

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGIA



**“MONTAJE ELECTROMECAÁNICO Y PUESTA EN
OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO PARA EL
ALMACENAMIENTO DE 5800 m³ DE
AGUA.PLANTA CONCENTRADORA MINA
TOQUEPALA-TACNA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGIA**

WILLIAM MARCELO DE LA CRUZ PANDAL.

Callao, Mayo, 2017

PERÚ

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a DIOS, por haberme acompañado y guiado a lo largo del camino de la sabiduría, por brindarme una vida de aprendizaje y experiencias. Sobre todo por ser mi apoyo y fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

A mi padre Marcelo De la cruz, por enseñarme que la perseverancia, la autocrítica y el esfuerzo son el camino para lograr el éxito.

A mi madre María Elena Pandal, por haberme apoyado a lo largo de mi vida.

A mis compañeros de trabajo, porque en cada proyecto hemos formado un buen grupo de trabajo, el cual ha finalizado cumpliendo todas nuestras expectativas.

DEDICATORIA

Este informe de experiencia laboral está dedicado a mis padres quienes me brindaron el apoyo incondicional en mi formación académica gracias a sus consejos, esfuerzos y motivación en el día a día, sigo adelante con el fin de lograr cumplir mis metas.

INDICE DE CONTENIDO

	PÁG
INTRODUCCION.....	1
I. OBJETIVOS.....	2
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCION.....	3
2.1 Reseña histórica.....	3
2.2 Declaraciones estratégicas.....	4
2.3 Organigrama.....	5
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.....	9
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA.....	12
4.1 Descripción del tema.....	12
4.2 Antecedentes.....	12
4.3 Planteamiento del problema.....	14
4.4 Justificación.....	14
4.5 Marco teórico.....	14
4.6 Fases del proyecto.....	40
4.6.1. Fase 1: Ingeniería preliminar y obras civiles.....	42
4.6.2. Fase 2: Montaje electromecánico.....	64
4.6.3. Fase 3: Pruebas en el tanque.....	94
4.6.4. Fase 4: Puesta en operación.....	105
V. EVALUACIÓN TECNICO-ECONOMICO.....	110
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
VII. REFERENCIALES.....	125
VIII. ANEXOS Y PLANOS.....	126

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA JR VERSAC	6
FIGURA N° 2: ORGANIGRAMA DE RESIDENCIA.....	8
FIGURA N° 3: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN TANQUES	18
FIGURA N° 4: TANQUE CILINDRICO HORIZONTAL	18
FIGURA N° 5: TANQUE DE TECHO FIJO.....	19
FIGURA N° 6: TANQUE DE TECHO FLOTANTE.....	20
FIGURA N° 7: TANQUE EMPERNADO CON TECHO DOMO.....	21
FIGURA N° 8: TANQUE DE CARAS PLANAS	21
FIGURA N° 9: PERNOS DE CABEZA CUADRADA	22
FIGURA N° 10: PERNOS REMACHE PARA SUJECION	23
FIGURA N° 11: PERNO DE SUJECION REMOVIBLES.....	23
FIGURA N° 12: MODO DE APRIETE EN BRIDAS	25
FIGURA N° 13: VASO COMUNICANTE EN RECIPIENTE DE AGUA.....	27
FIGURA N° 14: PRUEBA HIDROSTATICA EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO	28
FIGURA N° 15: PRUEBA DE FASEO EN CABLES DE ENERGIA.....	29
FIGURA N° 16: PRUEBA DE CONTINUIDAD EN CABLES DE ENERGIA	29
FIGURA N° 17: PRUEBA DE RESISTENCIA EN CABLES DE ENERGIA	30
FIGURA N° 18: SENSOR DE NIVEL EN RECIPIENTE	31
FIGURA N° 19: PROCESO DE APLICACIÓN PARA RECUBRIMIENTO EPOXICO	32
FIGURA N° 20: COMPORTAMIENTO DE LA DESCARGA ATMOSFERICA EN DOMO GEODESICO CON CUBIERTA DE ALUMINIO.....	33
FIGURA N° 21: PERNO TIPO CAPPED EN CASCO DE TANQUE EMPERNADO.....	35
FIGURA N° 22: VALVULA TIPO MARIPOSA DE DOBLE BRIDA	36
FIGURA N° 23: CAJA DE DERIVACION PARA CABLES DE ENERGIA.....	37
FIGURA N° 24: TUBERIA CONDUIT Y CANAL UNISTRUT	38

FIGURA N° 25: DIAGRAMA DE BARRAS	41
FIGURA N° 26: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL PRIMER ANILLO	53
FIGURA N° 27: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL CUARTO ANILLO	54
FIGURA N° 28: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL QUINTO ANILLO	54
FIGURA N° 29: CARACTERISTICA EN EL OCTAVO ANILLO	55
FIGURA N° 30: COLOCACIÓN DE FIBER BOARD EN EL FONDO DEL TANQUE	64
FIGURA N° 31: INSTALACIÓN DE ÁNGULO DE RESPALDO Y PLATINA DE REFUERZO	65
FIGURA N° 32: EMBALAJE DE PERNOS PARA MONTAJE	66
FIGURA N° 33: APLICACIÓN DE SELLANTE ELASTICO EN PLANCHAS DE FONDO	67
FIGURA N° 34: HOJA TECNICA DE SELLANTE ELASTICO SIKA FLEX 1A.....	67
FIGURA N° 35: AJUSTE CON PISTOLA ELECTRICA	68
FIGURA N° 36: TRIPODE PARA ARMAR EL TECHO DOMO	70
FIGURA N° 37: IZAJE DE TECHO DOMO HACIA EL ANILLO DE CASCO	71
FIGURA N° 38: INSTALACION DE APOYOS DE TECHO DOMO	71
FIGURA N° 39: REFORZAMIENTO DE BIPODES AL INTERIOR DEL TANQUE	76
FIGURA N° 40: ELEVACION DE PRIMER, SEGUNDO ANILLO Y TECHO DOMO.....	77
FIGURA N° 41: FICHA TECNICA DE TECLE DE CADENA.....	79
FIGURA N° 42: IZAJE DE CASCO EN EL OCTAVO ANILLO DEL TANQUE	82
FIGURA N° 43: BOQUILLA PARA LINEA DE ENTRADA 30"	86
FIGURA N° 44: MANHOLE DE 24".....	87
FIGURA N° 45: BOQUILLAS DE TECHO DOMO	88
FIGURA N° 46: REGLETA DE MEDICION DE NIVEL	89
FIGURA N° 47: SILLETA DE ANCLAJE EN TANQUE	90
FIGURA N° 48: INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT EN SALA ELECTRICA	91
FIGURA N° 49: SUJECION DE TUBERIA CONDUIT EN SALA ELECTRICA	92
FIGURA N° 50: SOPORTE DE DISPLAY Y LAMPARA LED	93
FIGURA N° 51: SOPORTE DE TRANSDUCTOR SOBRE EL TECHO DOMO....	94
FIGURA N° 52: TORQUE PARA BRIDA DE VALVULA DE 8".....	95
FIGURA N° 53: TORQUE PARA BRIDA DE VALVULA DE 30".....	96
FIGURA N° 54: VALVULA MARIPOSA DE 30" EN LINEA DE DESCARGA	96

FIGURA N° 55: VALVULA DE COMPUERTA DE 8" PARA LINEA CONTRAINCENDIO	97
FIGURA N° 56: VALVULA DE COMPUERTA DE 4" PARA LINEA CONTRAINCENDIO	97
FIGURA N° 57: LLENADO DE AGUA EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO....	99
FIGURA N° 58: APERTURA DE VALVULA MARIPOSA DE 30"	99
FIGURA N° 59: BORDE PERIMETRAL ENTRE FONDO Y CASCO	100
FIGURA N° 60: TABLERO DE DISTRIBUCION EN SALA ELECTRICA	102
FIGURA N° 61: VOLTAJE PARA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.....	104
FIGURA N° 62: CONEXIONADO DEL DISPLAY AL TABLERO DE CONTROL EN SALA ELECTRICA.....	106
FIGURA N° 63: IDENTIFICACION DE CONEXIONADO AL DISPLAY	107
FIGURA N° 64: CONEXIONADO DE LAMPARA LED	108
FIGURA N° 65: DISTRIBUCION DE PLANCHAS EN CASCO DE UN TANQUE SOLDADO	114
FIGURA N° 66: JUNTAS EN PLANCHA DE CASCO DE TANQUE SOLDADO	117
FIGURA N° 67: ELEVACION DE TECHO DOMO EN TANQUE EMPERNADO	120
FIGURA N° 68: COTIZACION DE ALQUILER DE GRUA DE 100 TONELADAS	121
FIGURA N° 69: ELEVACIÓN CON TECHO DOMO CON GRUA	122

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 1: PROYECTOS EN CONSTRUCCION DE JR VERSAC	9
CUADRO N° 2: PROYECTOS EN MINERIA POR JR VERSAC	10
CUADRO N° 3: PROYECTOS EN OIL& GAS POR JR VERSAC	11
CUADRO N° 4: ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	42
CUADRO N° 5: CARACTERISTICA DE PLANCHAS EN SEGUNDO ANILLO....	73
CUADRO N° 6: TORQUE EN PERNOS DEL SEGUNDO ANILLO	73
CUADRO N° 7: CARACTERISTICAS DE PLANCHAS EN PRIMER ANILLO	74
CUADRO N° 8: TORQUE DE PERNOS EN PRIMER ANILLO.....	75
CUADRO N° 9: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL TERCER ANILLO	78
CUADRO N° 10: TORQUE DE PERNOS EN TERCER ANILLO.....	78
CUADRO N° 11: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL CUARTO ANILLO.....	80
CUADRO N° 12: TORQUE DE PERNOS EN CUARTO ANILLO	81
CUADRO N° 13: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL QUINTO ANILLO	83
CUADRO N° 14: TRASLAPE DE PLANCHAS EN OCTAVO ANILLO	83
CUADRO N° 15: TORQUE DE PERNOS EN QUINTO ANILLO.....	84
CUADRO N° 16: TORQUE DE PERNOS EN OCTAVO ANILLO	84
CUADRO N° 17: CALCULO DE VOLUMEN DE TANQUE PARA LLENADO	98
CUADRO N° 18: CALCULO DE RAPIDEZ DE ASCENSO PARA LLENADO.....	98
CUADRO N° 19: PRESUPUESTO DE TANQUE EMPERNADO	111
CUADRO N° 20: PRESUPUESTO DE TANQUE SOLDADO.....	112
CUADRO N° 21: COSTO HORARIO MANO DE OBRA.....	116
CUADRO N° 22: COSTO DE MANO DE OBRA PARA TANQUE EMPERNADO.....	116
CUADRO N° 23: COSTO DE MANO DE OBRA EN TANQUE SOLDADO	119

INTRODUCCION

Cada proceso productivo u operación de los minerales, principalmente de cobre de la Mina Toquepala de la compañía SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION, utiliza en mayor o menor medida volúmenes de agua para contribuir a la eficiencia de sus procesos productivos como el área de chancado, molienda y flotación. De la misma forma el suministro continuo de agua es primordial para las unidades de servicios, como hacia los campamentos y específicamente a los sistema protección contra incendio del área de molienda y línea de supresión de polvo del área de chancado.

De acuerdo a ello; es necesario contar con un tanque de almacenamiento para cumplir y satisfacer el abastecimiento hacia la planta concentradora, ya que no contaba con la cantidad de agua necesaria, el cual se estaba suministrando el 50% menos del total de lo requerido que es 11,600 m³ de agua.

Es por eso que el proyecto para la titulación: MONTAJE ELECTROMECA-NICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE 5,800 m³ DE AGUA. Garantizará con el suministro y podrá reestablecer la cantidad de agua a necesitarse hacia sus líneas de servicio para sistema contra incendios y líneas de supresión de polvo de la planta concentradora de la Mina Toquepala. Dicho proyecto se desarrolló considerando 120 días con las siguientes fases: Ingeniería preliminar y Obras civiles, Montaje electromecánico, Pruebas en tanque y Puesta en operación. Logrando obtener el nuevo tanque empernado de almacenamiento de agua TK-02. El cual beneficiará en salvaguardar la seguridad de las instalaciones ante un eventual incendio del área de molienda y conseguir mejoras medioambientales disminuyendo el polvo generado en el área de chancado de la planta concentradora de la Mina Toquepala de SOUTHERN COPPER PERÚ.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Asegurar el suministro de agua hacia la planta concentradora de la Mina Toquepala mediante el montaje electromecánico y puesta en operación de un tanque empernado para almacenamiento de 5800 m³ de agua.

1.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar los planos de detalle proporcionado por el área de ingeniería de SOUTHERN COPPER y del fabricante CST industries, a fin de cuantificar los recursos necesarios del proyecto para inicio de trabajos preliminar, obras civiles y obras electromecánicas.
- Verificar que los trabajos sean efectuado correctamente de acuerdo a los manuales, especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante de manera que garantice su integridad y calidad durante el montaje mecánico y eléctrico para el almacenamiento de agua del tanque empernado mediante los protocolos y registros de montaje.
- Garantizar que el adecuado montaje mecánico y eléctrico cumpla con lo requerido de acuerdo a las especificaciones técnicas del cliente y recomendaciones del fabricante, mediante los protocolos de pruebas.
- Verificar el conexionado del sensor de nivel para poner en operación el tanque de almacenamiento y suministrar agua hacia la planta concentradora, mediante el registro de instalación del sensor.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCION

2.1 Reseña histórica

En setiembre de 1983, se crea la empresa “Instalaciones Electromecánicas J.R. VERA S.A.C”, con el fin de ofrecer a la industria en general soluciones integrales en la construcción. En sus inicios, la organización estableció como su base de operaciones la ciudad de Lima, ubicando su oficina principal en la Av. José Granda N° 2222 en el distrito de San Martín de Porres. Los trabajos principales en esa primera etapa fueron orientados a la industria Pesquera en la fabricación y montaje de tuberías, estructuras así como montaje de equipos de procesos, como en la compañía “Concentrados Marinos”, posteriormente se ingresó a la industria minera, construyendo una línea de tubería de 15 km de longitud y de 16” de diámetro para la compañía “Minera Monterosas”; así mismo, se realizaron diversos trabajos de reparación de estructuras metálicas, líneas de tuberías y minero ductos; además, se realizaron montajes de chancadoras de conos del circuito primario para la compañía “Minera Cobriza” entre otros.

La calidad y cumplimiento de nuestro trabajo nos permitió en su momento ampliar, nuestras actividades a la industria del petróleo y gas siendo nuestro cliente principal "PETROPERÚ" brindando servicios que van desde el mantenimiento a la fabricación y montaje, manteniendo un crecimiento continuó hasta el año 1992, fecha, en la cual suspendimos nuestras actividades por la coyuntura que en ese momento vivía el país.

Luego de algunos años se reestructuró la organización para enfrentar con mayor ímpetu los nuevos retos que planteaba el futuro, es así que, en junio de 2002 nuestra organización primigenia adopta el nombre de “J.R. VER-SAC” estableciéndose en la Av. Néstor Gambeta Km 7,100 y empezamos un nuevo ciclo trabajando con el ahínco de siempre enmarcados en la filosofía de calidad y excelencia en todos nuestros servicios.

2.2 Declaraciones estratégicas

Misión

La misión de J.R.VERSAC es satisfacer las necesidades del cliente, maximizando sus retornos y los del grupo empresarial, mediante la prestación de servicios integrados de Construcción, Operación, Mantenimiento Industrial y Electromecánico que garanticen la sostenibilidad del negocio con demostrable desempeño en las áreas de seguridad y protección del medio ambiente, todo ello a través de un trabajo en equipo profesional.

Visión

La visión de J.R.VERSAC en los próximos años es consolidarnos y ser reconocidos como una empresa líder de servicios integrados en las áreas de Ing. Mecánica, Eléctrica, Civil con la participación de un equipo de trabajo profesional con alto sentido de responsabilidad y comprometidos con el desarrollo nacional, para así convertirnos en un grupo de excelencia.

Valores

Los valores éticos que inspiran y soportan a nuestro personal es el siguiente:

- Responsabilidad: Cumplir con las labores encomendadas y reconocer conscientemente las consecuencias de las actuaciones.
- Compromiso: La disposición, interés y esfuerzo para cumplir oportunamente los proyectos y servicios que se nos ha confiado.
- Eficiencia: La capacidad de nuestro grupo de trabajo para cumplir los objetivos y metas programadas, utilizando y optimizando racionalmente los recursos disponibles en las diferentes etapas de los proyectos.
- Honestidad: La actuación de acuerdo con los principios éticos y valores compartidos hacia nuestros clientes y proveedores.

2.3 Organigrama

Organigrama de la empresa

Actualmente dentro de la empresa asumo el cargo de Analista de presupuesto en el departamento de oficina técnica y presupuesto, asimismo coordino con las diferentes áreas para la elaboración del presupuesto el cual sea competitivo técnico y económicamente, de acuerdo al plan de trabajo desarrollado por la oficina técnica y mi persona, para realizar los ajuste de rendimiento y costos, me destacan a obra como Ing. de calidad y planificación para su completo alineamiento al procedimiento y planes elaborados.

