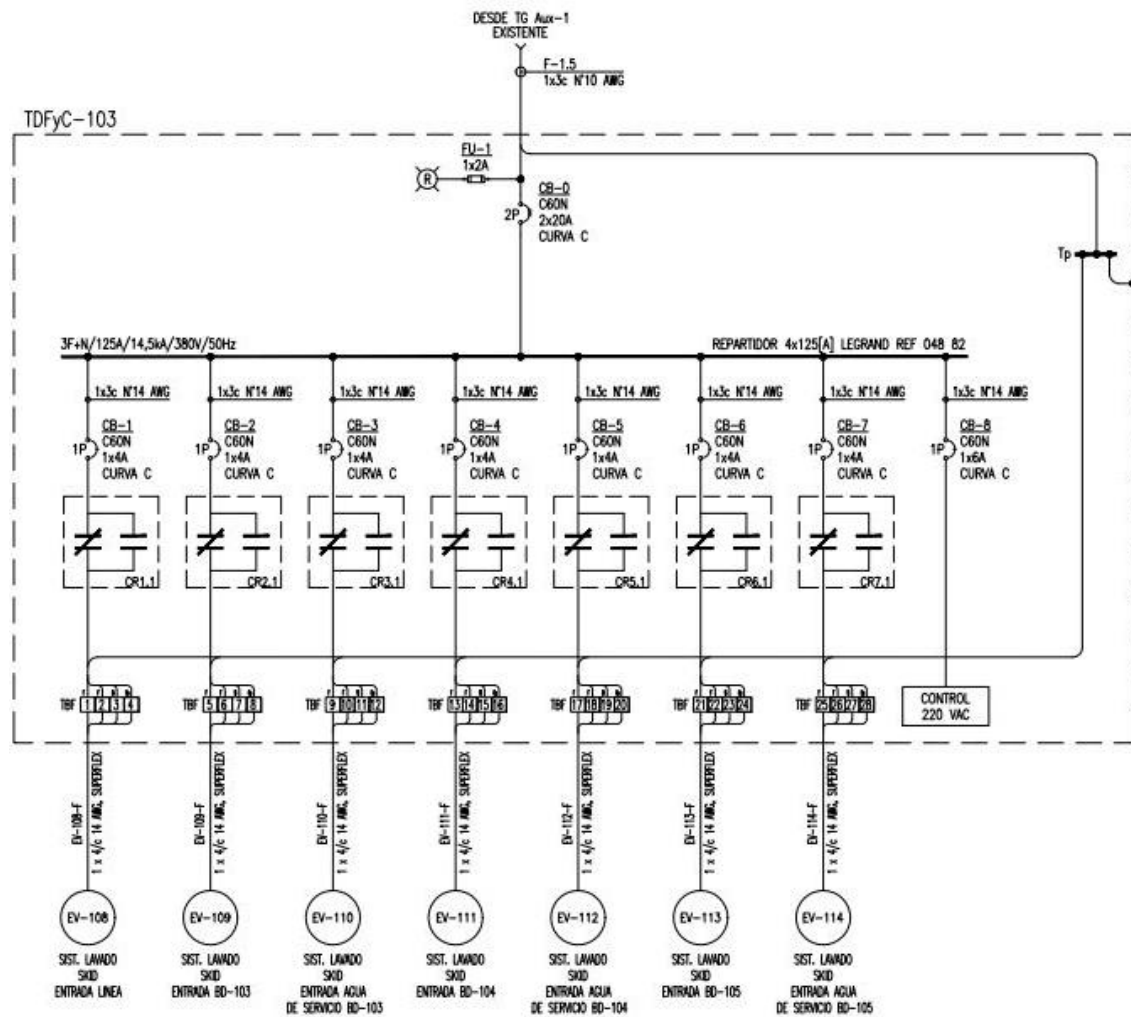


Ilustración 30 - Plano Unifilar TDFyC-103. Extracto de plano TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6]

Se detallan los componentes principales del tablero TDFyC-103. *Detalles en plano Extracto de plano TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6].*