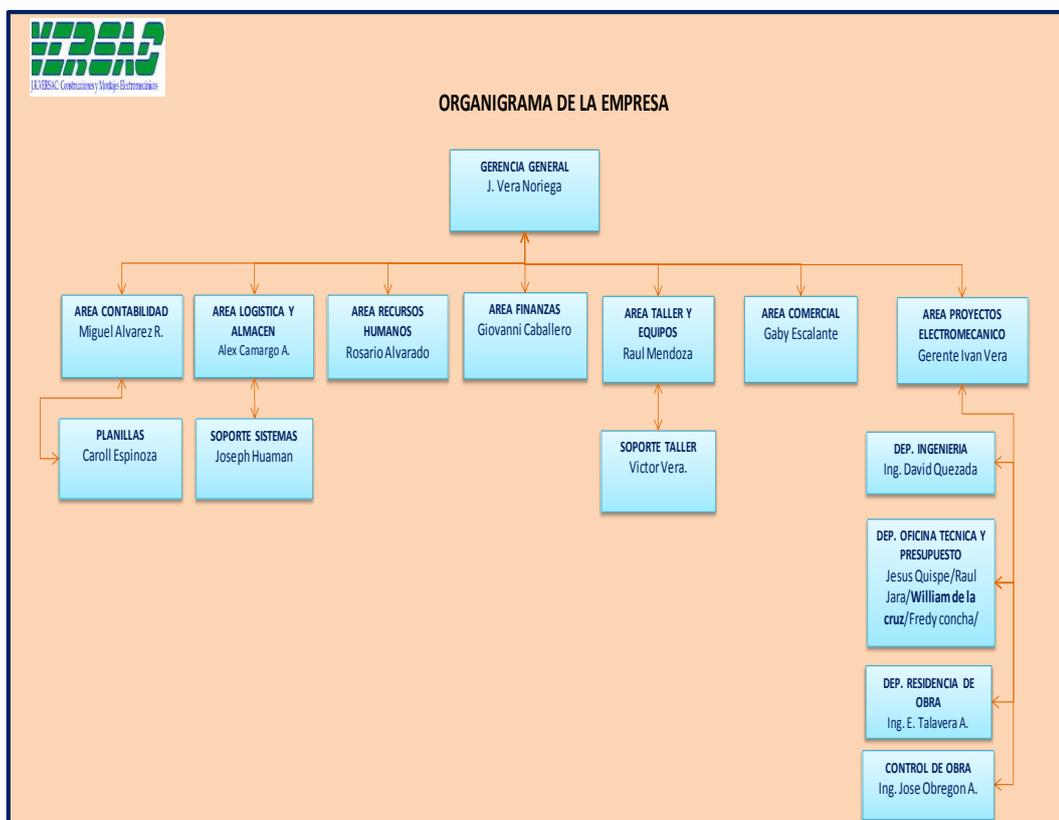
Los principales departamentos y áreas de la empresa en la sede central:

- Gerencia general
Encargado de la conducción y dirección de la empresa en las diferentes áreas y departamento que contempla la organización, mediante la gestión y administración para cumplir las metas y objetivos estratégicos.
- Área contabilidad
Realizar las acciones necesarias para garantizar que el sistema contable de la organización, así como las modificaciones que se generen, contando con las autorizaciones legales, tributario y finanzas para su funcionamiento y operación.
- Área logística y almacén
El responsable de logística debe gestionar las actividades de logística y compras utilizando con efectividad la supervisión de las actividades diarias para proveer los requerimientos de los materiales de obra y almacén de la empresa. Además de dar trazabilidad de los materiales desde lugar de procedencia hasta pie de obra.

- Área de recursos humanos
Responsable de la selección del personal para destacar las funciones que se le asigne al personal contratado, en los diferentes ámbitos de los sectores que ejecute la empresa.
- Área proyectos electromecánicos.
Responsable de la dirección de proyectos desde la elaboración del diseño ingeniería, la planificación, el presupuesto y control de proyectos que ejecuta la empresa JR VERSAC en los diferentes rubros de su especialidad como en la construcción, en energía, petróleo, gas y minería.

Se muestra el organigrama funcional de la empresa (Sede central) de la siguiente figura:

FIGURA N° 1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA JR VERSAC



Fuente: Empresa JR VERSAC

Organigrama de Obra- Residencia

Para este proyecto, el gerente electromecánico me asignó como parte del personal staff y del equipo. Donde se describe las funciones de cada personal en los siguientes cargos:

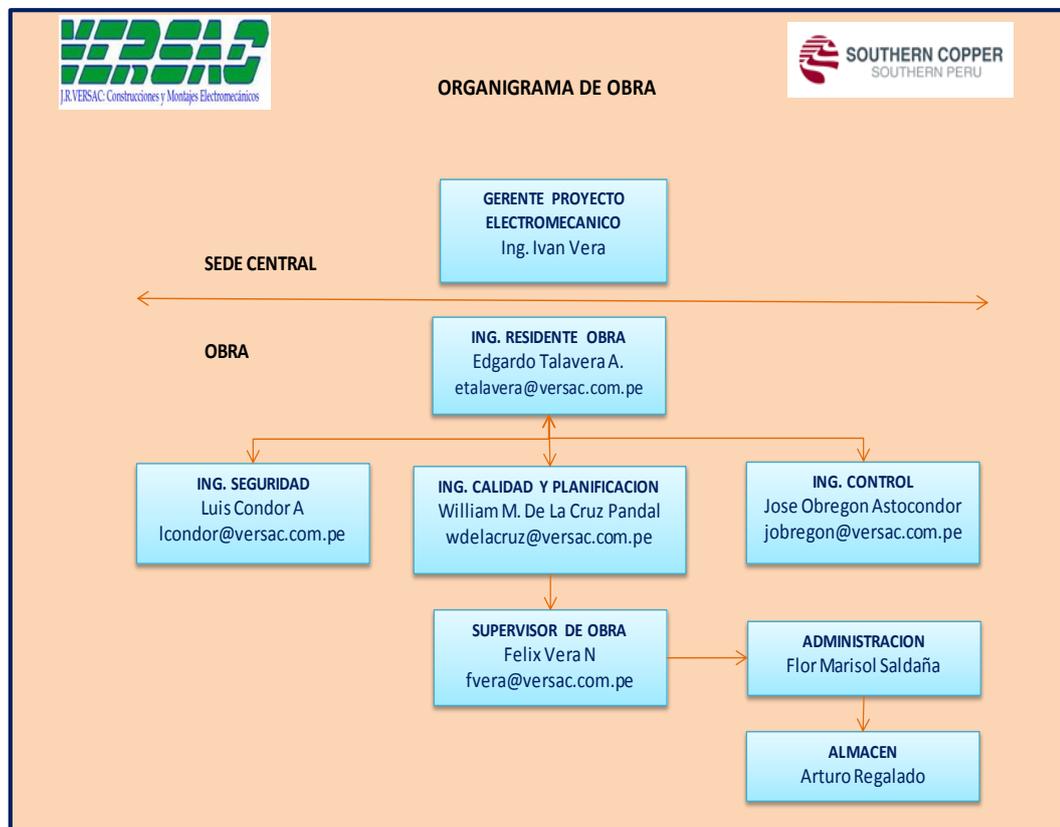
Descripción de los cargos:

- **Ing. Residente**
Es el representante en la obra y será responsable de la dirección y administración general de la obra, dirigir el trabajo propiamente del proyecto.
- **Ing. Planificación**
Estará a cargo de la optimización y eficiencia del uso de los recursos, así como de asistir junto al Ingeniero Residente de Proyecto, en la dirección y administración del Proyecto.
- **Ing. Seguridad**
Será responsable de garantizar las condiciones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente para el normal desarrollo de las operaciones del proyecto.
- **Ing. Calidad**
Será responsable de asistir al Ingeniero Residente en las actividades de control de calidad que se darán desde las fabricaciones en el taller y/o campo. Es parte de su responsabilidad monitorear los trabajos progresivamente, definir la secuencia de la fabricación y montaje para la entrega del proyecto, así como asegurar que todos los documentos requeridos estén completos y adecuadamente aprobados. De manera de cumplir con las especificaciones técnicas del cliente y recomendaciones del fabricante.

- Supervisor de obra
Será la persona que tendrán a su cargo la distribución, coordinación, cumplimiento y reporte de todos los recursos y actividades a desarrollarse en el transcurso de la obra, reportará directamente al Ingeniero de Residente correspondiente y será responsable de elaborar el plan diario de trabajo y cumplir las actividades semanales proyectadas.
- Almacenero
Personal a cargo de llevar el control logístico de los materiales, herramientas, consumibles y de verificar el buen estado de estos

De manera que se muestra el organigrama de residencia de obra de la siguiente figura:

FIGURA N° 2: ORGANIGRAMA DE RESIDENCIA



Fuente: Empresa JR VERSAC

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

Las actividades desarrolladas por JR VER SAC en los diferentes rubros de la industria se muestran lo más importantes a continuación:

- Construcción:

CUADRO N° 1: PROYECTOS EN CONSTRUCCION DE JR VERSAC

Ítem	Empresa - Cliente	Descripción del Servicio
1	EMPAQ S.AC	CENTRO MEDICO SALUD/SISTEMA DE ESTRUCTURAS.
2	P & G INDUSTRIAL PERU	"IRON MAN - SITE CLEREANCE MECÁNICO".
3	SHOUGANG HIERRO PERÚ	"REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE SILOS Y FAJAS TRANSPORTADORAS EN SAN NICOLÁS Y MINA E INSTALACIÓN DE APRON FEEDER FAJA 1B - MINA"
4	XSTRATA / GLEN-CORE	"DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL CERCO PERIMETRAL DE LAS VIVIENDAS EN NUEVA FUERABAMBA"
5	CERAMICA SAN LORENZO S.A	"2DA AMPLIACION DE PLANTA - CERAMICA SAN LORENZO"
6	COMPAÑÍA MINA BUENAVENTURA S.A	"TRABAJOS DE RECTIFICACIÓN DE PLANCHAS ROLADAS PARA LOS TANQUES DE LIXIVIACIÓN DE TAMBOMAYO".
7	SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION	"LIMPIEZA Y DESCOLMATIZACION DE QUEBRADA COCOTEA POR LA TEMPORADA DE LLUVIAS"

Fuente: Elaboración propia.

- Minería:

CUADRO N° 2: PROYECTOS EN MINERIA POR JR VERSAC

Ítem	Empresa - Cliente	Descripción del Servicio
1	MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A	SERVICIO DE CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE MERCURIO PARA LA MINA LAGUNAS NORTE.
2	SOUTHERN PERU COOPER CORPO- RATION	MEJORA Y REFORZAMIENTO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA - MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA.
3	SOUTHERN PERU COOPER CORPO- RATION	OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO DE QUEBRADA HONDA
4	PRIMAX / GOLD- FIELDS	"CONSTRUCCION DE GRIFO PARA CONSUMIDOR FIJO - PROYECTO GOLDFIELDS CERRO CORONA"
5	SOUTHERN PERU COOPER CORPO- RATION	"RECUPERACION DE OBRAS MISCELANEAS DE LAS QUEBRADAS DE HUACANANE, SIMARRONA Y SANTALLANA"
6	COMPAÑÍA MI- NERA BUENAVENTURA UCCHU- CHACUA	"CONSTRUCCION DE BASES, ESTRUCTURAS Y MONTAJE DE EQUIPOS PARA EL PROYECTO DE AMPLIACION DE CAPACIDAD INSTALADA PLANTA UCHUCCHACUA A 3810TMD
7	SOUTHERN PERU COOPER CORPO- RATION	REEMPLAZO TUBERIA PLS BOOSTER CUAJONE-PLANTA ESDE

Fuente: Elaboración propia.

- Petróleo y gas:

CUADRO N° 3: PROYECTOS EN OIL& GAS POR JR VERSAC

Ítem	Empresa – Cliente	Descripción del Servicio
1	REPSOL - TAMOIN	"INCREMENTO DE ALMACENAMIENTO Y FLEXIBILIZACIÓN DE PRODUCCIÓN Y DESPACHO DE ASFALTOS EN RELAPASAA"
2	VOPAK PERU S.A.	FACILIDADES DE DESPACHO DE TURBO A1 DESDE TANQUE 44 HACIA ISLA DE DESPACHO Y LÍNEA DE RECUPERO DE TURBO A1.
3	PETROPERU	"MONTAJE DE 02 TANQUES DE COMBUSTIBLE EN LA REFINERIA EL MILAGRO"
4	REFINERIA LA PAMPILLA REP-SOL SA	"EJECUCION DE OBRAS DEL PROYECTO GASOHOL EN RELAPASA"
5	VOPAK PERU S.A.	"REMODELACION DEL SISTEMA CONTRAINCENDIO DEL MUELLE 7" S
6	PLUSPETROL-CAMISEA	EPC REUBICACION FLARE SM1 Y CIMENTACIÓN PANEL BAKER
7	PETROPERU	SUMINISTRO Y MONTAJE DE TANQUES DE 30, 000 BARRILES Y 90,000 BARRILES EN TERMINALES DEL PERU- NORTE

Fuente: Elaboración propia.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERIA

4.1 Descripción del tema

Debido a que la Mina Toquepala no cuenta con el suministro de agua necesaria que es 11,600 m³ hacia sus unidades de servicios específicamente al sistema protección contra incendio del área de molienda y línea de supresión de polvo del área de chancado de la planta concentradora teniendo que suministrar solo con el tanque TK-F1 de 5800 m³ existente, en ese sentido para asegurar que el suministro de agua hacia la planta concentradora sea continuo, tenemos que garantizar que el Montaje electromecánico del tanque de almacenamiento de 5800 m³ de agua sea ejecutado correctamente mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas, revisión de planos de ingeniería de detalle, manuales de montaje e instalación, verificación de los trabajos, elaboración de registros y protocolos de manera que asegure el almacenamiento y su posterior puesta en operación garantizando el suministro de agua hacia las unidades de servicio de la planta concentradora.

4.2 Antecedentes

De acuerdo a lo manifestado por la supervisión de SPCC. La planta concentradora de la Mina Toquepala contaba con dos (02) tanques de almacenamiento de agua de 5800 m³ de capacidad cada uno, los cuales tenían más de cincuenta años de operación.

Debido a las diferentes reparaciones que presentaba el tanque TK-F2, SPCC optó por sacar fuera de servicio de manera que realizaron el desmontaje mecánico y eléctrico del tanque almacenamiento TK-F2 existente, dejando solo en operación el tanque TK-F1 para seguir abasteciendo agua hacia la planta concentradora.

Es por ello que SPCC contrata los servicios de asesoría y supervisión de CST para que brinde una solución de almacenamiento y recubrimiento de

tanques, dando como alternativa el tipo de tanque empernado, y además de ello suministrar el techo domo y accesorios.

CST es conocido internacionalmente por la fabricación de tanques de este tipo, en los diferentes rubros de la industria como minería, petróleo, energía, tratamiento de agua, etc. Con sede en EE.UU sus instalaciones y talleres ofrecen la tecnología de recubrimiento epoxico que le proporciona una máxima resistencia a la corrosión y una larga vida de los tanques de almacenamiento.

Basado en la experiencia de VERSAC los trabajos de montaje electromecánico no le es ajeno, pero para este tipo de tanque empernado será un reto, de manera que en la ejecución brindará las estrategias y soluciones garantizando el adecuado montaje mecánico y eléctrico del tanque empernado, con la supervisión del fabricante CST y del cliente SPCC durante la ejecución del proyecto.

Citación de catálogos:

Se pone en manifiesto los comentarios y resultados de las principales empresas para el montaje de los tanques empernados, el cual resalta su garantía para el almacenamiento de agua y los beneficios económicos durante su operación.

- CST INDUSTRIES - AQUASTORE: “La ventaja económica es que un tanque de este tipo empernado sus costos son mínimos en el pintado. Además el dinero presupuestado para las reparaciones de un tanque o de volver a pintar un tanque soldado es más caro”.
Fuente: <https://www.cstindustries.com>
- HEDAGASA S.A: “Para el montaje e instalación en este tipo de tanques empernado su manera modular es 3 veces más rápido en construir que el de los tanques soldados, además de la facilidad de ser

desarmado, transportado y reinstalado en otra ubicación”. Fuente: <http://hedaga.com/fire/tanques-apernados.php>

- SUPERIOR TANK CO.: “Sus costos de montaje y de instalación es menor que de los tanque soldados (tradicional), además que sus costos de mantenimiento son reducidos durante en tiempo de vida del tanque”. Fuente: <https://superiortank.com/>

4.3 Planteamiento del problema

¿En qué medida el montaje electromecánico y puesto en operación del tanque empernado para almacenamiento de 5800 m³ de agua, asegurará el suministro hacia la planta concentradora Mina Toquepala?

4.4 Justificación

Este informe se pretende realizar debido a que no se cuenta con la cantidad de agua necesaria hacia la planta concentradora, el cual se está suministrando el 50% menos de lo requerido, por ello se debe garantizar el suministro de agua específicamente mediante el montaje electromecánico y puesta en operación de un tanque empernado para almacenar los 5800 m³ de agua y reestablecer el continuo suministro de agua hacia sus unidades de servicio de las líneas de sistema protección contra incendio y líneas de supresión de polvo de la planta concentradora, con el fin de salvaguardar la seguridad de las instalaciones ante un eventual incendio del área de molienda y conseguir mejoras medioambientales disminuyendo el polvo generado por el área de chancado de la Mina Toquepala.

4.5 Marco teórico

4.5.1. Antecedentes de estudio

Dentro del desarrollo del informe de experiencia laboral con respecto al problema objeto de estudio, se tuvieron que revisar las fuentes en donde se muestra a continuación:

Citación de tesis:

Se realizará unos comentarios sobre los aspectos y criterios que me apoyaron para la ejecución en la construcción, pruebas y puesta en operación de los tanques de almacenamiento.