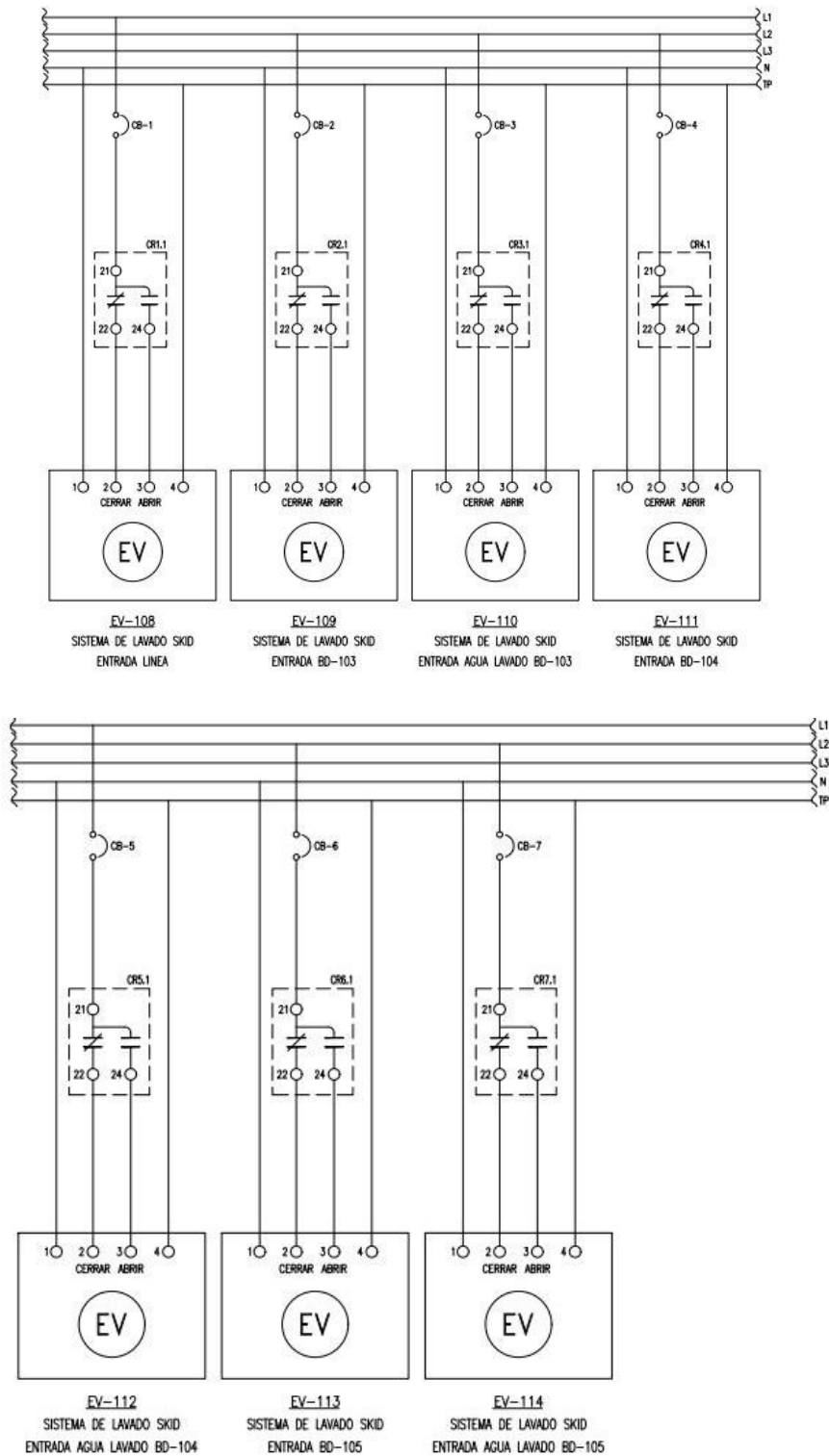


Ilustración 31 - Plano Bifilar Válvulas Lavado, TDFyC-103. Extracto de plano TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6]

### 1.1.7.1 Gabinete TDFyC-103 - lavado skid

El gabinete [6] deberá ser colgante de, a lo menos, 1000x800x300 [mm], marca RITALL o similar, de acuerdo a diagramas unilineales, elementales de control y de distribución interior, mostrados en planos de estos tableros. El gabinete debe incluir puerta interior y puerta exterior. En la puerta interior, deben estar accesibles, a través de perforaciones, las palancas de accionamiento de las protecciones. En la puerta exterior, sólo se ubicarán los pilotos de tablero energizado.

Se debe incluir la envolvente metálica, interruptor general, equipos de medida, barras de distribución, bancos de condensadores, contactores, relés y bobinas auxiliares, protecciones eléctricas, borneras de fuerza y control, obras de cableado, marcación de conductores y todo elemento o equipo mencionado en este documento o en planos, que sean necesarios para dejarlo en óptimas condiciones de operación.

El dimensionamiento del TDFyC-103 deberá ser acorde con los equipos y elementos que incluye y su distribución deberá ser ordenada.

La distribución del TDFyC-103 deberá considerar:

- Dimensiones de los equipos y elementos.
- Canaletas porta conductores.
- Radios de curvaturas de los conductores, dispuestos por la norma eléctrica.
- Facilidad en la remoción de equipos para su mantenimiento o cambio.
- Accesibilidad a todos los conductores que llegan hasta los terminales de todos los equipos.
- Holgura necesaria para dotar de ventilación.

*Detalles en plano anexo TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado. [6] y ANEXO 4 - Condiciones de diseño eléctrico.*

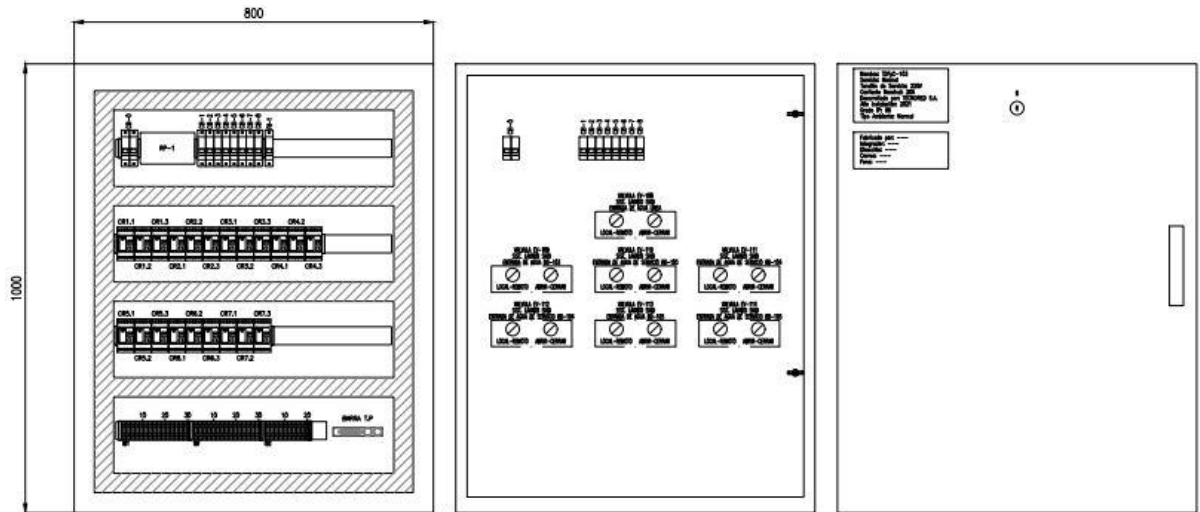


Ilustración 32 - Gabinete TDFyC-103, Lavado Skid Dosificación. Extracto de plano TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6]

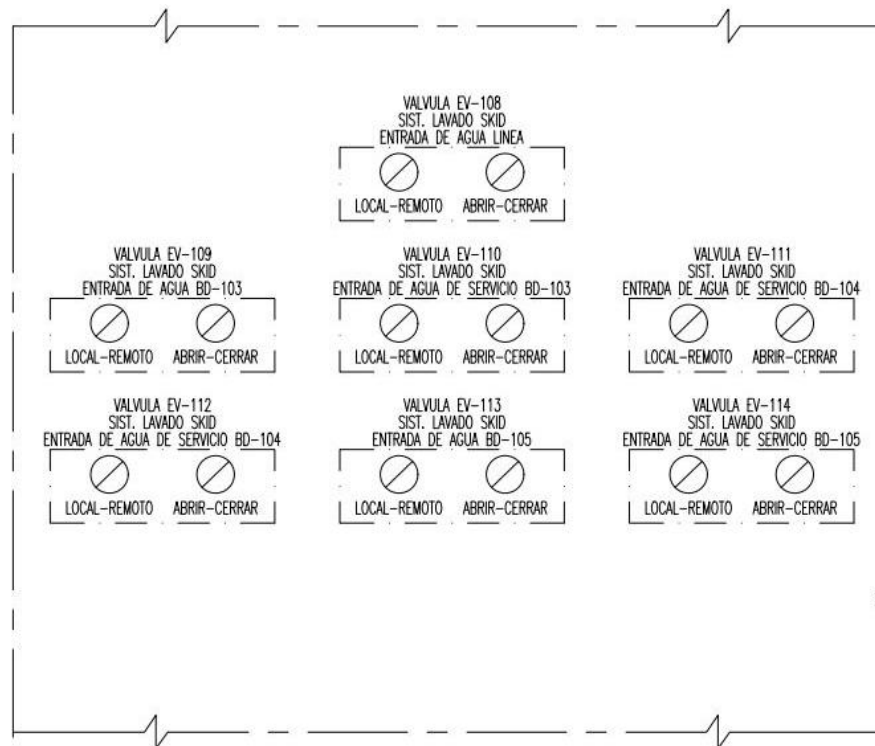


Ilustración 33 - Gabinete TDFyC-103, Botonera Válvulas. Extracto de plano TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6]