- JIBAJA B. FERNANDO E. ***Estudio para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento.*** Tesis de titulación. Ecuador. Universidad tecnológica Equinoccial. 2006

Esta tesis describe los trabajos que se realizará y que características deberá tener las partes y componentes de los tanques de almacenamiento a seleccionar de acuerdo a los servicios que ejecutara el constructor además conociendo que características del líquido se va almacenar, en base a ello se elegirá el modelo del tanque más idóneo que cumpla los requerimientos del producto.

También se describe las consideraciones y pautas para la ejecución de un tanque de almacenamiento como su diseño, sistemas de seguridad y pruebas de manera que cumpla los requisitos para su funcionamiento.

Citación en publicación web:

Se realizará unos breves comentarios sobre las experiencias de las empresas para los trabajos de montaje de estos tipos de tanques empernados, indicando sus beneficios en calidad para el almacenamiento, el tiempo de ejecución y ahorro económico, durante y posterior al montaje del tanque. De manera que asegura el suministro de agua hacia sus diferentes procesos, mediante su almacenamiento.

- SUPERIOR TANK COMPANY. **Tanques atornillados de acero – económica protección contra incendios.** Disponible en: <https://superiortank.com/esp/?p=464>. Consultada en 5 de abril de 2017.

De acuerdo a la página web en mención, se puede decir que su diseño y fabricación con su tecnología en la fabricación, garantiza el fácil montaje en el lugar de trabajo de manera que se demuestra ser una solución efectiva en estos tipos de tanque de almacenamiento reduciendo costos de mano de obra y materiales.

- SUPERIOR TANK COMPANY. **SCTI instala tanque de acero atornillado para protección contra incendios.** Disponible en: <https://superiortank.com/esp/?p=321>. Consultada el 19 de abril de 2017.

De acuerdo a la página web en mención, se puede decir que el tipo de recubrimientos epoxico en polvo aplicado en fabrica sobre los elementos del tanque de almacenamiento es resistente a la protección contra la corrosión el cual garantiza su durabilidad en el tiempo a diferencia de los sistemas de tratamiento superficial y pintado convencional, además proporciona en este tipo de tanque la facilidad de su montaje e instalación en cualquier terreno o zona de trabajo para su puesta en operación y suministro de agua.

- TARSCO WARREN GROUP. **Tanques de almacenamiento de agua residuales.** Disponible en: <http://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-aguas-residuales>. Consultada el día 19 de abril del 2017.

En esta página se entiende que tan importante es diferenciar el tipo de recubrimientos como los recubrimientos en vidrio o epoxi de alta calidad, a considerarse en los tanques empernados para el almacenamiento de agua residual, además la importancia de identificar los usos en los diferentes procesos para las soluciones de almacenamiento de agua residuales teniendo en cuenta los factores para decidir sobre el tipo de tanque y su recubrimiento superficial.

4.5.2. Bases teóricas

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de líquidos en tanques es de uso frecuente en el sector productivo, casos como: tanques en patios de refinación, combustible, agua, insumos en producción de alimentos, etc. son ejemplos de aplicaciones donde se utilizan tanques para el almacenamiento de líquidos de diferentes densidades y características. Adicionalmente, en ocasiones estos productos almacenados en tanques deben ser combinados de manera óptima, en la preparación de un derivado o insumo de otro proceso.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Los líquidos podrán ser almacenados en diversos sistemas, clasificándose de manera general en "sistemas convencionales" y "sistemas no convencionales".

Los almacenamientos denominados "convencionales" consisten en tanques superficiales y tanques enterrados. Los tanques superficiales son aquellos cuyas paredes laterales y techo están en contacto directo con la atmósfera, se sub clasifican en tanques atmosféricos, tanques a presión, tanques refrigerados y tanque térmicos. Los tanques enterrados son aquellos cubiertos con material sólido y expuesto a presiones ocasionadas por el empuje o peso del material que los rodea.

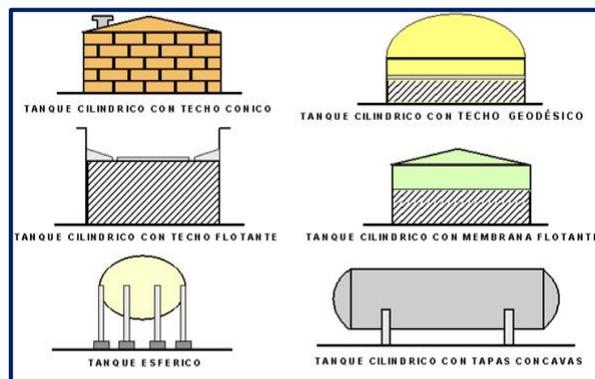
Los principales tipos de tanques atmosféricos son de techo flotante y de techo fijo.

Los tanques atmosféricos de techo flotante, son aquellos en que el techo flota sobre la superficie del líquido, eliminándose el espacio para los vapores. Los principales tipos de techo flotante son: Techos de cubierta simple con pontones, techos de cubierta doble con pontones, y techos flotantes

internos que a su vez puede diferenciarse en techos flotantes internos rígidos y en sábanas flotantes.

Los tanques atmosféricos de techo fijo, pueden tener techo autoportado o por columnas, la superficie del techo puede tener forma de domo o cono.

FIGURA N° 3: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN TANQUES



Fuente:<http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

TIPOS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Cilíndricos Horizontales

Los tanques cilíndricos horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte.

FIGURA N° 4: TANQUE CILINDRICO HORIZONTAL



Fuente:<http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

Tanques de almacenamiento con Techo Fijo

Estos tanques sirven para almacenar petróleo crudo o productos que tenga una presión vapor relativamente baja, además se emplean para contener productos no volátiles o de bajo contenido ligeros como son: agua, diésel, asfalto, etc. El techo tiene una pendiente mínima de 6% y puede ser soportado o autosoportado. Constan también de un fondo plano, una pared cilíndrica y un techo fijo.

FIGURA N° 5: TANQUE DE TECHO FIJO



Fuente:<http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

Tanques de almacenamiento con Techo Flotante

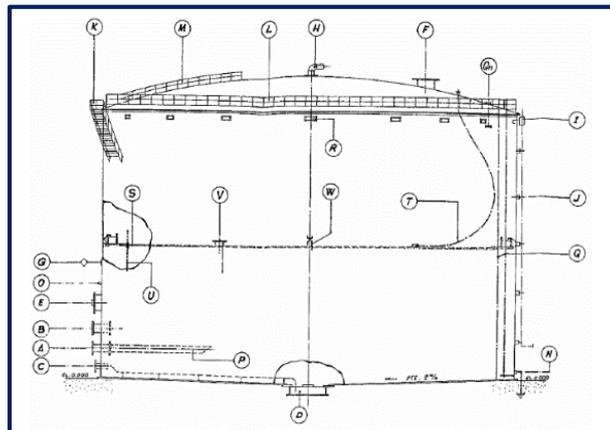
Este tipo de tanques es principalmente usado por almacenes cercano a la presión atmosférica. Los techos flotantes son diseñados para mover verticalmente dentro del armazón del tanque para proporcionar una mínima constante de vacío entre la superficie del producto almacenado y el techo y para proporcionar un sello constante entre la periferia del tanque y el techo flotante.

Estas pueden ser fabricadas en un tipo que está expuesto al medio ambiente o un tipo que está dentro de un techo fijo.

Los tanques de techo flotante interno con un techo fijo externo son usados en áreas de pesadas nevadas desde que la acumulación de nieve o agua afecta la operación de la flotabilidad.

Ambos tanques: techo fijo o flotante interno son usados para reducir las pérdidas de vapor y conservar el fluido almacenado.

FIGURA N° 6: TANQUE DE TECHO FLOTANTE



Fuente: <http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

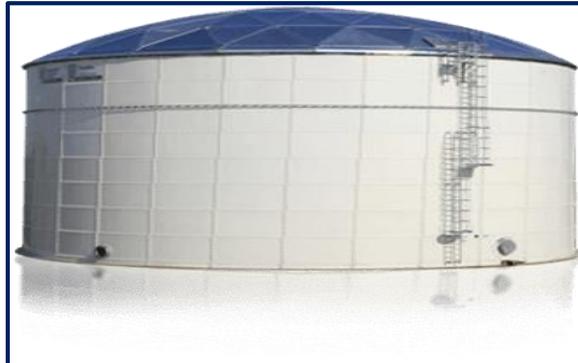
Tanques de almacenamiento Empernados

Son diseñados y acondicionados como elementos segmentados los cuales son montados en localidades para poder proporcionar un completo vertical, cilíndrico, encima del terreno, cierre y apertura de la parte superior del acero de los tanques. Los tanques emperrados estandarizados están disponibles en capacidad nominal de 100 a 10000 bls o mayores capacidades.

Diseñados a una presión atmosférica dentro de los tanques. Estos tanques ofrecen la ventaja de ser fácilmente transportados en cualquier localidad y levantados manualmente. En comparación a los tanques tradicionales (soldados) los beneficios que se obtienen es:

- Referente al tiempo de montaje prácticamente más rápido.
- El costo de mano de obra y herramientas considerablemente reducido.

FIGURA N° 7: TANQUE EMPERNADO CON TECHO DOMO



Fuente:<http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

Tanques de almacenamiento Especiales

Estos tanques son usados especialmente para almacenamiento y tratamiento de componentes de petróleo líquido o líquidos con anhídrido y amoníaco para el cual deben ser diseñados y construidos con lo acordado con algún adecuado código.

Tanques de almacenamiento de Caras Planas

Cuando el espacio es limitado, como en mar afuera, se requiere de estos tanques de caras planas por que varias celdas de este tipo pueden ser fácilmente construidas y puestas en espacios reducidos que otros tipos de tanques. Los tanques de caras planas o tanques rectangulares son normalmente usados a presiones atmosféricas.

FIGURA N° 8: TANQUE DE CARAS PLANAS



Fuente:<http://www.ingenieriadepetroleo.com/tipos-de-tanques-de-almacenamiento/>

PERNOS

Definición

Es una pieza metálica, normalmente de acero o hierro, larga, cilíndrica, semejante a un tornillo pero de mayores dimensiones, con un extremo de cabeza redonda y otro extremo que suele ser roscado. En este extremo se enrosca una chaveta, tuerca, o remache, y permite sujetar una o más piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

FIGURA N° 9: PERNOS DE CABEZA CUADRADA



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/44611941/tornillos-y-pernos>

Pernos de alta resistencia

Los dos tipos básicos de pernos de alta resistencia son designados por ASTM como A325 y A490.

Estos pernos tienen cabeza hexagonal y se usan con tuercas hexagonales no terminadas. Pernos A325 son de acero con mediano contenido de carbono, tratados al calor, su esfuerzo a la fluencia varía aproximadamente entre 5700 a 6470 kgf/cm², dependiendo del diámetro.

Tipos de pernos

Si tenemos que hablar de los tipos de pernos, podemos hablar del sistema de sujeción que estos tienen; es decir de la manera con la que cuentan para sujetar las piezas y superficies, o maquinaria, en este sentido, se pueden diferenciar en las sujeciones permanentes y las sujeciones removibles.

- Sujeciones permanentes: son las que quedan fijas en el lugar al que fueron colocadas, es el caso de los remaches, y las que son soldadas.
- Sujeciones removibles: que son los que se pueden volver a quitar y poner cuantas veces así sea necesario, para el recambio de piezas, o de la colocación de nuevos repuestos.

FIGURA N° 10: PERNOS REMACHE PARA SUJECION



Fuente: <http://www.abcpedia.com/construccion-y-materiales/tipos-de-pernos>

FIGURA N° 11: PERNO DE SUJECION REMOVIBLES



Fuente: <http://www.abcpedia.com/construccion-y-materiales/tipos-de-pernos>

TORQUE Y APRIETE EN BRIDAS

Debido a la importancia de las juntas, es necesario que por procedimiento, los puntos que garantizan una buena unión, sean inspeccionados, registrados y controlados, especificando los valores, rangos o tolerancias a los que cada uno está sujeto.

El descuido de solo uno de esos puntos, puede causar que la junta no realice su función y una falla se presente desde el momento de ponerla en servicio o mucho tiempo después.

Existen elementos fundamentales para el correcto funcionamiento de una junta como una correcta alineación de las partes de la junta, separación de la bridas, paralelismo y una aplicación de torque de apriete correcto en los espárragos.

Ajuste

Una vez verificado visualmente el paralelismo entre bridas se ajustan los espárragos en secuencia cruzada y en al menos cinco (5) etapas de torque incremental, hasta el torque completo.

El empleo de una herramienta de control de torque es necesario para regular la carga compresiva al nivel requerido y así evitar el reajuste.

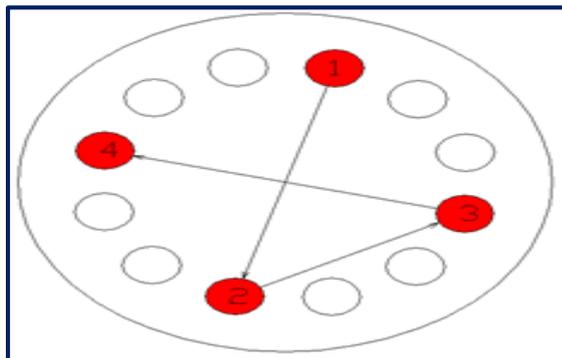
Es de vital importancia controlar con precisión la cantidad de fuerza aplicada a cualquier disposición de brida, por lo tanto se debe:

- Emplear una llave dinamométrica o cualquier otro dispositivo de tensionamiento controlado.
- La llave dinamométrica o torquimetro debe ser calibrado previamente a la ejecución de los trabajo de ajuste.
- La calibración de la llave dinamométrica o torqui metro se realizará cada 12 meses.
- La calibración será realizada por el fabricante o por un organismo o Institución reconocida, oficial o privada, quienes emitirán el correspondiente certificado de calibración, el cual será exigido por el Inspector de la Obra.
- Se verificará que el certificado de calibración emitido y el instrumento estén conforme a lo requerido por el cliente.

- El torquimetro deberá tener una adecuada capacidad de ajuste y el rango de trabajo para los aprietes a realizar deberá encontrarse dentro de los dos cuartos medios de la escala.
- La secuencia en que se aprietan los espárragos tiene una influencia sustancial sobre la distribución de la presión de montaje sobre la junta.

Un ajuste inadecuado puede hacer que la brida pierda su paralelismo. Una junta será normalmente capaz de compensar una pequeña cantidad de distorsión de este tipo, pero pueden surgir dificultades graves si las bridas pierden substancialmente su paralelismo.

FIGURA N° 12: MODO DE APRIETE EN BRIDAS



Fuente: www.doxsteel.com/algoSobreTorque

Apretar primero las tuercas manualmente. Esto constituye una indicación de que las roscas están en buen estado. Si las tuercas no se pueden apretar manualmente, es probable que exista algún defecto en la rosca; se comprobará nuevamente y, si es necesario, se reemplazarán las partes defectuosas.

Verificar que los extremos libres del espárrago queden con igual longitud a ambos lados de la unión bridada. De manera que estén totalmente ajustada entre las uniones bridadas, ya que ello garantizará que la conexión no exista ninguna fuga.

PRESION HIDROSTATICA

El efecto de una Fuerza, depende de su valor, de la dirección y sentido, y del tamaño de la superficie sobre la que actúa.

La Presión equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie es:

$$P = \frac{F}{S}$$

Dónde:

P= presión, F= fuerza, S= área de la superficie.

La unidad de medida de la presión en el sistema internacional (S.I) es el Pascal (Pa).

Presión en el interior de un líquido

Un recipiente que contiene un líquido soporta una fuerza debido al peso del líquido, y por lo tanto sobre este actúa una presión.

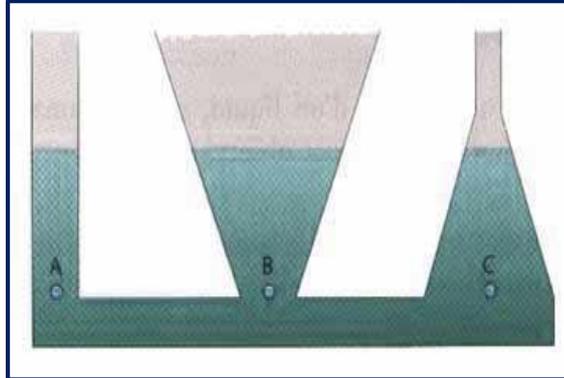
La presión también actúa sobre el líquido mismo, ya que las capas superiores también actúan sobre las inferiores. Es decir, en el interior de un líquido existe una presión originada por su mismo peso, llamada Presión Hidrostática.

PRINCIPIO DE VASOS COMUNICANTES EN RECIPIENTES

Es el nombre que recibe un conjunto de recipientes comunicados por su parte inferior y que contienen un líquido homogéneo; se observa que cuando el líquido está en reposo alcanza el mismo nivel en todos los recipientes, sin influir la forma y volumen de estos.

Los recipientes que tienen las bases comunicadas se llaman vasos comunicantes.

FIGURA N° 13: VASO COMUNICANTE EN RECIPIENTE DE AGUA



Fuente:<http://www.darwin-milenium.com/estudiante/fisica/temario/tema4.htm>

Cuando diversos recipientes, abiertos por la parte superior, se ponen en comunicación entre sí y se llenan con un líquido, se observa que este llega a la misma altura en todos sin que influya la forma de los recipientes; todas las superficies de los líquidos quedan en el mismo plano horizontal:

Atendiendo al dibujo, la presión en los tres puntos A, B, C, que se encuentran a la misma profundidad, sería la misma, ya que la presión solo dependería de la altura dado que ρ (densidad) y g (gravedad) no varían:

De donde:

$$P_A = P_B = P_C = \rho \cdot g \cdot h$$

Una de las aplicaciones más importantes de los vasos comunicantes es el abastecimiento del agua a las ciudades.