### 1.1.7.2 Suministro y montaje de enlace de fuerza alimentador TDFyC-103

El alimentador de B.T. proyectado que va desde TGAux-001 hasta el TDFyC103 en la Sala de tableros, estará formado por:

- Alimentador F-1.5: 1x3c #10 AWG, XLPE Superflex. (F+N+Tp)

*Memoria de cálculo de conductor en documento TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante [12].*

El alimentador Tag: F-1.5, el Neutro y la tierra, serán canalizados a través de banco de ductos y CAG. Las dimensiones, trayectorias y montajes se describen en planos respectivos. ***Ver plano TC-8\_Talagante\_Canalizaciones.***

Las conexiones de este alimentador serán realizadas por medio de terminales de compresión de alta pureza aislados con cinta aislante vulcanizante y sellados con manga termo contraíble, identificado por su correspondiente Tag, tanto en el origen como destino.

La partida incluye:

- Suministro y montaje de Conductores de Fase y Tierra.
- Conexión en Tablero TGAux-1.
- Tendido y Conexionado de alimentador proyectado.
- Conexión en Tablero TDFyC-103 (proyectado).
- Suministro de la protección proyectada.
- Suministro y montaje de todos los elementos requeridos para el marcaje y conexionado: terminales de compresión, mangas termo contraíbles, cinta aislante, kit de mufa, lápiz indeleble u otro equivalente, etc.

Detalles en plano anexo ***TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado [6].***

## 2 Funcionalidad de equipos e instrumentos por sistema

La funcionalidad de los equipos e instrumentos [15][16], tiene la finalidad de indicar y estandarizar las funcionalidades básicas que deberán incorporar las instalaciones tele controladas que incorporan los sistemas de carga y trasvasije de hipoclorito.

### 2.1 Funcionalidad del sistema de carga

- **Bomba de carga Hipoclorito: BBA-101:** bomba de carga, trifásica, encargada de realizar la carga de hipoclorito desde el camión. Se acciona su partida de manera manual mediante las botoneras HS-101 o de forma remota a través de PLC.
- **Bomba de carga Hipoclorito: BBA-102:** bomba de carga, trifásica, de reserva, encargada de realizar la carga de hipoclorito desde el camión. Se acciona su partida/parada de manera manual, mediante las botoneras HS-102 o de forma remota a través de PLC.
- **PLC:** recibe las señales de estado de las bombas de carga de hipoclorito BBA-101/BBA-102: local/remoto, funcionando/detenida, habilitada/deshabilitada, falla eléctrica.
- **Switch de partida manual de bombas de carga BBA-101/BBA-102, HS-101, HS-102:** botonera de accionamiento manual de partida/parada de bombas BBA-101/ BBA-102, respectivamente, se ubica en TDFyC-101 CARGA.
- **Sirena/Baliza para indicación de sobrellenado de estanques TK-101 y TK-102 de Hipoclorito, XA-101/SA-102 (baliza/sirena): Baliza (XA-101)** realiza una indicación local luminosa por nivel alto de estanques de almacenamiento de hipoclorito (TK-101 a TK-103). Esta indicación está asociada a los niveles “alto” de dichos estanques. El control se realiza mediante alambrado duro. **Sirena (SA-102)** realiza una indicación local sonora de sobrellenado de estanques de almacenamiento de hipoclorito (TK-101 a TK-103). Esta indicación está asociada a los niveles “alto-alto” de dichos estanques. El control se realiza mediante alambrado duro.

- **Actuador Válvula EV-101:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de carga de hipoclorito de estanque TK-101. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Carga, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.
- **Actuador Válvula EV-102:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de carga de hipoclorito de estanque TK-102. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Carga, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.

## 2.2 Funcionalidad del sistema de trasvasije

- **Actuador Válvula EV-103:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de trasvasije de hipoclorito de estanque TK-101. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Trasvasije, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.
- **Actuador Válvula EV-104:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de trasvasije de hipoclorito de estanque TK-102. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Trasvasije, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.
- **Actuador Válvula EV-105:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de carga de hipoclorito de estanque TK-103. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Trasvasije, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.

- **Actuador Válvula EV-106:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de vaciado de hipoclorito de estanque TK-103. Su accionamiento es por niveles de estanque, además se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Trasvasije, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.
- **Actuador Válvula EV-107:** Actuador electroactuado ON/OFF, encargado de abrir y cerrar válvula de bypass de hipoclorito de estanques TK-101 Y TK-102. Se acciona su apertura/cierre de manera manual mediante botonera en tablero TDFyC-102 Trasvasije, o de manera automática desde CCO, mediante PLC.

### 2.3 Funcionalidad niveles estanques

- **Switch de nivel bajo LSL para estanques TK-101 a TK-103** de Hipoclorito: Switch flotador de nivel, LSL-101/ LSL-102/ LSL-103, con relé Gems LS3 Ref.: 173250, para indicación de nivel discreto bajo en cada estanque, genera una alarma visual en tablero de trasvasije y, además, la señal de estado es integrada en PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.
- **Switch de nivel alto LSH para estanques TK-101 a TK-103:** Switch flotador de nivel, LSH-101/ LSH-102/ LSH-103, con relé Gems LS3 Ref.: 173250, para indicación de nivel discreto alto en cada estanque, genera una alarma visual en tablero de trasvasije, además de accionar la señal visual local mediante baliza (XA-101). La señal de estado es integrada en PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.
- **Switch de nivel alto-alto LSHH para estanques TK-101 a TK-103:** Switch flotador de nivel, LSHH-101/ LSHH-102/ LSHH-103, con relé Gems LS3 Ref.: 173250, para indicación de nivel discreto alto-alto en cada estanque, genera una alarma visual en tablero de trasvasije, además de accionar la señal sonora local mediante sirena (SA-101). Asimismo, la señal de estado es integrada en PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.

- **Switch de nivel alto LSH para derrame en pileta de estanques:** Switch flotador de nivel, LSH-105, con relé Gems LS3 Ref.: 173250, para indicación de nivel discreto alto en pileta de derrames de hipoclorito, genera una alarma visual en tablero de trasvasije y además la señal de estado es integrada en PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.
- **Sensores de nivel continuo ultrasónicos para estanques TK-101 a TK-103 de Hipoclorito:** transmisores de nivel ultrasónico, LIT-101 y LIT-102 para la medición del nivel continuo en Tanque TK-101/TK-102 y TK-103 de Hipoclorito, Marca Endress + Hauser, para químico especificado; Transmisor LIT-101 con dos sensores mod.: Prosonic S FMU90 con sensores FDU91, para medir los niveles de Hipoclorito en estanques 1 y 2 y LIT-103 con un sensor FDU91 para medir el nivel de Hipoclorito en estanque 3. El transmisor deberá contar con dos contactos seco indicador de estado de fallas y contar además con dos salidas de 4-20mA para las señales de niveles. La alimentación del transmisor será a 220VAC. Las señales análogas en 4-20mA y de estado (discreta) son integrada a PLC (YC-100), proyectado en TCI-100.
- **PLC:** recibe las señales de switch de nivel bajo, alto, alto-alto, de derrames y nivel continuo de los estanques de almacenamiento, además del estado de los actuadores de válvulas de carga y trasvasije.

## 2.4 Funcionalidad del sistema de control de dosificación hipoclorito

El objetivo del presente apartado es indicar y estandarizar las funcionalidades básicas que deberán incorporar las instalaciones telecontroladas que incorporan sistemas de dosificación de Hipoclorito. Dichas instalaciones deberán incorporar de manera íntegra todo lo indicado en este documento, salvo que se indique lo contrario, o se propongan modificaciones puntuales en el documento de Funcionalidades Particulares que es complementario a éste.

El Hipoclorito debe ser dosificado de acuerdo con el caudal de salida de la planta. Para ello, se debe establecer un lazo de control entre el hipoclorito dosificado y la medición del caudal

de salida de la planta. Para esto, y de ser necesario, contratista deberá programar PLC existente en la planta que recibe dicha medición.

## 2.4.1 Componentes principales sistema de control de dosificación hipoclorito

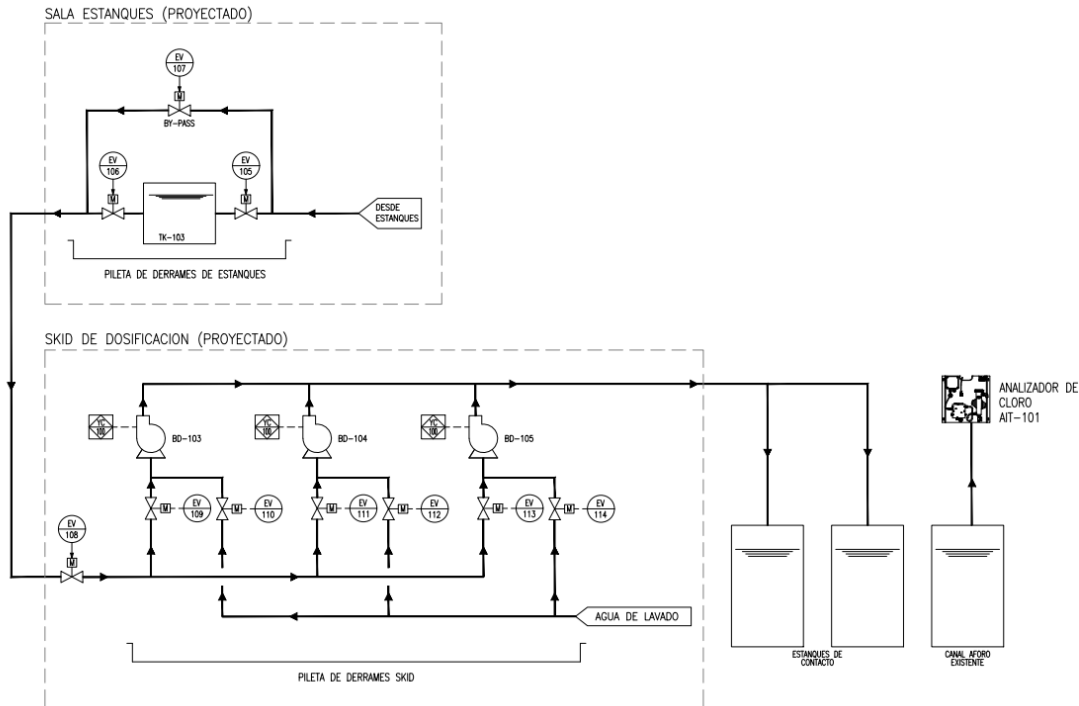


Ilustración 34 - Sistema de control de dosificación hipoclorito. Extracto de plano TC-1\_Talagante\_P&ID [2]

Los Sistemas de Dosificación de Hipoclorito poseen los siguientes componentes principales:

- **Estanque de Hipoclorito.** Estanque con niveles discretos para alertar niveles bajos en estanque diario de dosificación.
- **Medidor de Caudal Dosificación:** Con salida de 4-20 [mA] y señal de falla. Medición de la correcta dosificación de bombas de hipoclorito.
- **Medidor de Caudal Planta:** Se utilizará señal de medidor de caudal existente. Para ello, se debe establecer un lazo de control entre el hipoclorito dosificado y la

medición del caudal de salida de la planta, se deberá programar PLC existente en la planta que recibe dicha medición.

- **RTU:** Permite asegurar la continuidad de la cloración frente a un posible malfuncionamiento o indisponibilidad de la medición de caudal o cloro residual.
- **Unidad de Dosificación (BBA-103 y BBA-104 y BBA-105):** Aplica la dosis calculada por el controlador.
- **Analizador de Cloro Residual:** Con salida de 4-20 [mA], proporcional a la concentración de cloro analizada en línea.
- **Electroválvulas:** La funcionalidad es abrir y cerrar líneas de entrada de agua e hipoclorito con el fin de lavar de forma automática el Skid del sistema de dosificación de Hipoclorito.

## 2.4.2 Estrategia de operación de dosificación

La dosificación será automática y se llevará a cabo en base al controlador integrado en el dosificador y a señales de referencia entregadas a éste por el PLC. Las bombas dosificadoras tendrán ajuste automático en función del caudal en tratamiento y ajuste fino en función de cloro residual.