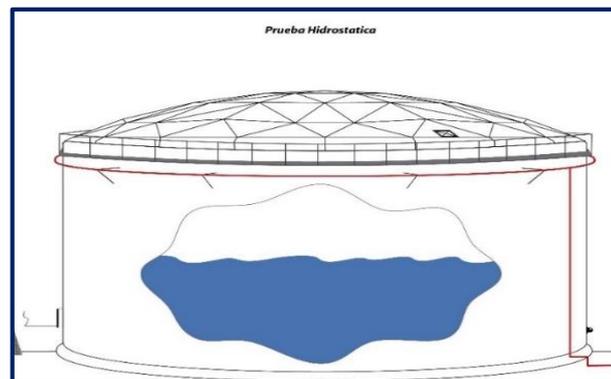
PRUEBAS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Prueba hidrostática

Las pruebas hidrostáticas se realizan de acuerdo a un marco normativo para los tanques o depósitos de almacenamiento a fin de verificar la existencia de posibles grietas, fisuras, entre otros aspectos en las superficies. Se deben considerar las siguientes actividades para su realización como:

preparación preliminar, control de nivel, realización de la prueba y criterio de aceptación.

FIGURA N° 14: PRUEBA HIDROSTATICA EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Fuente: <http://www.itpsa.com.ec/pdf/7.pdf>

PRUEBA EN LOS CABLES DE ENERGÍA

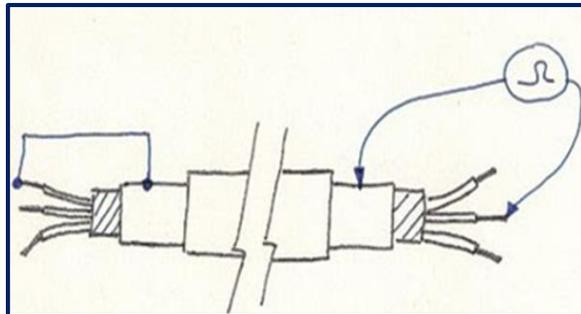
Todo sistema de cables debe ser sometido a pruebas eléctricas que permitan conocer el estado general de éstos, lo cual garantiza un apropiado funcionamiento y sobre todo permite brindar mantenimiento adecuadamente, no es posible instalar un sistema sin hacer ningún tipo de pruebas, pues entonces no se tiene ninguna seguridad de que brinde el servicio apropiadamente.

Prueba de faseo

Se realiza cuando un circuito de cables ha sido instalado, es importante identificar perfectamente las fases A, B y C del circuito a lo largo de toda su trayectoria y evitar el cruzamiento de fases en los puntos de conexión a los demás equipos como lo son transformadores, interruptores, entre otros equipos eléctricos.

Normalmente los cables tienen diferentes colores o si son de un mismo color llevan un número para poder diferenciarlos, sino fuese así sería comprobarlo con el instrumento de medición de cables "megger".

FIGURA N° 15: PRUEBA DE FASEO EN CABLES DE ENERGIA

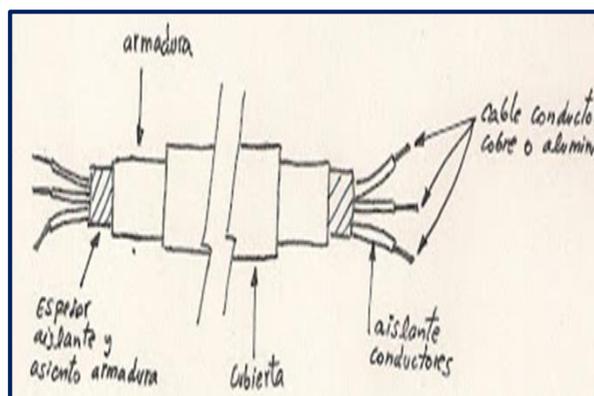


Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx>

Prueba de continuidad

Otra de las pruebas principales que deben realizarse a un circuito de cables recién instalado que aún no ha sido puesto en servicio es la continuidad, por lo cual ésta prueba permite confirmar que tanto el conductor como la pantalla electrostática no están interrumpidos a lo largo del circuito bajo prueba, en el caso de que existiera alguna discontinuidad en cualquiera de estos elementos existe entonces una posibilidad potencial de falla.

FIGURA N° 16: PRUEBA DE CONTINUIDAD EN CABLES DE ENERGIA



Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx>

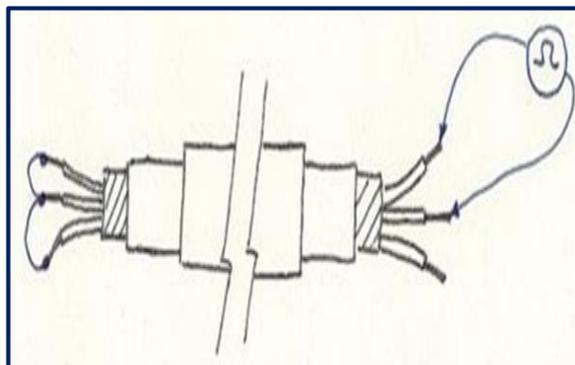
La razón para realizar la prueba en el conductor, es la de comprobar que el cable es capaz de conducir la energía eléctrica entre sus dos puntos de conexión. La determinación de continuidad se realiza con un megger o megometro de características adecuadas.

Prueba de resistencia de aislamiento

Sirve para determinar el estado que guarda el aislamiento en general. Es útil para evidenciar fallas graves de instalación y/o de obra de mano defectuosa. Para la medición de la resistencia de aislamiento se utiliza un megger que puede ser manual, eléctrico o con motor, conectando el borne positivo al conductor por medir y el borne negativo a la pantalla del cable, y al sistema de tierras.

Esta prueba nos proporciona información acerca del estado operativo del aislamiento, es decir del grado de deterioro que pudiera tener el aislamiento, por efecto de la humedad o por otro agente que afecte al aislamiento del cable, inclusive por algún daño mecánico, con sus variantes en cuanto al tiempo aplicado, el cual puede ser a 1 minuto, a 5 minutos o inclusive hasta 10 minutos, cuando se desea determinar el índice de polarización.

FIGURA N° 17: PRUEBA DE RESISTENCIA EN CABLES DE ENERGIA



Fuente: <http://www.ptolomeo.unam.mx>

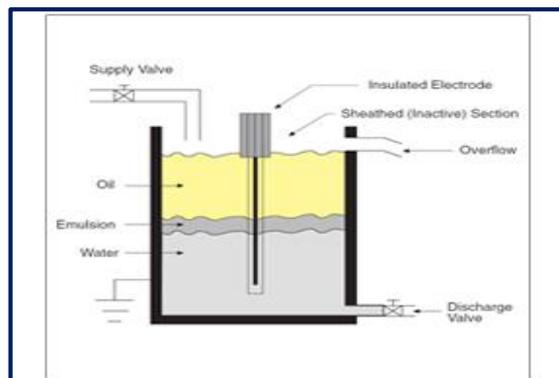
SENSOR DE NIVEL EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Son integrales para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor

de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual.

FIGURA N° 18: SENSOR DE NIVEL EN RECIPIENTE



Fuente: <http://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

PINTURA ELECTROSTÁTICA COMO RECUBRIMIENTO EPOXICO EN PLANCHAS METALICAS

La pintura electrostática, también conocida como pintura en polvo, es una excelente alternativa para el recubrimiento de piezas metálicas y plásticas, pues a diferencia de las pinturas tradicionales líquidas, evita que se formen burbujas en la superficie y escurrimientos ofreciendo un acabado más uniforme. La pintura electrostática también tiene características físicas muy superiores a las pinturas tradicionales. Además son altamente ecológicas

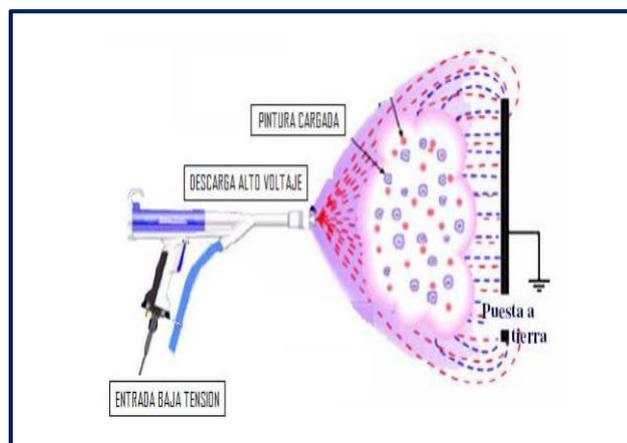
ya que es posible recuperar la pintura que no se aplique y evitar desperdicios.

Características y tipos

La pintura electrostática o en polvo es una mezcla homogénea de partículas finas y sólidas de minerales, pigmentos y resinas.

Es llamada pintura electrostática por la manera en que se adhiere a las piezas y para que esto suceda es necesario utilizar una máquina de pintura en polvo, un equipo especializado en el que la pintura se mezcla con el aire cargándola eléctricamente. Al cargarse eléctricamente, las partículas de pintura son atraídas a la superficie a pintar, por lo regular metálica o plástica, que está a tierra.

FIGURA N° 19: PROCESO DE APLICACIÓN PARA RECUBRIMIENTO EPOXICO



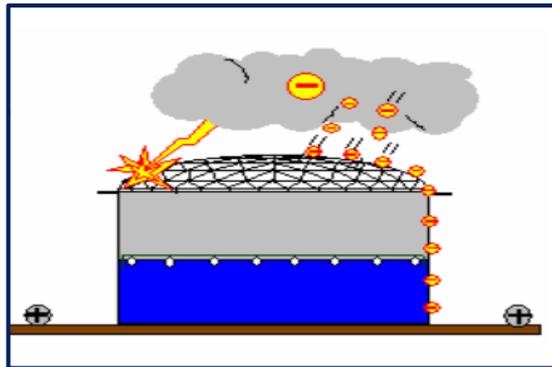
Fuente: <http://powdertronic.com/pintura-electrostatica-caracteristicas-y-tipos/>

PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN TANQUES CON DOMO GEODÉSICO

El uso del techo domo geodésico de aluminio, produce el efecto de celda de Faraday, absorbiendo cualquier electricidad estática inducida por las nubes y disipándola a tierra, evitando la descarga por diferencia de potencial entre el tanque y la cubierta, ello gracias a que la conductividad eléctrica

de aluminio del cual es 700% superior a la del acero, protegiendo además al techo de las descargas atmosféricas (rayos).

FIGURA N° 20: COMPORTAMIENTO DE LA DESCARGA ATMOSFERICA EN DOMO GEODESICO CON CUBIERTA DE ALUMINIO



Fuente: <http://docslide.net/documents/informe-tecnico-comparacion-de-tanques1096.html>

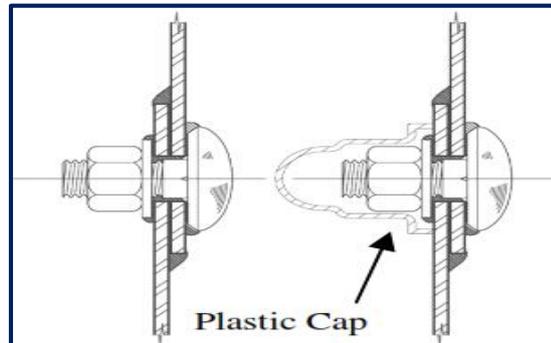
Glosario de términos:

- **Cliente:** Organización que compra el tanque empernado en adelante Southern Peru Copper Co. (SPCC), además cumple la función de supervisión del proyecto.
- **Constructor:** La parte que suministra la mano de obra y los materiales para el montaje del tanque en adelante (VER SAC).
- **Fabricante:** La parte que manufactura, fabrica o produce materiales del tanque empernado en adelante (CST Industries). En este caso las planchas del casco y techo domo del tanque de agua.
- **Procedimiento:** Descripción de actividades, pautas y mecanismos que controlan parámetros y estándares en el desarrollo de una actividad.
- **Instructivas:** Manera específica de realizar una determinada actividad, charlas previas antes de realizar una labor.
- **Paneles:** planchas o chapas metálicas prefabricadas en fábrica de acuerdo a su dimensión y espesor que conforma el casco y fondo del tanque.

- **Fiber board:** son paneles ligeros cuyo recubrimiento es de imprimación asfáltico, cuya función es para protección contra corrosión, humedad, etc. entre base de relleno y paneles metálicos del fondo del tanque.
- **Uniones o juntas atornilladas:** conjunto de pernos traslapados entre paneles metálicos, sea en posición vertical y horizontal, el cual incluye en el fondo, casco, techo y boquillas contenidas en el tanque empernado.
- **Selladores elástico:** Material elástico o sustancia química es cual cumple con propiedades de adherencia, resistencia a temperatura, intemperismo (resistente al endurecimiento), resistencia química, entre otros aspectos según especificación técnica.
- **Pre-curado de sellante:** Corresponde al secado por un tiempo entre 1 -4 horas, de acuerdo a las especificaciones o ficha técnica.
- **Curado de sellante:** Tiempo de maduración del sellador elástico para cumplir sus propiedades, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.
- **Tanque deposito:** Cuerpo cilíndrico de fondo plano que tiene una altura de cuerpo igual o menor a su diámetro utilizado para almacenar agua.
- **Tanque empernado:** también llamado tanque atornillado conteniendo un sellado polimérico en cada unión atornillada.
- **Perno:** es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, cuya superficie es roscada, normalmente hecha de acero o hierro.
- **Pernos huck:** es un perno o vástago de fijación con ranuras y un anillo llamado collarín. Este perno es el de tipo remache con cabeza.
- **Capped Silo Bolt (pernos de silo tapado):** es un perno de rosca con cabeza plana, en donde los extremos son encapsulados y con protector plástico.

Por lo general en estos tipos de pernos es utilizado en tanque de almacenamiento para tratamiento de agua.

FIGURA N° 21: PERNO TIPO CAPPED EN CASCO DE TANQUE EMPERNADO



Fuente: <http://www.foremostmachine.com/silosbolted.htm>

- **Casco:** Cuerpo cilíndrico del tanque emperrado el cual está conformado por anillos o virolas.
- **Llenado:** Proceso mediante el cual ingresa una sustancia o elemento de un lugar a otro, para fines de pruebas se usara como liquido el agua.
- **Recubrimientos epoxico:** es un producto de dos componentes que consta de una parte de resina epoxi y un endurecedor. Proporciona una superficie muy dura y resistente, aportando mayor resistencia a la abrasión y productos químicos.
- **Válvula:** Es un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable
- **Válvula mariposa:** es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada «mariposa», que gira sobre su eje.

Distinguimos dos tipos de válvulas de mariposa sin bridas de conexión propias: válvulas de mariposa tipo Wafer y válvulas de mariposa tipo Lug.

El estilo de wafer es el más común y más económico, así también existe las válvulas de doble brida.

FIGURA N° 22: VALVULA TIPO MARIPOSA DE DOBLE BRIDA



Fuente: Catalogo válvula BRAY

- **Prueba hidrostáticas:** es la aplicación de una presión a un equipo, recipiente o tubería con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados, soldaduras o empernados utilizando como elemento principal agua o en su defecto fluido no corrosivo.
- **Medición de nivel:** es la determinación de la posición de la interface entre dos medios.
- **Regleta metálica de medición:** es un dispositivo que muestra el nivel del líquido que contiene un recipiente y el cual esta expresado en ft.
- **El Sensor de nivel:** Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.
- **Sensor ultrasonido:** son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros.
- **Techo tipo domo geodésico:** Recubrimiento de estructura liviana (aluminio) que descansa sobre la parte superior del tanque.
- **Montaje:** proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura.

- **Equipos y herramienta de izaje:** son todos los artefactos tales como huinches, polipastos, tecles de cadena, tecles de cables, poleas, etc. Para trabajos de izajes.
- **Transductor Ultrasónico:** Elemento de comunicación y transmisión de datos que controla una serie de elementos adicionales. Incluyendo indica los niveles del agua.
- **Display del Sensor de nivel:** Es un dispositivo de registro y control instrumental que en su pantalla se visualiza los niveles de altura del agua y otros parámetros.
- **Lámpara LED:** Es una lámpara que utiliza un dispositivo como diodos emisores de luz para iluminar.
- **Soquete:** Base donde va enroscado la lámpara LED.
- **Condulet:** Cajas de derivación las que van unidas a las tuberías Conduit.

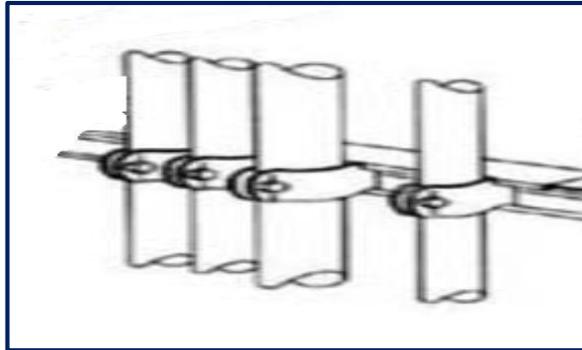
FIGURA N° 23: CAJA DE DERIVACION PARA CABLES DE ENERGIA



Fuente: Elaboración propia.

- **Conduit o tubería conduit:** Tubería de material resistente a la corrosión así como sustancias peligrosas en cuyo interior va proteger los conductores tanto de fuerza y control.
- **Bushing:** conectores o herramienta que sirve para enroscar la pieza a cualquier tipo de tubería y así tener mayor grosor en el diámetro.

FIGURA N° 24: TUBERIA CONDUIT Y CANAL UNISTRUT



Fuente: Elaboración propia.

- **Conduit Flexible:** Tubería de material resistente a la corrosión así como sustancias peligrosas los que van a proteger a los conductores.
- **Canal Unistrut:** Soporte de las tuberías conduit.
- **Terminales:** Accesorios que van al final de cada conductor o cable, los mismos que van unidos o conectados hacia los equipos e instrumentos.
- **Tablero de distribución:** Fuente de energía donde van conectados los cables tanto de fuerza donde energiza la lámpara para la iluminación de la regleta del tanque y de control que va hacia el transductor y el Display del sensor de nivel.
- **Pre comisionado:** conjunto de actividades de inspección y ensayos estáticos, sin energía y/o fluidos de proceso, efectuadas luego de finalizar el Completamiento Mecánico.
- **Prueba eléctricas en cables:** permiten comprender el estado general del sistema que se ha instalado además de comprobar que el cable y accesorios se encuentran en condiciones de ponerse en servicio.
- **Puesta en operación:** es el conjunto de actividades que aseguran el correcto arranque de las instalaciones, la integridad de las mismas y el ajuste de sus componentes.

4.5.3. Marco normativo

Para realizar el proyecto de montaje y puesta en operación para el almacenamiento de agua se consideró la siguiente norma:

- **ANSI/AWWA D103-97:** Tanques depósitos atornillados recubiertos en fábrica para almacenamiento de agua.

Sección 1.- Alcance:

La norma indica los criterios de diseño a emplearse para la fabricación en este tipo de tanques de acero atornillados considerando desde el tipo de recubrimientos, tipo de materiales de las pernería, las características de los sellantes, además de las instrucciones que brindará el fabricante para el montaje y pruebas en obra.

Sección 2.- Materiales

Sección 2.1 Empaquetadura y selladores.

En esta sección especifica las características y propiedades mínimas que debe cumplir el material sellante para lograr la máxima adherencia en recubrimientos epóxico en polvo o de vidrio fusionado al acero del material de los paneles metálicos del tanque de almacenamiento.

Sección 3.- Diseño en general:

Sección 3.1 Uniones atornilladas

En esta sección se indica que las uniones entre planchas o láminas entre fondo y casco para cumplir lo requerido con el almacenaje de agua serán unidas con material sellante elástico con propiedad de máxima adherencia.

De manera que dependerá de las características y propiedades.

Sección 8.- Montaje:

En esta sección indica que el fabricante proporcionará las instrucciones para el montaje del tanque, de manera que el contratista realizará y se alineará los trabajos de acuerdo a sus recomendaciones. De acuerdo a ello, se considerará los procedimientos constructivos, manuales de montaje y especificaciones técnicas.

Sección 9: Inspección y pruebas.

Sección 9.2: Pruebas

En este párrafo se indica que cualquier fuga a encontrarse será reparada por el constructor. De manera que la reparación de uniones se haga mientras el nivel del agua está arriba del punto en reparación.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **NORMA ANSI/AWWA D103-97: Tanques depósitos atornillados recubiertos en fábrica para almacenamiento de agua.**

De la sección N°8 y N°9, especifica las condiciones que el constructor realizará el montaje del tanque de almacenamiento.

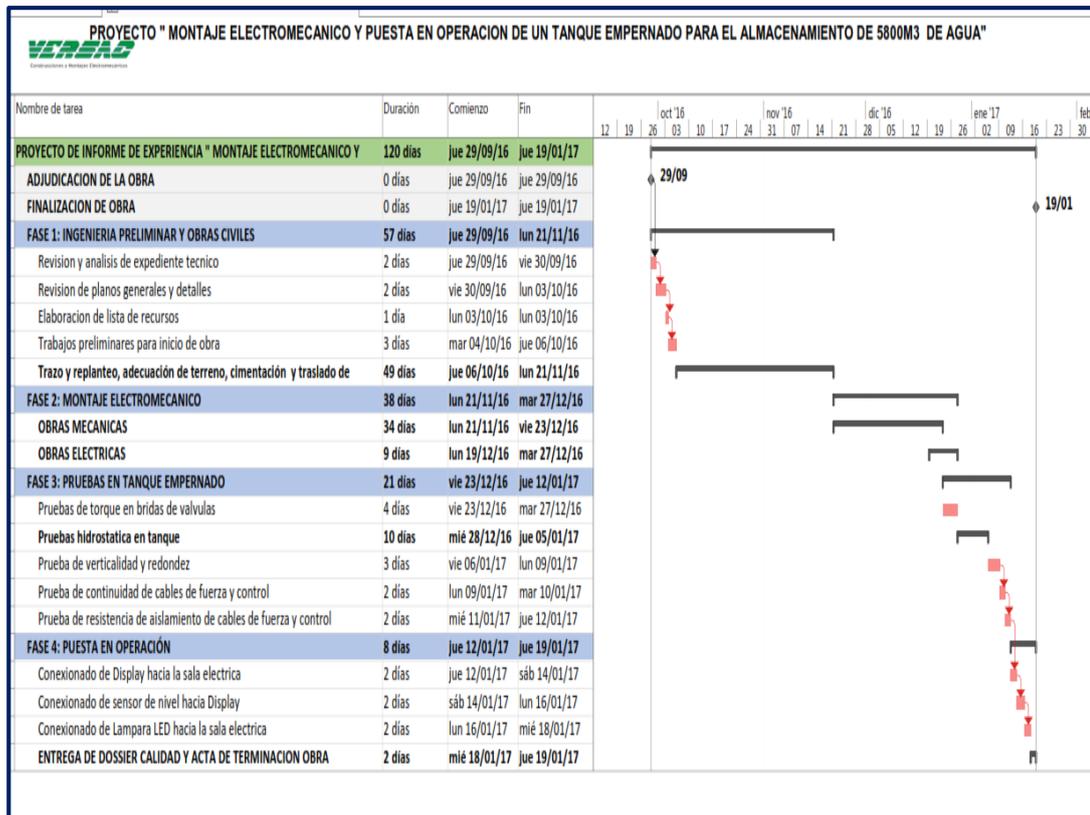
Se tomó como referencia los procedimientos de construcción de VERSAC, los manuales del montaje e instalación por el fabricante de CST y especificaciones técnicas del cliente SPCC que nos servirá como soporte para el montaje, pruebas y puesta en operación del tanque empernado de almacenamiento.

4.6 Fases del proyecto

El proyecto de ingeniería denominado “Montaje electromecánico y puesta en operación de un tanque empernado para el almacenamiento de 5800 m³ de agua en planta concentradora”.

Se realizó en 120 días calendarios y se desarrolló según se muestra en el diagrama de Gantt (Actividades-Tiempo).

FIGURA N° 25: DIAGRAMA DE BARRAS



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cronograma se tiene los días de ejecución por cada fase:

- Fase 1: Ingeniería preliminar y obras civiles
Se contempló en revisión de planos, documentación técnica y facilidades de obra en 7 días, además de los trabajos de obras civiles en 49 días.
- Fase 2: Montaje electromecánico:
Se tuvo una duración de 38 días, donde se contempla trabajos de montaje de la parte mecánica y eléctrica.
- Fase 3: Pruebas en tanque empernado, se tuvo una duración de 21 días.

- Fase 4: Puesta en operación, tuvo una duración de 8 días, el cual contempla el conexionado de los equipos de medición de nivel e iluminación de regleta para el tanque de almacenamiento.

Las actividades se realizaron por cada fase del proyecto, el cual se muestra en el siguiente cuadro de fases:

CUADRO N° 4: ACTIVIDADES DEL PROYECTO

FASES	DESCRIPCION	ACTIVIDADES
FASE 1	INGENIERIA PRELIMINAR Y OBRAS CIVILES	REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL EXPE-DIENTE TÉCNICO.
		REVISIÓN DE PLANOS DE GENERALES Y DETALLES.
		ELABORACION DE LISTA DE RECURSO
		TRABAJOS PRELIMINARES PARA INICIO DE OBRA
		TRAZO Y REPLANTEO, ADECUACIÓN DE TERRENO, CIMENTACIÓN Y TRASLADO DE MATERIALES.
FASE 2	MONTAJE ELECTROMECANICO	MONTAJE DE INSTALACION DE FONDO
		MONTAJE E INSTALACION DE CASCO DEL TANQUE
		MONTAJE E INSTALACION DE TECHO DOMO
		MONTAJE DE TECHO DOMO Y CASCO DEL TANQUE
		SELLADO DE FONDO Y CASCO DEL TANQUE
		MONTAJE DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS (escaleras, regleta de nivel, bo-quillas, tuberías)
		MONTAJE DE VALVULAS (valvulas de mariposa de 30°, valvulas compuerta de 4°, 8° y 12°)
		MONTAJE DE LAMPARA LED
FASE 3	PRUEBAS EN TANQUE	PRUEBA DE TORQUE EN BRIDAS DE VALVULAS
		PRUEBA HIDROSTATICA EN TANQUE
		PRUEBA DE CONTINUIDAD DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL
		PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL
FASE 4	PUESTA EN OPERACIÓN	CONEXIONADO DE DISPLAY HACIA LA SALA ELECTRICA
		CONEXIONADO DE SENSOR DE NIVEL HACIA DISPLAY
		CONEXIONADO DE LAMPARA LED HACIA LA SALA ELECTRICA
		ENTREGA DE DOSSIER CALIDAD Y ACTA DE TERMINACION OBRA

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle de las actividades desarrolladas del **MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO** se encuentra en anexo: **Cronograma de actividades.**

4.6.1. Fase 1: Ingeniería preliminar y obras civiles

Durante el ingeniería preliminar y obras civiles, se revisó e identificó los documentos y planos del expediente técnico, de manera de describir las actividades y tareas para su ejecución, las especificaciones técnicas que indica los requerimientos para el montaje, también se detalló los recursos

que se necesitó de acuerdo a los metrados que se desarrolló en cada plano del expediente.

Además de realizar las coordinaciones y acciones con el cliente para el inicio de las obras civiles como primera etapa para luego realizar el montaje mecánico y eléctrico del tanque empernado de almacenamiento.

✓ **Revisión y análisis del expediente técnico**

Antes del inicio de la ejecución del proyecto se hizo el análisis del expediente técnico para identificar los documentos, listas de materiales, planos técnicos y administrativos el cual se menciona a continuación:

- Alcances del proyecto por SPCC

Este documento nos proporcionó la información general, a los trabajos que fuimos ejecutando, además de poder recordar las condiciones técnicas-comerciales durante la ejecución, de manera que fuimos cumpliendo en adición a ello otros aspectos como los contractuales y especificaciones técnicas de la obra.

- Contrato de obra

Documento legales que nos apoyó en el aspecto administrativo de obra, donde se recordó los derechos y obligaciones que tendríamos que cumplir de acuerdo a sus cláusulas en el contrato, de manera de evitar las penalidades por retraso e incumplimiento de la seguridad que se podría generar durante el montaje.

- Especificaciones técnicas por SPCC

Es el documento técnico donde el cliente estableció sus condiciones técnicas, y que fuimos cumpliendo de acuerdo al avance a sus requerimientos donde contemplo el montaje y las pruebas del tanque empernado. Para

mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificación técnica de montaje y prueba del tanque por SPCC.**

- Planos detalle de ingeniería

Son los planos a nivel de detalle elaborados por el cliente, que sirvió como guía para realizar la construcción y montaje del tanque empernado como ubicación, diseño, dimensiones, cantidades, especificación de material, etc. En las diferentes disciplinas como civil, mecánico, eléctrico e instrumentación.

- Manual de Instalación TecTank-CST: Manual de instalación de tanques de almacenamiento de líquidos.

Este manual se utilizó como complemento de la información provista en los planos de instalación de CST, previo e inicio de los trabajos de montaje e instalación de la parte mecánica. Dicho manual se utilizaron y se verificó periódicamente durante el montaje del tanque del almacenamiento.

- Materiales entregados por SPCC

Para los trabajos realizados, el cliente proporcionó los materiales que se necesita para el montaje y puesta en operación del tanque empernado el cual bajo su responsabilidad fue entregado en nuestros almacenes o a pie de obra de nuestras instalaciones.

Estos documentos será la base para el entendimiento y desarrollo del proyecto.

✓ **Revisión de planos generales y de detalles.**

La ingeniería de detalle y los planos de detalle, fue elaborado por el departamento de ingeniería de SPCC y los planos de detalle de fabricación por CST, siendo la base para realizar los trabajos del proyecto **“MONTAJE**

ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO DE 5800 m³ DE AGUA", este proyecto contempló en ejecutar las actividades civiles, mecánica y eléctrica e instrumentación donde se describe lo siguiente:

- Área Civil
 - Trazo y replanteo topográfico.
 - Demolición de cimentación existente
 - Excavación de terreno compactado
 - Relleno, nivelación y compactación
 - Encofrado y desencofrado
 - Habilitado y colocación de acero de refuerzo
 - Construcción de obras civiles, colocación de concreto simple y concreto armado, en nueva cimentación de tanque, buzones y caja de válvula.
 - Instalación de pernos de anclaje y tapa metálica
 - Instalación de geomembrana, geotextil y tubería HDPE perforada.
 - Eliminación de material excedente.
- Área Mecánica
 - Recepción de equipos y materiales
 - Montaje de fondo de tanque, techo tipo domo, casco de tanque empernado.
 - Instalación de accesorios regleta, escalera, plataforma.
 - Habilitado y fabricación y montaje de Spool de tubería de 30" con sus accesorios y válvulas.
 - Instalación de soporteria de tuberías y válvulas.
 - Prueba de asentamiento, prueba hidrostática de tanque y otros.
- Área Eléctrica e instrumentación
 - Montaje de lámpara tipo LED.

- Montaje de sensor de nivel.
- Tendido de tuberías conduit.
- Tendido y conexionado de cables de fuerza e instrumentación.

Se brindará los detalles de la revisión de los planos de ingeniería de detalle el cual contempló:

Plano general:

- **Plano SPCC N°01: Plano de ubicación y vista de planta del tanque TK-02.**

En este plano se verificó el arreglo general de la ubicación del nuevo tanque y de las instalaciones existentes, el cual fue necesario identificar los accesos e interferencias que podría generarse durante el montaje eléctrico y mecánico, además de identificar las facilidades de instalación de las oficinas del personal staff y almacén. Para mayor detalle se adjunta en Planos N°01.

Planos civiles:

- **Plano SPCC N°02: Cimentación tanque- Encofrado y armadura del tanque TK-02.**

En este plano se describió y detalló las dimensiones, características y especificaciones técnicas que contiene la nueva cimentación el cual fue la parte del fondo donde asentó y se realizó el montaje del nuevo tanque empernado, de manera que se realizó el metrado en el siguiente listado:

Cimentación:

- Diámetro de la cimentación exterior= 28.0 mts
- Diámetro de la cimentación interior= 27.0 mts
- Resistencia de concreto $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$.

- Calibres de acero de refuerzos con resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$:
- Calibre #3= diámetro de 3/8"
- Calibre #4= diámetro de 1/2"
- Calibre #6= diámetro de 3/4"
- Sistema de drenajes y filtración:
- Tubería de 4" HDPE perforada= 04 unid.
- Geomembrana HDPE (e= 1.5 mm)= 628.5 m².
- Geotextil no tejido 200 gr/cm²= 2 m²
- Buzones de registros= 04 unid.
- Caja de válvulas= 01 unid.
- Tubería de drenaje 12" ASTM A53 SCH80= 01 unid.

Para mayor detalle se adjunta en Planos N°02.

Planos Mecánicos y tuberías del nuevo tanque emperrado TK-02:

- **Plano SPCC N°3: Tuberías y conexiones hacia el tanque TK02.**

En este plano se describe y detalla los accesorios de las tuberías que fueron conectados hacia las boquillas del casco del tanque emperrado para el almacenamiento de agua, del metrado se tiene el siguiente listado de accesorios:

Accesorios (fitting):

Boquilla N1:

- Empaquetadura Ø30" 150# FF Nitrile Rubber, e= 1/8". Cantidad= 1 unid.
- Brida Slip on Ø30" 150# FF ASTM A105. Cantidad= 1 und.
- Espárragos Ø1 1/4"x 8" ASTM A193 GrB7 w/ tuercas ASTM A194 Gr2H UNC/8UN. Cantidad = 28 unid

Boquilla N2:

- Tubería Ø30" STD ASTM A53 GrB. Longitud=6 mts.
- Brida Slip On Ø30" 150# FF ASTM A105. Cantidad= 1 unid.

- Junta Dresser Ø30" 150#, modelo 38. Cantidad= 1 unid.
- Válvula mariposa Ø30" doble brida Marca BRAY Clase150. Cantidad=1 unid.
- Codo 90 SR Ø30" STD ASTM A234 GrWPB. Cantidad= 01 unid.
- Empaquetadura Ø30" 150# FF Nitrile Rubber, e= 1/8". Cantidad= 3 unid.
- Espárragos Ø1 ¼"x 8" ASTM A193 GrB7 w/ tuercas ASTM A194 Gr2H UNC/8UN. Cantidad = 28 unid
- Espárragos Ø1 ¼"x 15" ASTM A193 GrB7 w/ tuercas ASTM A194 Gr2H UNC/8UN. Cantidad = 28 unid.

Para mayor detalle se adjunta en Planos N°03.