Las bombas dosificadoras se utilizarán con rotación, en base a criterio de desgaste parejo, el que deberá programarse en la RTU respectiva. Cuando se produzcan fallas, así como también cuando se inhabilite algún equipo, ya sea por hardware (selector en una posición distinta de Remoto) o software desde la HMI, el sistema mantendrá la rotación con los equipos que se encuentren en condiciones de operar.

Se definen 2 modos de operación:

- Cuando los instrumentos se encuentran en buen estado, el PLC, a través del módulo de salidas analógicas, replicará una señal de 4-20 mA idéntica a la entregada por el medidor.
- Cuando los instrumentos presenten malfuncionamiento, o su medición sea invalidada arbitrariamente por el operador del HMI o CCO, el PLC, a través del

módulo de salidas analógicas, en lugar de replicar las señales de los instrumentos con problemas, entregará a la dosificación una señal en base a tablas o parámetros predefinidos.

NOTA: La configuración de las bombas dosificadoras para operar en función de una señal de 4-20 mA es materia de programación en PLC de Telecontrol, según variables definidas por operadores de la planta.

### **2.4.3 Fallas de equipos e instrumentos de dosificación**

#### **2.4.3.1 Medidor de caudal (existente en planta)**

Fallas previstas:

- Fallas de Lazo, se generará un evento por falla de lazo si la corriente muestreada por la RTU es menor que 3.5 mA (valor configurable desde Toolbox) o si la corriente muestreada es mayor que 20.5 mA (valor configurable desde Toolbox).
- Valor pegado, se generará un evento por valor pegado cuando el valor medido, previamente filtrado, permanezca constante durante más de 60 minutos (valor configurable desde Toolbox)

Operación considerada:

- Se genera evento.
- Se deberá utilizar el modo de operación frente a falla de caudalímetro.

#### **2.4.3.2 Analizador de cloro residual**

Fallas previstas:

- Fallas de Lazo, se generará un evento por falla de lazo si la corriente muestreada por la RTU es menor que 3.5 mA (valor configurable desde Toolbox) o si la corriente muestreada es mayor que 20.5 mA (valor configurable desde Toolbox).

- Valor pegado, se generará un evento por valor pegado cuando el valor medido, previamente filtrado, permanezca constante durante más de 60 minutos (valor configurable desde Toolbox)

Operación considerada:

- Se deberá utilizar el modo de operación frente a falla de analizador de cloro residual.

## 2.5 Funcionalidad del sistema de control de lavado de skid

Las válvulas con actuador eléctrico motorizado, ON/OFF EV-008, EV-009, EV-010, EV-111, EV-112, EV-113, EV-114, estarán montadas en líneas entrada de SKID y sus circuitos de señales estarán alambrados a los respectivos módulos del PLC (YC-100), en tablero de TCI-001 proyectado, dichas señales se utilizarán para abrir o cerrar la válvula desde el SCADA local.

El control se realiza mediante dos formas:

- Por comandos manuales remotos, mediante las órdenes ABRIR o CERRAR. Se deben integrar a PLC las siguientes señales de estado:
  - Abrir/Cerrar
  - Estado Abierto
  - Estado Cerrado
- Activación por nivel de rebalse de estanques: activación de switch de nivel alto-alto (LSHH) de alguno de los estanques asociado a la válvula respectiva.

## 2.6 Válvulas EV-001, EV-002, EV-003, EV-104, EV-105, EV-106, EV-107

Las válvulas con actuador eléctrico motorizado ON/OFF EV-001, EV-002, EV-003, EV-104, EV-105, EV-106, EV-107 estarán montadas en líneas de entrada y salidas de estanques TK-001, TK-002 Y TK-003 y sus circuitos de señales estarán alambrados a los respectivos

módulos del PLC (YC-100), en tablero de TCI-001 proyectado, dichas señales se utilizarán para abrir o cerrar la válvula desde SCADA local.

El control se realiza mediante dos formas:

- Por comandos manuales remotos, mediante las órdenes ABRIR o CERRAR. Se deben integrar a PLC las siguientes señales de estado:
  - Abrir/Cerrar
  - Estado Abierto
- Estado Cerrado Activación por nivel de rebalse de estanques: activación de switch de nivel alto-alto (LSHH) de alguno de los estanques asociado a la válvula respectiva.

## **2.7 Caudalímetros salida bombas skid**

El medidor de Caudal FIT-101/102/103 será de marca Khrono, Endress+Hauser o Siemens, para medir el caudal de impulsión de hipoclorito en bombas dosificadoras con salida analógica en formato 4-20 [mA], contacto seco libre de potencial para señalar estado de falla y alimentación a 24 VDC.

Se considerará una alarma por falla en caso de pérdida de lazo de control del instrumento, la cual será informada a la HMI local.

### 3 Estrategia de operación frente a fallas

En el caso de que se produzcan fallas en los equipos del sistema a telecontrolar y que sean detectadas por el sistema de control, se deberá funcionar de acuerdo a las estrategias complementarias a las ya definidas.

#### 3.1 Falla de comunicaciones entre CCO y RTU

Esta alarma se generará cuando hayan transcurrido 15 minutos (configurable desde Toolbox) sin que se haya podido establecer comunicaciones entre ambos sistemas.

Sin perjuicio de otras acciones que puedan tomarse, las RTU seguirán intentando restablecer sus comunicaciones con las periodicidades establecidas.

La alarma se cancelará cuando se hayan restablecido las comunicaciones. Esta falla provocará que los modos de operación que requieren de este enlace queden inhabilitados mientras dure esta alarma.

En la RTU se producen los siguientes cambios:

- Si el selector MANUAL / AUTOMÁTICO, en la HMI, está en la posición MANUAL, este selector cambia a la posición AUTOMÁTICO.
- Si el selector CERCANO / GLOBAL, en la HMI, está en la posición GLOBAL, este selector cambia a la posición CERCANO.

La lógica de control seguirá funcionando de acuerdo a las consignas definidas para el sistema de agua potable desde el CCO.

## 3.2 Fallas de equipos e instrumentos

### 3.2.1 Medidor de nivel

Fallas previstas:

- Fallas de Lazo, se generará un evento por falla de lazo si la corriente muestreada por la RTU es menor que 3.5 mA (valor configurable desde Toolbox) o si la corriente muestreada es mayor que 20.5 mA (valor configurable desde Toolbox).
- Valor pegado, se generará un evento por valor pegado cuando el valor medido, previamente filtrado, permanezca constante durante más de 60 minutos (valor configurable desde Toolbox)

Operación considerada:

- Se genera evento.
- La estrategia de operación por nivel de estanque, mediante el medidor de nivel LIT, queda inhabilitada pasándose a operar con el respaldo de la operación mediante los interruptores de nivel LSL, LSH y LSHH del estanque.