- **Plano CST N°1: Plano general dimensión del tanque empernado de almacenamiento y techo domo del tanque TK02.**

En este plano se describe las dimensiones de altura y diámetro del tanque de almacenamiento de acuerdo al diseño por la norma AWWA D103-97, el techo tipo domo auto soportado y accesorio que complementaron para el montaje del tanque de almacenamiento, el cual fue la referencia y se contrastó en campo durante el montaje, a continuación se describe sus características:

Características del tanque N°02:

Casco:

- Diámetro interior del tanque= 27.285 mts
- Diámetro exterior del tanque= 27.3558 mts
- Altura casco del tanque (hasta el ángulo del domo) = 10.325 mts.
- Altura casco nominal del tanque= 10.261 mts.
- Cantidad de anillos del casco= 8 unid
- Cantidad de paneles por anillo= 32 unid

- Cantidad de silletas de anclaje (02x panel) = 64 unid
- Diámetro de Manhole= 24"
- Espesor 1er anillo al 5to anillo = 6.25 mm.
- Espesor 6to anillo y 7mo anillo= 7.938 mm.
- Espesor 8vo anillo = 9.525 mm.
- Peso de casco del tanque= 58,242 kg

Fondo:

- Espesor fondo = 9.525 mm.
- Peso de fondo= 18,977 kg.

Techo:

- Material de techo domo geodésico= Aluminio
- Altura de techo domo geodésico= 3.518 mts.
- Peso de techo domo= 6,566 kg

Características de accesorios al tanque:

- Escalera de gato
 - Altura = 10.5 mts
 - Ancho= 0.45 mts
 - Material: Recubrimiento galvanizado en caliente
- Escalera helicoidal.
 - Material: Recubrimiento galvanizado en caliente
- Silletas y pernos de anclaje
 - Diámetro=1 ¼"
 - Longitud= 99 cm
 - Cantidad=64 unidades.
 - Material: Recubrimiento galvanizado en caliente.
 - Profundidad de anclaje en cemento= 38 cm.
- Regleta de nivel y bolla
- Venteo de gravedad.

Características de sistema de recubrimiento en polvo:

- Recubrimiento interior LIQ Fusión 7000 FBE, DFT= 7 Mills.
- Imprimado exterior EXT Fusión 5000 FBE, DFT= 3 Mills.
- Última capa exterior EXT Fusión SDP, DFT= 3 Mills.

Características de recubrimiento de pintura del tanque para retoque:

- Recubrimiento primera capa de paneles: TRICO BOND EP hasta 6 Mills.
 - Recubrimiento segunda capa de paneles: TRICO BOND EP con URETHANE hasta 2 Mills.
 - Color exterior de casco: Gris luminoso RAL (7035).
- **Plano CST N°2: Casco – Vista de elevación y detalles del tanque TK02.**

En este plano se describe los espesores y características técnicas de los paneles de cada anillo que se instaló en el casco del tanque emperrado además de las dimensiones y cantidad total de pernos del casco:

Características de paneles:

- Dimensión del 1er anillo (largo x altura) = 2.790mstx 0.485mts. Con espesor = 6.35 mm. tipo de material ASTM A572 Gr40.
- Dimensión del 2do anillo (largo x altura) = 2.790mstx 1.450mts. Con espesor = 6.35 mm. tipo de material ASTM A572 Gr40.
- Dimensión del 3er anillo (largo x altura) = 2.790mstx 1.450mts. Con espesor = 6.35 mm. tipo de material ASTM A572 Gr40.
- Dimensión del 4to anillo (largo x altura) = 2.790mstx 1.450mts. Con espesor = 6.35 mm. tipo de material ASTM A656 Gr70.
- Dimensión del 5to anillo (largo x altura) = 2.955 mstx 1.450mts. Con espesor = 6.35 mm. tipo de material ASTM A656 Gr70.

- Dimensión del 6to anillo al 7mo anillo (largo x altura) = 2.955mts x 1.450mts. Con espesor = 7.938 mm. tipo de material ASTM A656 Gr70.
- Dimensión del 8vo anillo (largo x altura) = 2.955mstx 1.450mts. Con espesor = 9.525 mm. tipo de material ASTM A656 Gr70.

Nota 1: Todos los paneles comprendido del nuevo tanque, vinieron fabricado perforado, arenado, pintado y embalados desde fábrica de CST industries.

Cantidad y dimensiones de pernos:

Casco:

- Pernos ½" x 1 ¼" ASTM A325 Gr5, cantidad= 15,624 unid. Incluye arandela y tuerca.
- Pernos ½" x 1 1/2" ASTM A490 Gr8, cantidad= 6,780 unid. Incluye arandela y tuerca.
- Pernos ½" x 1 3/4" ASTM A490 Gr8, cantidad= 3,782 unid. Incluye arandela y tuerca.
- Pernos ½" x 2" ASTM A490 Gr8, cantidad= 771 unid. Incluye arandela y tuerca.

Nota 2: los pernos utilizados es el tipo perno roscado con cabeza plana, donde en la cabeza esta encapsulada con resina de color negro.

Todos los pernos tienen recubrimiento galvanizado con inmersión en caliente.

Nota3: se colocó de acuerdo al diseño y planos, los paneles Fiber Board de 48"x60"x5/8" el cual incluye una capa de imprimante asfáltico que sirvió como protección entre la cimentación y panel de fondo del tanque empernado.

- **Plano CST N°3: Fondo- Vista de corte y detalles del tanque TK02.**

En este plano se describe los detalles y vista de corte de los pernos entre los traslapes e intersección de los paneles del fondo, además de las características de los paneles del fondo y cantidad de pernos para su instalación:

Características de paneles:

- Dimensión de panel fondo (largo x ancho) = 2.80mstx 1.45mts. Con espesor= 9.525 mm. tipo de material ASTM A656 Gr70.

Cantidad y dimensiones de pernos:

Traslapes y borde perimetral:

- Pernos ½"x 1 ¼" ASTM A325 Gr5, cantidad= 1,191 unid. Incluye arandela y tuerca de SS316 con encapsulamiento de protección.
- Pernos ½"x 1" ASTM A325 Gr5, cantidad= 6,304 unid. Incluye arandela y tuerca de SS316 con encapsulamiento de protección.

Nota 4: todos los pernos tienen recubrimiento galvanizado con inmersión en caliente.

- **Plano CST N°4: Casco- Detalle N°1 del tanque TK-02**

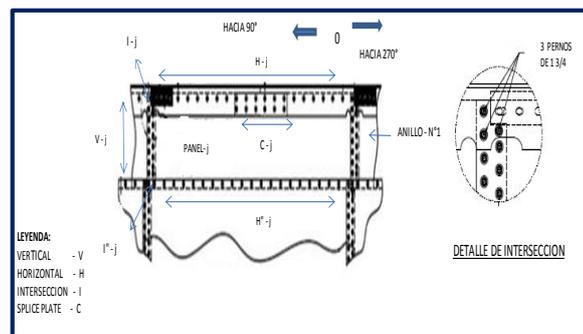
En este plano se muestra la distribución y características de los pernos que fueron colocados sobre cada traslape empernada y de las dimensiones de cada perno colocado en cada panel del casco desde el 1er anillo hasta el 4to anillo del cual se describe lo siguiente:

Primer anillo:

Se cuantificó para la colocación de los pernos en la verticales, horizontales e intersecciones de las planchas metálicas del casco. Para un total de 2,048

pernos de $\varnothing 1/2$ " a colocar en el primer anillo, le correspondió 64 unidades de pernos en cada plancha, se indica mediante la siguientes figuras.

FIGURA N° 26: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL PRIMER ANILLO



Fuente: Elaboración propia

Segundo anillo:

Se cuantificó para la colocación de los pernos en las verticales de las planchas metálicas del casco. Para un total de 1,632 pernos de $\varnothing 1/2$ " a colocar en el segundo anillo, le correspondió 51 unidades de pernos en cada plancha.

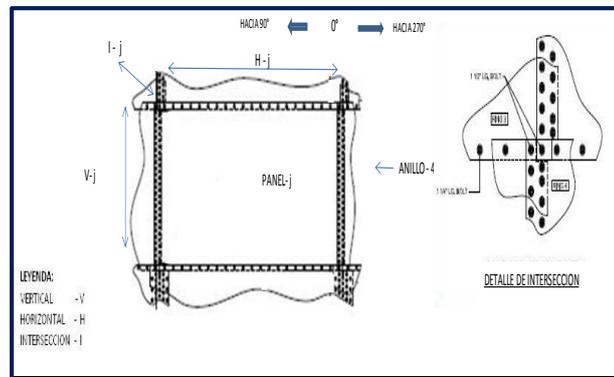
Tercer anillo:

Se cuantificó para la colocación de los pernos en las verticales, horizontal e intersección de las planchas metálicas del casco. Para un total de 2,336 pernos de $\varnothing 1/2$ " a colocar en el tercer anillo, le correspondió 73 unidades de pernos en cada plancha.

Cuarto anillo:

Se cuantificó para la colocación de los pernos en las verticales, horizontal e intersección de las planchas metálicas del casco. Para un total de 2,336 pernos de $\varnothing 1/2$ " a colocar en el tercer anillo, le correspondió 73 unidades de pernos en cada plancha, se indica mediante la siguiente figura.

FIGURA N° 27: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL CUARTO ANILLO



Fuente: Elaboración propia

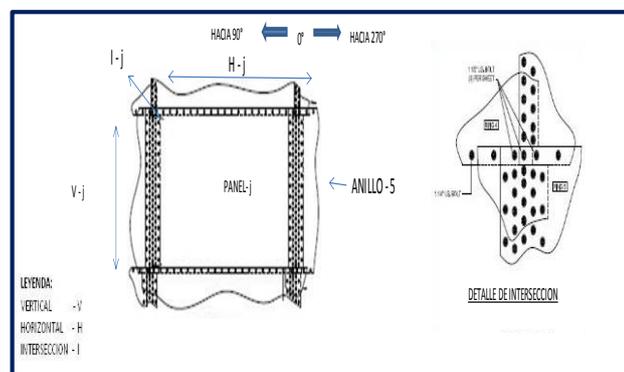
- **Plano CST N°5: Casco- Detalle N°2 del tanque TK-02**

En este plano se muestra la distribución y características de los pernos que fueron colocados sobre cada traslape o junta empernada, además de las dimensiones de cada perno colocado en cada panel del casco desde el 5to anillo hasta el 8vo anillo del cual se describe lo siguiente:

Quinto anillo:

Se cuantificó para la colocación de los pernos en las verticales, horizontal e intersección de las planchas metálicas del casco. Para un total de 4,032 pernos de $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " a colocar en el tercer anillo, le correspondió 126 pernos en cada plancha, se indica mediante la siguientes figuras.

FIGURA N° 28: CARACTERISTICA DE PLANCHA EN EL QUINTO ANILLO

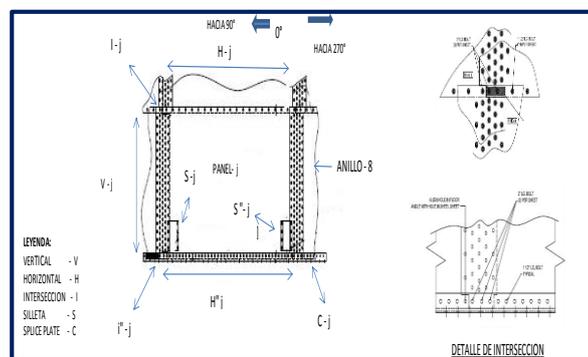


Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se instaló por cada plancha en el 6to y 7mo anillo del casco del tanque.

Se cuantificó para la colocación de los pernos en las verticales, horizontales e intersecciones y silletas de las planchas metálicas del 8vo anillo del casco. Para un total de 6,016 pernos de $\varnothing 1/2''$ a colocar le correspondió 188 pernos en cada plancha.

FIGURA N° 29: CARACTERISTICA EN EL OCTAVO ANILLO



Fuente: Elaboración propia

- **Plano CST N°6: Casco- Boquillas del tanque TK-02**

En este plano se muestra las vistas de elevación y las conexiones empernadas entre el casco y bridas del tanque empernado donde se describe las características y dimensiones de las boquillas del casco y fondo.

Casco:

- N1 :línea de entrada, diámetro 30” con brida clase 150#
- N2 :línea de descarga, diámetro 30” con brida clase 150#
- N3 :línea de reserva, diámetro 8” con brida clase 150#
- N4: línea de salida (tubería contra incendio –hidrante), diámetro 8” con brida clase 150#.
- N5: línea de salida (tubería contra incendio –existente), diámetro 4” con brida clase 150#.

- MH1: manhole de casco con brazo pescante (Davit), diámetro 24” con brida clase 150#.

Fondo:

- D1: línea de drenaje y sumidero, diámetro 12” con brida clase 150#.

Cantidad y dimensiones de pernos:

N1: línea de entrada, diámetro 30” con brida clase 150#

- Pernos ½”x 2” ASTM A490 Gr8, cantidad= 280 unid. Incluye arandela y tuerca.

N2: línea de descarga, diámetro 30” con brida clase 150#

- Pernos ½”x 2” ASTM A490 Gr8, cantidad= 280 unid. Incluye arandela y tuerca.

N3: línea de reserva, diámetro 8” con brida clase 150#

- Pernos ½”x 1 3/4” ASTM A490 Gr8, cantidad= 24 unid. Incluye arandela y tuerca.

N4: línea de salida (tubería contra incendio –hidrante), diámetro 8” con brida clase 150#.

- Pernos ½”x 1 3/4” ASTM A490 Gr8, cantidad= 24 unid. Incluye arandela y tuerca.

N5: línea de salida (tubería contra incendio –existente), diámetro 4” con brida clase 150#.

- Pernos ½”x 1 3/4” ASTM A490 Gr8, cantidad= 12 unid. Incluye arandela y tuerca.

MH1: manhole de casco con brazo pescante (Davit), diámetro 24” con brida clase 150#.

- Pernos ½”x 1 3/4” ASTM A490 Gr8, cantidad= 122 unid. Incluye arandela y tuerca.

- **Plano CST N°7: Techo domo- Vista de elevación del tanque TK-02**

En este plano se muestra la vista de corte y elevación del techo tipo domo auto soportado del tanque emperrado el cual se describe los accesorios y boquillas que se contempló para su instalación.

Boquillas:

- N6 : toma para medición manual, diámetro 4"
- N7 : conexión para indicador de nivel, diámetro 1 ½"
- N8A/B: conexión para cables guías de regleta, diámetro 1 ¼"
- N9 : reserva, diámetro 3"
- N10 : reserva con brida ciega, diámetro 6"
- N11 : venteo, diámetro 24"
- MH2 : manhole de techo, diámetro 24"

Plano eléctrico:

- **Plano SPCC N°4: Plano de Iluminación y canalización en regleta del tanque TK-02.**

En este plano se muestra el ruteo de la canalización y nuevo cable eléctrico el cual se instaló desde el cuarto eléctrico existente hasta la lámpara de iluminación colocado en la parte lateral del casco donde se ubica la regleta de nivel, cuya función será de brindar visibilidad por las noches del nivel del agua.

De manera que se describe los materiales eléctricos instalados:

- Lámpara tipo LED de 60 watt 120 VAC, 60 Hz Marca OSRAM. Cantidad= 01 unid.
- Cable de fuerza 1x3C #12AWG tipo XLP/PVC, 90 C°. Cantidad= 50 mts.

- Tubería conduit tipo RGS de Ø1"x3 mts con revestimiento de PVC. Cantidad=15 unid.
- Condulet RGS de Ø 1" tipo C con revestimiento de PVC. Cantidad= 10 unid.

Plano de instrumentación:

- **Plano SPCC N°5: Plano de ubicación de instrumentos y canalización del sensor de nivel del tanque TK-02**

En este plano se muestra el ruteo de la canalización y nuevo cable para la instrumentación del cual se instaló desde el cuarto eléctrico existente hasta el Display y transductor del sensor de nivel colocado en la parte superior del techo.

De manera que se describe los materiales de instrumentación a instalados:

- Cable de instrumentación de 1 Par + shield 16 AWG. Cantidad= 70 mts.
- Tubería conduit rigido Ø³/₄", acero galvanizado recubierto de PVC de longitud 3mts. Cantidad= 24 unid.
- Unión de tubería conduit RGS Ø³/₄" NPT. Cantidad= 30 unid.
- Unistrut P100 por longitud de 3 mts. Cantidad= 10 unid.
- Conduit Ø ³/₄", flexible con recubrimiento de PVC. Cantidad= 20 mts.
- Reducción Ø ³/₄"x ¹/₂". Cantidad = 5 unid.
- Caja condulet tipo LB de Ø³/₄" recubierto de PVC. Cantidad= 10 unid.

✓ **Lista de recursos a utilizarse**

Para realizar los trabajos de montaje mecánico y eléctrico del tanque se contó con los siguientes recursos considerando lo más predominantes a continuación:

- **Recursos montaje mecánico:**

Personal:

- 01 Supervisor mecánico
- 02 Capataz
- 01 Topógrafo
- 17 Operarios Montajista
- 04 Oficiales montajista
- 02 Ayudantes mecánicos
- 02 Operador Camión grúa
- 02 Rigger.

Equipos y herramientas:

- 02 Pistola neumática Huck
- 04 Pistola de impacto eléctrica Ø1½"
- 01 Grupo electrógeno de 50 kw, 01 Compresor 100 CFM.
- 02 Camión Grúa 6.7 toneladas
- 06 Cuerpos de andamios con garruchas
- 04 Torquímetros, 06 llaves mixtas
- 06 Aplicadores sika.
- 08 Alineadores de Ø1½ ", 32 Tecles tipo cadena, aditamentos.