### 3.2.2 Medidores de caudal

Fallas previstas:

- Fallas de Lazo, se generará un evento por falla de lazo si la corriente muestreada por la RTU es menor que 3.5 mA (valor configurable desde Toolbox) o si la corriente muestreada es mayor que 20.5 mA (valor configurable desde Toolbox).
- Valor pegado, se generará un evento por valor pegado cuando el valor medido, previamente filtrado, permanezca constante durante más de 60 minutos (valor configurable desde Toolbox).

Operación considerada:

- Se genera evento.

- Para la estrategia de llenado anticipado se deberá utilizar como caudal de impulsión el caudal definido en la tabla de caudales impulsados por bombas o por grupo de bombas de acuerdo a los equipos que se encuentren en funcionamiento.
- Queda deshabilitado el cálculo de verificación.

### 3.2.3 Analizador de cloro residual

Fallas previstas:

- Fallas de Lazo, se generará un evento por falla de lazo si la corriente muestreada por la RTU es menor que 3.5 mA (valor configurable desde Toolbox) o si la corriente muestreada es mayor que 20.5 mA (valor configurable desde Toolbox).
- Valor pegado, se generará un evento por valor pegado cuando el valor medido, previamente filtrado, permanezca constante durante más de 60 minutos (valor configurable desde Toolbox).

Operación considerada:

- Se genera evento.

### 3.2.4 Falla eléctrica

La falla eléctrica en recinto incluye falla de fase, secuencia de fases incorrecta, desequilibrio de fases, baja tensión y sobre tensión.

Operación considerada:

- Se genera evento.
- Todas las estrategias de control y los modos de operación quedan inhabilitados.



### 3.2.5 Falla de bomba

La falla de bomba incluye falla detectada por fuga a tierra, sobrecarga, falla de partidador (si aplica), y nivel bajo-bajo estanque de alimentación (si aplica).

Operación considerada:

- Se genera evento.
- La bomba queda en estado NO OPERATIVO.

## **4 Modos de operación de los sistemas de control**

### **4.1 Operación local**

La operación local está concebida en el equipo mismo, o en su correspondiente tablero eléctrico, y se realiza por un operador mediante botoneras y selectores. Este modo de operación es completamente independiente del controlador (PLC), por lo que no se ve afectado ante falla de éste.

Precisamente la operación local tiene como objetivo principal asegurar la factibilidad de operación ante falla del PLC.

### **4.2 Operación remota**

La operación remota se caracteriza fundamentalmente porque depende de un PLC.

El punto de referencia considerado para la definición de operación remota es el equipo susceptible de ser telecontrolado o su tablero eléctrico correspondiente. En tal sentido, todo elemento distante a estos componentes es considerado remoto.

En esa línea, los sistemas de telecontrol poseen dos submodos: remoto-global y remoto-cercano.

#### **4.2.1 Operación remota global**

La operación remota global se caracteriza porque la operación hace uso de una red de comunicaciones amplia (scom, wan, etc.).

Este modo de operación puede presentar dos características muy diferenciadas:

- Operación remota automática, es manejada por un programa externo que ejecuta las órdenes a través del scada sin requerir la intervención del operador.
- Operación remota manual, es manejada por un operador a través de las pantallas del scada.

## 4.2.2 Operación remota global automática

La operación remota global automática es controlada desde el CCO por un programa externo al scada, sin la intervención de un operador.

Este esquema de operación se concibe bajo una lógica de control centralizado, donde el programa externo mencionado, emite órdenes de manera autónoma a los sistemas de telecontrol, a través del scada.

## 4.2.3 Operación remota global manual

La operación remota global manual es realizada por un operador a través del CCO o por alguno de los centros de operación de producción que se encuentren vinculados al CCO. Este tipo de operación posee dos características funcionales:

- Operación por consignas desde las pantallas del scada.
- Operación por "telemando". Por ejemplo, fijar apertura de válvulas y compuertas, arrancar y detener equipos, etc., desde las pantallas del scada.

## 4.2.4 Operación remota cercana

La operación remota cercana se caracteriza porque la operación hace uso de los elementos y recursos circunscritos al recinto o sistema local. Es decir, ples, redes de comunicación locales, interfaces hombre- máquina (hmi), etc.

Este modo puede subdividirse en dos modalidades:

- Operación remota cercana automática.
- Operación remota cercana manual.

### 4.2.4.1 Operación remota cercana automática

La operación remota cercana automática es ejercida haciendo uso de la lógica programada en el plc.

Esta modalidad ofrece dos posibilidades:

- Operación por consignas.
- Operación por "telemando". Por ejemplo, fijar apertura de válvulas y compuertas, arrancar y detener equipos, etc.

#### 4.2.4.2 Operación remota cercana manual

Este modo de operación es de uso eventual y se realiza bajo una conexión directa con el plc o con el hmi. Por ejemplo, acciones para fines de mantenimiento.

### 4.3 Tratamiento de señales

El programa de aplicación deberá tratar las señales discretas y analógicas de la siguiente forma:

*Tabla 3 - Tratamiento de Señales Discretas*

#### Señales discretas:

Ítem	Requerimiento	Descripción/observaciones
1	Integrar la información discreta en registros enteros de 16 bits.	Se optimiza el uso del canal de comunicación.
2	Adquirir entradas digitales parametrizando sus 4 estados posibles: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forzamiento a 0</li> <li>• Forzamiento a 1</li> <li>• Inversión (lógica invertida)</li> <li>• Lógica directa</li> </ul>	Deberá incorporarse la posibilidad de inhibir o forzar variables provenientes de instrumentos que presenten fallas o malfuncionamientos, vía softwares de edición o programación, tales como, toolbox, rs logix, etc.