Materiales:

- Varillas roscadas de 3/4 "
- Selladores sikaflex 1A
- Cable de acero de 8mm.
- tubos 4" sch40 para arriostres, planchas de acero de e=8mm y perfiles L2"x2"x 4.2 mm para aditamentos.
- Otros materiales coordinados directamente con el supervisor de montaje por SPCC.

- **Recursos montaje eléctrico:**

Personal:

- 01 Supervisor electricista
- 02 Operario electricista
- 02 Ayudantes electricista

Equipos y herramientas:

- 01 Megómetro de escalas entre 0,5 a 1 Kv.
- 01 Multímetro digital.
- 01 Pinza amperimétrica
- 01 Escalera telescópica.
- Maletín de herramientas de electricista.

Materiales:

- Cinta aislante.
- Material de limpieza.

✓ **Trabajos preliminares**

Dentro de los trabajos preliminares se tiene:

- Se coordinó los requerimientos de material y órdenes de compra, suministro de materiales y equipos a proveer para el proyecto, así como la preparación del aprovisionamiento de equipos, maquinaria, herramientas y materiales para su movilización.
- Realizado las coordinaciones, el personal de obra movilizó las facilidades temporales como la caseta metálica para almacén y oficinas, cajones metálicos para almacenaje temporal de sus herramientas en área de trabajo, por otra parte también se delimitó con cintas y/o mallas de seguridad, a la zona a intervenir.

- Se realizó las coordinaciones correspondientes con los encargados del área, para la cual se gestionó los permisos y autorizaciones con la supervisión de SPCC para realizar los trabajos civiles, en donde posterior a ello se realizó para los trabajos mecánicos y por ultimo trabajos eléctricos e instrumentación.
- ✓ **Trazo y replanteo, adecuación de terreno, cimentación y traslado de materiales**

Se realizó las actividades civiles como parte previa a la etapa del montaje del tanque considerando lo siguiente:

Trazo y replanteo

Se verificó los trazos e hitos auxiliares, con coordenadas y cotas de acuerdo a los planos de ingeniería, del cual se consideró como referencia cota +3195.858 y la ubicación de puntos de muestras por cada cuadrante de la base del tanque.

Demolición de cimentación existente

Se verificó que la demolición de la cimentación sea de acuerdo a la limitación y trazos realizado por el topógrafo, tomando como referencia la nivelación teórica y cuya medición será por cada cuadrante de la base del tanque.

Excavación de terreno

Se verificó la excavación de terreno, se hizo de manera localizada y de acuerdo a los perfiles indicados, el trazo y replanteo, basados en los planos de ingeniería civil. Posteriormente a esta actividad se apiló en un punto de todo el material excedente producto de la excavación de manera que será traslado hacia el área de los botaderos de la Mina Toquepala.

Colocación de acero refuerzo

Se verificó el armado y sujeción de acero de refuerzo de diámetro sobre el anillo perimetral de base del tanque de acuerdo lo que indica el plano civil de cimentación, registrándose mediante los protocolos los diámetros de $\emptyset 1/2$ " y $\emptyset 3/4$ " y su separación de armado de 20 a 25 cm.

Encofrado y desencofrado

Se verificó los encofrados metálicos el dimensionamiento, cuya medida de paneles es de 0.5mts x 0.6 mts, la verticalidad, sujeción y alineamiento sobre todo el perímetro de la base.

Vaceado de concreto

El vaceado contempló en añadir concreto de cemento a la cimentación de la base del tanque, donde se saco muestras de las probetas en cada vaceado, posterior a los días y ensayos realizados; se verificó mediante los informes y registros que los ensayos de compresión en laboratorio cumplieron con la resistencia indicada de $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Posterior al vaceado de concreto sobre el anillo de cimentación, se dejó curar el concreto por un día.

Relleno, nivelación y compactado

Se verificó la nivelación del relleno estructural con muestras en 24 puntos sobre todo la base del tanque registrando como nivelación teórica +3196.958, y posterior se verificó la compactación solicitada del 95% del proctor modificado.

Instalación de geomembrana

Se verificó los trabajos de pre-soldado y extrusión para la fijación de geomembrana lisa HDPE con traslapes de 4" de ancho de acuerdo al plano

detalle de la cimentación del tanque de la disciplina civil. Para mayor detalle se adjunta **Plano 02: Plano SPCC N°02: Cimentación tanque- Encofrado y armadura del tanque TK-02.**

Relleno final de fondo

Se verificó el relleno con arena fina en la base de la cimentación del tanque del cual se realizó la nivelación con muestras en 24 puntos sobre todo la base del tanque registrando como nivelación teórica +3196.958 teniendo como tolerancias entre +0.003 a +0.005.

Trazo de puntos para inicio de colocación de planchas fondo.

Se verificó los puntos para colocación de planchas de fondo del tanque, de los ángulos de rigidez y diámetro de tanque, del cual ayudo a demarcar el centro, orientación de las boquillas y ejes del tanque.

De acuerdo a los trabajos realizados se elaboró los registros civiles de manera de garantizar que los trabajos se cumplieron correctamente:

- Registro de Inspección Topográfica – Trazo y nivelación para vaceado de solado.
- Registro de Inspección Topográfica – Verificación de nivel de brida existente.
- Registro de Inspección Topográfica – Nivelación de vaceado de cimentación de tanque.
- Registro de Inspección Topográfica – Verificación de nivel de anillo de tanque.
- Registro de Inspección Topográfica – Trazado de puntos de inicio para colocación de planchas.
- Registro de prueba de inspección de probetas – Cimiento de Anillo
- Registro de inspección de acero de refuerzo – cimentación de anillo de fondo del tanque.

4.6.2. Fase 2: Montaje electromecánico

Los trabajos fueron ejecutados correctamente de manera de garantizar su integridad y calidad durante el montaje mecánico y eléctrico donde se contempló las facilidades de obra, el montaje del fondo, el montaje del techo domo en paralelo a la instalación de cada anillo del casco, de acuerdo a los procedimientos, las pruebas de torque, prueba hidrostática, prueba en cables de energía, montaje de equipo eléctrico e instrumentación, en donde se verificó y registro mediante los protocolos de calidad con el desarrollo de las siguientes actividades:

- ✓ **Montaje y armado del fondo del tanque de almacenamiento.**

Montaje y armado de fondo

Antes del inicio del montaje del fondo del tanque se verificó lo siguiente:

- **Colocación de Paneles de fibra (Fiber board)**

En esta actividad contempló el traslado e instalación de los paneles de fibra (Fiber board) con formato de 1.52x1.22 m², donde se realizó el trazo y corte de los paneles el cual coincida con el borde perimetral de la base de tanque.

FIGURA N° 30: COLOCACIÓN DE FIBER BOARD EN EL FONDO DEL TANQUE



Fuente: Elaboración propia.

Se distribuyó de manera que sirve como protección a las planchas del fondo del tanque sobre la base del relleno de cimentación, para ello se realizó

con el camión grúa con capacidad de 6.7 toneladas el traslado de los Fiber Board desde cualquier punto del fondo.

Las planchas se tendieron en su lugar siguiendo la secuencia marcada en el plano de montaje del fondo, y de la ubicación del ángulo perimetral de respaldo en el anillo de cimentación.

- **Colocación de ángulos de rigidez de fondo + incluye instalación de pernos de 1 1/4"x1/2"**

En esta actividad se colocó sobre todo el perímetro de la base con ángulos de rigidez del fondo de material inoxidable el cual fue adherido al anillo de concreto. Se instaló 32 unidades de estos ángulos de L3"x3"x3/8" de material inoxidable el cual contiene 30 pernos de 1 1/4"x1/2". Además en cada ángulo se colocó la platina de refuerzo.

FIGURA N° 31: INSTALACIÓN DE ÁNGULO DE RESPALDO Y PLATINA DE REFUERZO



Fuente: Elaboración propia

- **Instalación y armado de planchas de fondo**

Para el armado de planchas de fondo se realizó las siguientes actividades:

Limpieza en hileras atornilladas

Durante la colocación de las planchas sobre el fondo, se realizó la limpieza respectiva entre los traslapes entre cada panel, dicho trabajo se realizó con

trapo industrial, luego se limpió con thinner en todos los traslapes, de manera de generar superficie rugosa y tratando de no afectar los lados adyacente al recubrimientos de pintura en la cara a mostrarse de los paneles del fondo.

Colocación de pernos sobre hileras atornilladas

Se realizó la colocación de los pernos de $\frac{1}{2}$ "x $1\frac{1}{4}$ " en la zona perimetral de fondo (ángulo de respaldo) y en las intersecciones de cada plancha y $\frac{1}{2}$ "x 1" sobre los traslapes de las planchas del fondo.

Para su colocación se requirió fijar los pernos sobre cada plancha de manera que al maniobrar para su armado no tiende a moverse.

La particularidad en estos pernos roscado de cabeza plana, es que en la cabeza contiene una resina de color negro, estos tipos de pernos son también llamados **Capped Silo Bolt**.

FIGURA N° 32: EMBALAJE DE PERNOS PARA MONTAJE



Fuente: Elaboración propia.

Previo a su instalación entre cada traslape de cada panel, se tuvo que verificar si la cantidades estaba conforme a su lista de materiales de acuerdo al Packing List del fabricante.

Aplicación de selladores elástico con SIKAFLEX 1A

Se añadió con los aplicadores el sellante elástico de alta resistencia Sika flex A1, sobre el borde de los traslape y en las tuercas de los pernos de 1/2" de cada plancha. Cabe resaltar que todos los cartuchos sellante elástico Sika flex 1A, ha sido mantenido y almacenado en ambiente según la temperatura requerida para su uso.

FIGURA N° 33: APLICACIÓN DE SELLANTE ELASTICO EN PLANCHAS DE FONDO



Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Ficha técnica de sellante elástico Sika Flex 1A.**

FIGURA N° 34: HOJA TECNICA DE SELLANTE ELASTICO SIKAFLEX 1A

BUILDING TRUST 	
HOJA TÉCNICA Sikaflex®-1 A	
Sellante elastomérico a base de poliuretano	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Sikaflex®-1 A es un sellante elástico monocomponente para juntas, a base de poliuretano, de alto rendimiento, que cura con la humedad. Cumple con la Especificación Federal TT-5-00230C, Tipo II, Clase A. Cumple con la norma ASTM C-920, Tipo I, Grado NC, Clase 35, Usos T, NT, G, Q, R; Canadian Standard CAN / CCB 19-15-MB7.
USOS	<ul style="list-style-type: none">• Diseñado para todo tipo de juntas de dilatación-contracción, verticales y horizontales en edificación y obras civiles.• Juntas bajo agua, tales como en canales y estanques.• Juntas en empuentes, marcos de puertas y ventanas, detalles en cubiertas y muchas aplicaciones de pegado en construcción.• Aplicaciones como adhesivo elastico entre materiales con diferente coeficiente de dilatación.
CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Rápido secado al tacto y curado final.• Alta elasticidad, durabilidad y flexible con excepcional resistencia al corte y arrancamiento.• Excelente adherencia a la mayoría de los materiales de construcción sin imprimante.• Resistente al tránsito vehicular y peatonal.• Excelente resistencia al envejecimiento.• Probado en severas climas de todo el mundo.• Registro NSF, cumple con las directrices USDA 1998.• Inodoro, no mancha.• Resistente a combustibles de aviación.• Certificado NSF a NSF/ANSI, estándar 51 para estar en contacto con agua potable.• Se puede pintar con pinturas en base acuosa o aceite.• Capacidad de movimiento de ± 35% del ancho de la junta.

Fuente: Catalogo de proveedor SIKA.

Armado y colocación de paneles de fondo

Se unió entre cada dos (02) planchas adyacente sobre los traslapes atornillados cada 2" de ancho, de manera de seguir una secuencia de avance el cual se realizará en forma de "L", en paralelo se colocará los capuchones que reforzará el sellado y hermetizará el fondo del tanque.

Pre-Curado de sellado

Se consideró el tiempo de secado de 60 min, para obtener consistencia de adherencia de los sellantes elástico sobre los traslapes de cada panel.

Fijación y ajustes de pernos

Se realizó el ajuste de los pernos con la pistola eléctrica sobre los capuchones de manera que llegue a lo especificado por el fabricante.

FIGURA N° 35: AJUSTE CON PISTOLA ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en consideración, de que el ajuste es controlado y sin mucho apriete, evitando que el sellante elástico Sika flex 1A se pierda y salga del traslape entre planchas.

Torque de pernos de fondo

Para culminar se realizó el ajuste con un valor determinado de 40 lbf-ft por cada perno del fondo.

Adecuación de boquilla para tubería de drenaje

La perforación de panel el cual va conectado a la brida del spool de drenaje de 12" y de acuerdo a los planos del fabricante, se efectuó el corte en campo (Field Cut) para posterior ensamblaje y sujeción entre los elementos empernados.

De acuerdo a las actividades se verificó y registro en los protocolos lo siguiente:

- El material de las planchas no están dañadas cumple con los requerimientos del cliente y especificaciones para realizar su instalación.
- Distribución de planchas correctamente según planos de ejecución para la instalación del fondo del tanque.
- Se realizó la aplicación de Sikaflex 1A para los traslapes de planchas con tiempo de secado de 1 hora.
- Se verificó la colocación de capuchones en todos los pernos del fondo del tanque.
- Se realizó el ajuste con llaves y herramienta, cumpliendo el valor determinado de 40 lb-ft.

✓ Montaje y armado de techo tipo domo

Para la construcción del techo tipo domo de aluminio se planteó lo siguiente:

- Realizar el montaje y armado al término de la instalación del fondo.
- Realizar el montaje y armado en paralelo a la instalación del 1er y 2do anillo del casco.
- Colocar un (01) trípode estructural de 6.5 mts de altura con tubos de 4" sch40 y fijar en la parte central del fondo que servirá de apoyo y armará los perfiles que contiene el techo domo.
- Asegurar el tecele central y soportes para la elevación del techo domo.

- Verificar las condiciones operativas de las herramientas y equipos a utilizarse como la pistola neumática tipo HUCK el cual el funcionamiento es necesario de un compresor y suministrar aire para el accionamiento del remachado hacia los pernos $\frac{1}{2}$ " más su collarín de la misma marca tipo HUCK el cual garantiza que el remache sea efectivo y cumpla con la especificaciones de montaje.
- Pre-armar los perfiles del techo de manera reticular desde el centro hacia los extremos llegando una separación al casco de 5 cm.

FIGURA N° 36: TRIPODE PARA ARMAR EL TECHO DOMO



Fuente: Elaboración propia.

A medida que se realizó el pre-armado de los perfiles de techo domo se va levantando el techo reticulado hasta llegar a la altura de domo geodésico de $h = 3.5$ mts concerniente a la cúspide del techo domo.

Una vez terminado el pre-armado del techo domo se sujetará los perfiles del techo con eslingas y tecles de 5 toneladas a los ochos (08) trípodes estructurales de 3.8 mts de altura y tubos de 4" sch40.

De manera de realizar su izaje e instalación del techo hacia el primer anillo del casco.

FIGURA N° 37: IZAJE DE TECHO DOMO HACIA EL ANILLO DE CASCO



Fuente: Elaboración propia.

Para el montaje y armado de las planchas o chapas triangular de aluminio cuyo peso es 12 kg se instaló sobre el recubrimiento del techo tipo domo de manera manual y con herramientas de sujeción de pernería en el techo.

Fijación de techo domo sobre anillo de casco

Se verificó que los 24 apoyos o zapatas de los perfiles del techo se fijen sobre el ángulo de rigidez del casco con dos (02) pernos de $\frac{1}{2}$ "x2 $\frac{1}{4}$ " de S.S con doble tuerca, registrando un torque de 40 lb-ft.

FIGURA N° 38: INSTALACION DE APOYOS DE TECHO DOMO



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las actividades se verificó y registro lo siguiente:

- El material de las vigas, planchas y nodos del techo no está dañado, cumple con los estándares y/o especificaciones para realizar el montaje del domo.
- Correcta instalación de pernos (aluminio, inoxidable) con la pistola neumática HUCK para los empalmes de nodo y viga según las especificaciones.
- Se realizó el ajuste correcto de los pernos según las especificaciones técnicas (diámetro, longitud y material).
- Se realizó el correcto torque de pernos para juntas de las ménsulas o zapatas del techo domo sobre el ángulo rigidez del anillo del casco en 40 lb-ft.

✓ **Montaje y armado de casco**

Traslado de paneles

Se realizó el traslado de las planchas de los almacenes desde planta concentradora en la mina hacia obra, verificando la protección de los embalajes de manera de cuidar el recubrimiento superficial de las planchas enviado desde fábrica.

Armado 2do anillo

Se realizó el carguío e izaje y arriostamiento de las planchas con formato de 1.45x 2.795 mts con espesor de 6.35 mm de manera que se verificó la instalación de las planchas conforme a los siguientes pasos:

- Limpieza de traslape empernada con thinner.
- Alineamiento entre planchas.
- Aplicación de Sellante elástico con Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2" x 1 1/4", 1/2"x 1 3/4" y 1/2 "x 2" de acuerdo al Cuadro N° 6

- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste con pistola eléctrica y herramientas.

Mediante la instalación se verificó y registró los traslapes de 4" (100mm) de las verticales de cada plancha de acuerdo a lo especificado en los planos de ingeniería.