*Tabla 4 - Tratamiento de Señales Análogas - Filtrado*

### Tratamiento de señales análogas - filtrado:

Ítem	Requerimiento	Descripción/observaciones
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>La información analógica debe ser filtrada considerando la posibilidad de incluir como parámetros el número de muestras (nm) y el tiempo de muestreo (tm).</li> <li>Los parámetros por defecto deberán ser <math>t_m = 5</math> (seg.) Y <math>n_m = 12</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ajuste de estos parámetros sólo podrá realizarse vía softwares de edición o programación, tales como, toolbox, rs logix, etc.</li> <li>Por defecto se generarán valores minutales para las variables analógicas.</li> </ul>

Tabla 5 - Tratamiento de Señales Análogas - Amplificación

### Tratamiento de señales análogas – amplificación:

Ítem	Requerimiento	Descripción/observaciones
2	<p>Sin perjuicio de las cifras significativas que se requieran para el adecuado funcionamiento de las estrategias de control, la información analógica filtrada y dispuesta a ser transmitida al scada deberá ser puesta en registros enteros de 16 bits, con los siguientes factores de amplificación:</p> <p><b>a) <u>Amplificación por 100</u></b></p> <p>Altura de nieve en [m] Cotas en [m.s.n.m.] Nivel en [m] Caudal en [m<sup>3</sup>/s] Turbiedad (bajo rango) en [unt] Flúor en [mg/l] Cloro residual y ambiente en [mg/l] o [ppm] Oxígeno disuelto en [mg o<sub>2</sub>/l] Concentración de lodos en [gr/l] Flujo de aire en [nm<sup>3</sup>/s] o [nm<sup>3</sup>/día]</p> <p><b>b) <u>Amplificación por 10</u></b></p> <p>Caudal en [l/s] o [l/h]</p>	<p>No debe considerarse amplificación en las variables siguientes:</p> <p>Posición válvula en [%] Presión en [mmca] Peso en [kg] Volumen en [m<sup>3</sup>] Conductividad en [μs/cm] Humedad relativa en [%] Lluvia caída en [mm] Energía en [kwh] Voltaje en [volt] Día, mes año Hora, minutos</p>



Ítem	Requerimiento	Descripción/observaciones
	Presión en [mca] o [bar] Dosificaciones en [gr/hr] Tiempo de funcionamiento en [hr] Temperatura en [°c] Ph Potencia en [kw] Corriente en [amp] Humedad relativa en [%]	

## 5 Resultados Esperados

La implementación del sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% en la PTAS Talagante permitirá alcanzar una serie de beneficios operacionales, técnicos y de seguridad, alineados con los estándares exigidos por la industria sanitaria y las normativas vigentes. A continuación, se detallan los principales resultados esperados:

- **Mejora significativa en la seguridad operativa:** La eliminación del uso de gas cloro reducirá drásticamente los riesgos asociados a fugas de gases tóxicos, protegiendo tanto al personal de la planta como a la comunidad circundante.
- **Automatización y control eficiente del proceso:** Gracias a la integración de PLC Allen-Bradley, ControlLogix, HMI PanelView, se espera una operación completamente automatizada, con capacidad de monitoreo en tiempo real y respuesta inmediata ante fallas o condiciones anómalas.
- **Reducción de errores humanos y tiempos de intervención:** La automatización de los sistemas de carga, trasvasije, dosificación y lavado permitirá minimizar la intervención manual, reduciendo los tiempos de operación y aumentando la confiabilidad del sistema.
- **Cumplimiento normativo y mejora en la trazabilidad:** El nuevo sistema permitirá cumplir con normativas actuales en materia de seguridad, medio ambiente y control de procesos.
- **Escalabilidad y replicabilidad del diseño:** El diseño modular y estandarizado del sistema permitirá su futura ampliación o replicación en otras plantas del grupo Aguas, facilitando la estandarización tecnológica a nivel corporativo.
- **Reducción de tiempos de mantenimiento y mayor disponibilidad del sistema:** La incorporación de alarmas, diagnósticos remotos y estrategias de operación frente a fallas permitirá anticipar problemas, reducir tiempos de parada y aumentar la disponibilidad operativa del sistema.

## 6 Conclusiones

El desarrollo del sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Talagante representa un hito en la modernización de los procesos de desinfección en instalaciones sanitarias de Aguas Andinas S.A. Este proyecto no solo responde a una necesidad operacional, sino que también establece un nuevo estándar en términos de seguridad, eficiencia, trazabilidad y automatización industrial.

Desde el punto de vista técnico, el diseño instrumental abordó con éxito la integración de cinco sistemas críticos: carga, almacenamiento, trasvasije, dosificación y lavado automático. Cada uno fue dotado de instrumentación adecuada, incluyendo sensores de nivel, caudalímetros, analizadores de cloro residual, válvulas electroactuadas y bombas dosificadoras, todos interconectados mediante un sistema de control centralizado basado en PLC Allen-Bradley ControlLogix y HMI PanelView. Esta arquitectura permitió una operación remota robusta, con capacidad de respuesta ante fallas y una lógica de control adaptable a distintos modos de operación.

La implementación del sistema ha demostrado una mejora sustancial en la seguridad operativa, eliminando la exposición al cloro gaseoso, lo que reduce los riesgos para el personal y la comunidad. Además, la automatización ha permitido optimizar el uso del insumo químico, reducir los tiempos de intervención humana y mejorar la trazabilidad del proceso, facilitando auditorías y cumplimiento normativo.

Desde una perspectiva de ingeniería aplicada, este proyecto evidencia la capacidad de integrar conocimientos multidisciplinarios —eléctrica, electrónica, control, instrumentación y normativa— en una solución concreta que responde a desafíos reales del sector sanitario. La metodología empleada, basada en estándares nacionales, garantiza la calidad, seguridad y replicabilidad del diseño.

Asimismo, el enfoque modular y escalable del sistema permite su futura expansión o adaptación en otras plantas del grupo Aguas, lo que refuerza su valor estratégico. La incorporación de estrategias de operación frente a fallas, modos de operación local y remota,

posiciona este diseño como una referencia en proyectos de telecontrol e instrumentación industrial.

Finalmente, este trabajo refleja el compromiso del ingeniero con la mejora continua, la innovación tecnológica y la responsabilidad social. La experiencia adquirida durante el desarrollo de esta memoria no solo ha fortalecido mis competencias profesionales, sino que también ha reafirmado la importancia de aplicar la ingeniería con propósito, rigurosidad y visión de futuro.

## **7 Consideraciones Futuras de Diseño**

Durante la etapa de operación del sistema de dosificación automática de hipoclorito de sodio al 16% en la PTAS Talagante, se evidenció una situación crítica que, si bien no estuvo relacionada con el diseño instrumental desarrollado en este proyecto, sí pone de manifiesto la necesidad de incorporar mejoras en el diseño del proceso. En particular, se produjo la ruptura de una cañería debido a la acumulación de gas generado por el hipoclorito en un tramo cerrado del sistema, sellado por válvulas electroactuadas.

Este fenómeno se explica por la naturaleza química del hipoclorito de sodio, que en soluciones concentradas (como la del 16%) puede descomponerse lentamente, liberando oxígeno y cloro gaseoso. En sistemas cerrados sin mecanismos de alivio, esta acumulación de gas puede generar presiones internas elevadas, con riesgo de ruptura de componentes, fuga de producto químico y exposición del personal a sustancias corrosivas y tóxicas.

### **Recomendaciones Técnicas para la Mitigación de Riesgos**

#### **1. Incorporación de válvulas de alivio o despiche**

Se recomienda que todo tramo del sistema que pueda quedar sellado por válvulas electroactuadas incluya válvulas de alivio de presión calibradas, capaces de liberar gas acumulado de forma segura. Estas válvulas deben estar diseñadas para resistir ambientes

corrosivos y ser compatibles con soluciones de hipoclorito. Fabricantes como Milton Roy ofrecen válvulas de alivio y contrapresión específicas para sistemas de dosificación química exigentes?

## **2. Diseño de ventilación pasiva o activa en puntos críticos**

En zonas donde se almacene o conduzca hipoclorito, se deben considerar sistemas de ventilación que permitan la disipación de gases sin comprometer la seguridad del recinto ni la eficiencia del proceso.

## **3. Monitoreo de presión en líneas cerradas**

La instalación de sensores de presión en tramos susceptibles de acumulación gaseosa permitiría detectar aumentos anómalos y activar alarmas o estrategias de alivio automatizadas.

## **4. Capacitación operativa y protocolos de seguridad**

Se debe reforzar la capacitación del personal en la identificación de riesgos asociados al hipoclorito, incluyendo la posibilidad de generación de gas en sistemas cerrados. Los protocolos de operación deben incluir inspecciones periódicas y verificación del estado de válvulas de alivio.

## **5. Evaluación de rediseño de lógica de control**

La lógica de operación del sistema de válvulas podría incluir condiciones que eviten el cierre simultáneo de válvulas en tramos donde se almacene hipoclorito, o que activen automáticamente mecanismos de alivio si se detecta presión elevada.

La experiencia obtenida tras la puesta en marcha del sistema demuestra que, si bien el diseño instrumental cumplió con los objetivos técnicos y normativos, es fundamental considerar la interacción con el diseño del proceso para garantizar una operación segura y sostenible. La incorporación de válvulas de alivio, monitoreo de presión y revisión de materiales son medidas concretas que permitirán prevenir incidentes similares en futuras implementaciones, fortaleciendo la confiabilidad del sistema y la seguridad del personal.

## 8 Anexos

ANEXO 1 Lista de instrumentos

ANEXO 2 Lista de Señales

ANEXO 3 Lista de Cables

ANEXO 4 Condiciones de diseño eléctrico

ANEXO 5 TC-1\_Talagante\_P&ID

ANEXO 6 TC-2\_Talagante\_TDFyC-101\_Carga

ANEXO 7 TC-3\_Talagante\_TDFyC-102\_Trasvasije

ANEXO 8 TC-4\_Talagante\_TDFyC-CL\_Dosificación

ANEXO 9 TC-5\_Talagante\_TDFyC-103\_Lavado

ANEXO 10 TC-6\_Talagante\_TCI

ANEXO 11 TC-7\_Talagante\_Interconexiones TCI

ANEXO 12 TC-8\_Talagante\_Canalizaciones

ANEXO 13 TC-9\_Talagante\_Montaje

ANEXO 14 21990.07-EL-ET-001 - Especificaciones técnicas especiales de obras eléctricas

ANEXO 15 21990.07-EL-MC-001 - Memoria de cálculo de conductores

ANEXO 16 21990.07-EL-MC-002 - Memoria de cálculo de malla de puesta a tierra BT

ANEXO 17 Lic. Diseño Migración Hipoclorito 16% PTAS Talagante

## Referencias

- [1] AGUAS ANDINAS S.A. (2022) Lic. Diseño Migración Hipoclorito 16% PTAS Talagante
- [2] TECNORED S.A. (2022). TC-1.1 a TC-1.5 – Diagramas P&ID generales, estanques, dosificación y arquitectura de comunicaciones. Proyecto PTAS Talagante.
- [3] TECNORED S.A. (2022). TC-2.1 a TC-2.12 – Tablero TDFyC-101 Carga: diagramas unilineales, trifilares, esquemas de control y vistas. Proyecto PTAS Talagante.
- [4] TECNORED S.A. (2022). TC-3.1 a TC-3.6 – Tablero TDFyC-102 Trasvasije: diagramas unilineales, bifilares, esquemas de control y vistas. Proyecto PTAS Talagante.
- [5] TECNORED S.A. (2022). TC-4.1 a TC-4.14 – Tablero TDFyC-CL Dosificación: diagramas de control, vistas y distribución. Proyecto PTAS Talagante.
- [6] TECNORED S.A. (2022). TC-5.1 a TC-5.9 – Tablero TDFyC-103 Lavado: diagramas de válvulas, control y distribución. Proyecto PTAS Talagante.
- [7] TECNORED S.A. (2022). TC-6.1 a TC-6.13 – Tablero TCI-100: arquitectura ControlLogix, módulos, control y distribución. Proyecto PTAS Talagante.
- [8] TECNORED S.A. (2022). TC-7.1 a TC-7.6 – Interconexión de señales y listado de circuitos. Proyecto PTAS Talagante.
- [9] TECNORED S.A. (2022). TC-8.1 a TC-8.5 – Canalización eléctrica: zona estanques, sala de tableros y cámara de telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [10] TECNORED S.A. (2022). TC-9.1 a TC-9.3 – Planos de montaje de instrumentos: niveles, sirena/baliza y transmisores de flujo. Proyecto PTAS Talagante.
- [11] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-ET-001 – Especificaciones técnicas especiales de obras eléctricas. Proyecto PTAS Talagante.
- [12] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-001 – Memoria de cálculo de conductores en baja tensión. Proyecto PTAS Talagante.

- [13] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-EL-MC-002 – Memoria de cálculo de malla de puesta a tierra BT. Proyecto PTAS Talagante.
- [14] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-IN-ET-001 – Especificación técnica de montaje Telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [15] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-IN-FU-001 – Funcionalidades Telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [16] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-IN-LI-001 – Lista de instrumentos Telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [17] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-IN-LI-002 – Lista de señales Telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [18] TECNORED S.A. (2022). 21990.07-IN-LI-003 – Lista de cables Telecontrol. Proyecto PTAS Talagante.
- [19] Endress+Hauser. Prosonic S FMU90 – Manual técnico.  
<https://www.endress.com>
- [20] HACH. CL17 Chlorine Analyzer – Technical Manual. <https://www.hach.com>
- [21] Grundfos. Bombas dosificadoras industriales – <https://www.grundfos.com>
- [22] Rockwell Automation. Allen-Bradley ControlLogix PLC – User Manual.  
<https://www.rockwellautomation.com>
- [23] Schneider Electric PanelView HMI – Manual de usuario. <https://www.se.com>