Se anexa **Plano 04: Plano CST N°01: Plano general dimensión del tanque emperrado de almacenamiento y techo domo del tanque TK02.**

CUADRO N° 5: CARACTERISTICA DE PLANCHAS EN SEGUNDO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/MATERIAL/	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	2	1	A572-40	6.350	2790x1450	1	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Se verificó y registro el torque de las planchas a 40 lb-ft durante el montaje del casco de acuerdo a lo indicado por el fabricante del tanque.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificaciones técnicas del fabricante-Correo Web.**

CUADRO N° 6: TORQUE EN PERNOS DEL SEGUNDO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE	
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbf - Pies)	REAL (Lbf - Pies)
1	2	P-1	V-1	A 325 -5	1/2 X 1.1/4	51	40	40

Fuente: Elaboración propia.

Dichos cuadros ha sido de acuerdo a las especificaciones del perno el cual contempla tipo de material, dimensiones, cantidades y torque.

Armado 1er anillo

Se realizó el carguío, izaje e instalación de los paneles con formato de 0.485x 2.795 mts con espesor, e= 6.35 mm. De manera que se verificó la instalación de las planchas conforme a los siguientes pasos:

- Limpieza de traslape empernada con thinner.
- Alineamiento entre panel o planchas.
- Aplicación de Sellante elástico Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2" x 1 1/4", 1/2"x 1 3/4" y 1/2 "x 2" de acuerdo al Cuadro N° 8
- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste con pistola eléctrica y herramientas.

Se verificó los ángulos de rigidez del casco cuyo perfil L 6"x4"x 2.95 mts con espesor, e= 3/8" este reforzado en todo el perímetro del anillo del casco con pernos de 1/2".

Mediante la instalación se verificó y registro en los protocolos de calidad los traslapes de 4" (100mm) de las verticales de cada plancha desde el anillo N°1 al anillo N°2 de acuerdo a lo especificado en los planos de ingeniería. Para mayor detalle se adjunta en plano **P6: Plano CST N°4: Casco- Detalle N°1 del tanque TK-02.**

CUADRO N° 7: CARACTERISTICAS DE PLANCHAS EN PRIMER ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANELO PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	ESPEOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	1	1	A572-40	6.350	2790x485	1	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Se verificó y registró el torque de las planchas a 40 lb-ft durante el montaje del casco de acuerdo a lo indicado por el fabricante del tanque.

CUADRO N° 8: TORQUE DE PERNOS EN PRIMER ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION o TRASLAPE (i)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE	
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbf-Pies)	REAL (Lbf-Pies)
1	1	PANEL-1	V-1	A 325-5	1/2 X 1.1/4	13	40	40
2	1		H ^m -1	A 325-5	1/2 X 1.1/4	20	40	40
3	1		H-1	A 490-8	1/2 X 1.1/2	14	40	40
4	1		I ^m -1	A 490-8	1/2 X 1.1/2	2	40	40
5	1		I-1	A 490-8	1/2 X 1.3/4	3	40	40
6	1		C-1	A 490-8	2"	12	40	40

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las actividades se verificó y registro lo siguiente:

- El material de las planchas no están dañadas cumple con los requerimientos del cliente y especificaciones para realizar su instalación.
- Distribución de planchas correctamente según planos de ejecución para la instalación del casco del tanque.
- Se verificó la aplicación de Sikaflex 1A para los traslapes de planchas con tiempo de secado de 1 hora.
- Se verificó la colocación de capuchones en todos los pernos de los anillos n°1 y n°2 del casco del tanque.
- Se realizó el ajuste con llaves y herramienta, cumpliendo el valor determinado de 40 lb-ft.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

Instalación de bipode estructural sobre la zona exterior e interior del tanque

Se realizó la instalación y reforzamiento de los 16 bipodes con arriostres a colocarse sobre el perímetro del tanque empernado en la parte exterior. Posterior a ello se realizó el izaje e instalación de los paneles del 3er anillo

del casco del tanque, luego se desmontará los 16 bipodes para que a partir del 4to anillo hasta al 8vo anillo, se colocará al interior los 32 bipodes para su instalación de los paneles del casco del tanque, manteniendo la seguridad de la elevación en obra.

FIGURA N° 39: REFORZAMIENTO DE BIPODES AL INTERIOR DEL TANQUE



Fuente: Elaboración propia.

Izaje de 1er y 2do anillo del casco (incluido el techo tipo domo)

En esta actividad se verificó la elevación del casco conteniendo el 1er y 2do anillo del casco en conjunto con el techo tipo domo con los 16 bipodes y arriostres.

Del cual está soportando un peso total, hasta el momento de 17 toneladas, es decir el peso del 1er y 2do anillo más el peso del techo domo de forma equitativa y distribuida.

Se verificó que la carga por cada bipode y arriostre es de 1.1 tonelada conforme a la relación de la carga permisible del tecele.

En cada tecele por cada soporte se colocó los grilletes que servirá como nexos entre los aditamentos estructurales unidas a los traslapos y paneles.

De manera de tener en cuenta los agentes externos como fuerza de viento y entre otros aspectos climáticos.

FIGURA N° 40: ELEVACION DE PRIMER, SEGUNDO ANILLO Y TECHO DOMO



Fuente: Elaboración propia.

Armado 3er y 8vo anillo

Armado de 3er anillo

Se realizó el traslado, izaje y colocación de las planchas con formato de 1.45x 2.795 mts con espesor de 6.35 mm de manera que se verificó la instalación de las planchas conforme a los siguientes pasos:

- Limpieza de traslape empernada con thinner.
- Alineamiento entre panel o planchas.
- Aplicación de Sellante elástico Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2" x 1 1/4", 1/2"x 1 3/4" y 1/2 "x 2".
- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste con pistola eléctrica y herramientas.

Durante la colocación del tercer anillo del casco se colocó los accesorios de reforzamiento llamado "tensión ring" sobre todo el perímetro del tanque.

Del cual mediante la instalación se verificó y registró los traslapes de 4" (100mm) de las verticales de cada plancha del anillo N°3 de acuerdo a lo especificado en los planos de ingeniería.

CUADRO N° 9: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL TERCER ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/MATERIAL/	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	3	1	A572-40	6.350	2790x1450	1	100	100

Fuente: Elaboración propia

Se verificó y registró el torque de las planchas a 40 lb-ft durante el montaje del casco de acuerdo a lo indicado por el fabricante del tanque. Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificaciones técnicas del fabricante-Correo Web.**

CUADRO N° 10: TORQUE DE PERNOS EN TERCER ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION o TRASLAPE (i)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE	
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbf - Pies)	REAL (Lbf - Pies)
1	3	PANEL -1	V- 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40
2	3		H - 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40
3	3		H ^m -1	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40
4	3		I - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40

Fuente: Elaboración propia.

Izaje de 1er, 2do y 3er anillos del casco (incluido el techo tipo domo)

En esta actividad se verificó la elevación del casco conteniendo el 1er anillo, 2do anillo y el 3er anillo del casco en conjunto con el techo domo con los 16 bipodes y arriostres.

Del cual está soportando un peso total, hasta el momento de 24 toneladas correspondiente al peso del 1er, 2 do y 3er anillo más el peso del techo domo de forma equitativa y distribuida, se verificó que la carga por cada bipode y arriostre es de 1.5 tonelada conforme a la relación de la carga permisible del tecele, es decir:

$$Carga\ nominal\ del\ tecele\ cadena = 5,000\ kg$$

Pero hasta el momento se tiene elevando:

Peso del 1er, 2do y 3er anillo mas techo domo = 24,000 kg

*Cantidad de bipodes con arriostres (al interior del tanque)
= 16 unidades*

$$= \frac{\text{Peso del 1er, 2do y 3er anillo mas techo domo}}{\text{Cantidad de bipodes con arriostres (al interior del tanque)}} = \frac{24000}{16} = 1,500 \text{ kg}$$

Tenemos:

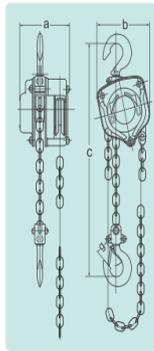
Carga nominal del tecele cadena > Carga de izaje por tecele

Ello se verifica y comprueba que los tecles están por encima de la carga de izaje distribuida.

De manera que se tiene en cuenta los agentes externos como fuerza de viento y entre otros aspectos climáticos, que pudiese afectar durante la elevación, salvaguardando la seguridad de la obra y del personal. Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificación técnica del tecele para izaje.**

FIGURA N° 41: FICHA TECNICA DE TECLE DE CADENA

Specifications											
Capacity (t)	Model Number	Standard Lift (m)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Pull to Lift Load		Head Room c (mm)	a (mm)	b (mm)	g (mm)	Test Load (t)
					(kgf)	(N)					
1 ¹ / ₂	VP5-05	2.5	8.3	8.7	25	245	285	129	145	27	0.75
1	VP5-10	2.5	11.3	11.8	33	324	315	149	158	30	1.5
1 ¹ / ₂	VP5-15	2.5	13.5	14.0	34	333	340	149	177	34	2.25
2	VP5-20	3.0	21.0	22.2	34	333	380	181	204	37	3.0
3	VP5-30	3.0	22.0	22.7	35	343	475	149	208	43	4.5
5	VP5-50	3.0	40.0	41.5	39	382	600	181	263	47	7.5



Hoists with the lift in other lengths are also available.

Fuente: Catalogo del proveedor VITAL VP 5

Armado de 4to anillo

Se realizó el traslado, izaje y colocación de las planchas con formato de 1.45x 2.795 mts con espesor de 6.35 mm hacia cada punto correspondiente, de manera que se verificó la instalación de las planchas conforme a lo siguiente:

- Limpieza de traslape empernada con thinner.
- Alineamiento entre panel o planchas.
- Aplicación de Sellante elástico Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2" x 1 1/4", 1/2"x 1 3/4" y 1/2 "x 2".
- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste con pistola eléctrica y herramientas.

Mediante la instalación se verificó y registró los traslapes de 4" (100mm) de las verticales de cada plancha del anillo N°4 de acuerdo a lo especificado en los planos de ingeniería.

CUADRO N° 11: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL CUARTO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/MATERIAL/	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	4	1	A656-70	6.350	2790x1450	1	100	100

Fuente: Elaboración propia.

Además se registró el torque de las planchas a 40 lb-ft durante el montaje del casco de acuerdo a lo indicado por el fabricante del tanque.

CUADRO N° 12: TORQUE DE PERNOS EN CUARTO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANELO PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (j)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE	
				CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbs - Pies)	REAL (Lbs - Pies)
1	4	PANEL - 1	V- 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40
2	4		H - 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40
3	4		I - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40

Fuente: Elaboración propia.

Izaje de 1er, 2do, 3er y 4to anillos del casco (incluido el techo tipo domo)

En esta actividad se verificó la elevación del casco conteniendo el 1er anillo, 2do anillo, el 3er anillo y 4to anillo del casco en conjunto con el techo domo con los 32 bipodes y arriostres.

Del cual está soportando un peso total, hasta el momento de 32 toneladas correspondiente al peso del 1er, 2do, 3er, 4to anillo y el peso del techo domo, de forma equitativa y distribuida, se verificó que la carga por cada bipode y arriostre es de 1.0 tonelada conforme a la relación de la carga del tecele de 5 toneladas.

Es así que los trabajos de elevación son consecutivo y repetitivo donde se utilizó los 32 bipodes y sus arriostres hasta el octavo anillo.

De manera que los trabajos de izaje y colocación será similares tanto en el 5to anillo, 6to y 7mo anillo del casco del tanque.

Izaje de anillos del 5to hasta el 8vo anillo incluido el techo domo de tanque

Se realizó la elevación en conjunto de los paneles del anillo 1er, 2do, 3er, 4to, 5to hasta el 8vo anillo del casco más el techo domo, el cual con

ayuda de los 32 bipodes y arriostres instalados en la parte interior del tanque y en forma sincronizada se efectuó la elevación de manera gradual por cada tramo de $h= 30 \text{ cm}$, llegando a la altura de colocación de los paneles por cada anillo es decir a la altura de $h= 1.45 \text{ mts}$. Posterior a ello, se realizó la maniobra e izaje de los paneles hacia los puntos de instalación correspondiente del anillo del casco.

Se verificó visualmente durante el izaje de cada anillo del tanque, los ajustes, alineamiento y nivelación del casco respecto a cada tramo.

FIGURA N° 42: IZAJE DE CASCO EN EL OCTAVO ANILLO DEL TANQUE



Fuente: Elaboración propia.

Instalación desde el 5to y 8vo anillo de casco

Se realizó los trabajos de traslado, colocación y sujeción de pernos de $1/2''$ sobre los traslapes emperrado de cada plancha conteniendo (53 pernos aprox. en la hilera vertical y 20 pernos aprox. en la hilera horizontal), desde el 1er anillo hasta el 4to anillo y variando desde el 5to anillo hasta el 8vo anillo en (106 pernos en hilera vertical y 40 pernos aprox. en las hileras horizontal).

De manera que se verificó la instalación de las planchas conforme a los siguientes pasos:

- Limpieza de traslape emperrada con thinner.

- Alineamiento entre panel o planchas.
- Aplicación de Sellante elástico Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2" x 1 1/4", 1/2"x 1 3/4" y 1/2 "x 2" de acuerdo al Cuadro N° 4.13 y 4.14
- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste de pernos con pistola eléctrica y herramientas.

También mediante la instalación se verifico y registro los traslapes de 10" (270mm) de las verticales de cada plancha desde el 5to anillo hasta el 8vo anillo de acuerdo a lo especificado en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 13: TRASLAPE DE PLANCHAS EN EL QUINTO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/MATERIAL/	ESPEJOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	5	1	A656-70	6.350	2955x1450	1	270	270

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 14: TRASLAPE DE PLANCHAS EN OCTAVO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N° (j)	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS	
			CODIGO/MATERIAL/GRADO	ESPEJOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)
1	8	PANEL - 1	ASTM A656 - 70	9.525	2955 X 1450	1	270	270

Fuente: Elaboración propia.

Se verificó y registró el torque de las planchas a 35 lb-ft durante el montaje del casco de acuerdo a lo indicado por el fabricante del tanque.

CUADRO N° 15: TORQUE DE PERNOS EN QUINTO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (j)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD D (Und)	TORQUE	
				CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbs - Pies)	REAL (Lbs - Pies)
1	5	PANEL - 1	V- 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	104	35	35
2	5		H - 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	35	35
3	5		I - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	3	30	30

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 16: TORQUE DE PERNOS EN OCTAVO ANILLO

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (j)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE	
				CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbs - Pies)	REAL (Lbs - Pies)
1	8	PANEL - 1	V- 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	106	35	35
2	8		H - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	19	35	35
3	8		H ^{II} - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	35	35	35
4	8		I - 1	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	30	30
5	8		I ^{II} - 1	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35
6	8		C - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	6	35	35
7	8		S - 1	A 490 - 8	1/2 X 2"	8	30	30
8	8		S ^{II} - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	8	35	35

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las actividades realizadas se verificó y registró en los protocolos de calidad lo siguiente:

- El material de las planchas no están dañadas cumple con los requerimientos del cliente y especificaciones para realizar su instalación.
- Distribución de planchas correctamente según planos de ejecución para la instalación del fondo del tanque.
- Se realizó la aplicación de Sikaflex 1A para los traslapes de planchas con tiempo de secado de 1 hora.
- Se realizó el ajuste con llaves y herramientas, cumpliendo el valor determinado de 35 lb-ft.
- Se verificó la colocación de capuchones en todos los pernos de los anillos N°3 a la N°8 del casco del tanque.

Para mayor detalle se adjunta anexos: **Protocolos y registros**

✓ **Sellado perimetral de base en fondo y casco**

Limpieza de borde perimetral de fondo

Se verificó la limpieza de manera que al instalar la última virola (8vo anillo) no exista ningún problema con el sellado del Sika flex 1A y obtener la adherencia deseada.

Sellado en fondo y casco

Se realizó el sellado con el aplicador Sikaflex 1A, sobre el contorno perimetral entre el fondo y los paneles del 8vo anillo, generando un espesor de sellado de 2cm a 3 cm. En esta zona se puede considerar la más crítica de la instalación de los paneles, de manera que la aplicación de los sellantes elástico Sikaflex 1A debe ser más consistente en esta zona.

De acuerdo a los trabajos de montaje mecánico se elaboró los registros que sustentan la correcta instalación y montaje del tanque empernado de almacenamiento de lo siguiente:

- Registro de colocación de planchas para fondo de tanque.
- Registro de colocación de planchas del anillo del tanque – Anillo 1 al anillo 8.
- Registro de torque – Ménsulas entre Domo & Anillo 1.
- Registro de montaje de Domo – Ménsulas entre Domo & Anillo 1.
- Registro de montaje de Domo.
- Registro de limpieza de tanque.

✓ **Montaje de accesorios complementarios (escaleras, regleta de nivel, boquillas, tuberías).**

Se realizó las actividades de montaje de los accesorios del tanque de almacenamiento considerando:

Montaje de boquillas de casco

Se realizó la instalación de las boquillas sobre el casco conforme a las actividades siguientes:

- Limpieza de traslape empernada con thinner.
- Alineamiento entre panel o planchas.
- Aplicación de Sellante elástico Sika flex 1A, de manera ondulatoria y circular.
- Colocación de pernos 1/2"x 1 3/4" y 1/2"x2".
- Pre-curado de sellante elástico durante un tiempo de 60 min aproximado.
- Ajuste con pistola eléctrica y herramientas.

De acuerdo a las actividades realizadas se verificó y registro lo siguiente:

- Se verificó la ubicación correcta de las boquillas colocados al casco de tanque según planos y especificaciones.
- Se verificó el correcto torque de pernos en 40 lb-ft.
- Se realizó la limpieza del área respectiva después de la colocación de boquillas.
- Se verificó la colocación de boquilla de entrada 30" (N1)

FIGURA N° 43: BOQUILLA PARA LINEA DE ENTRADA 30"

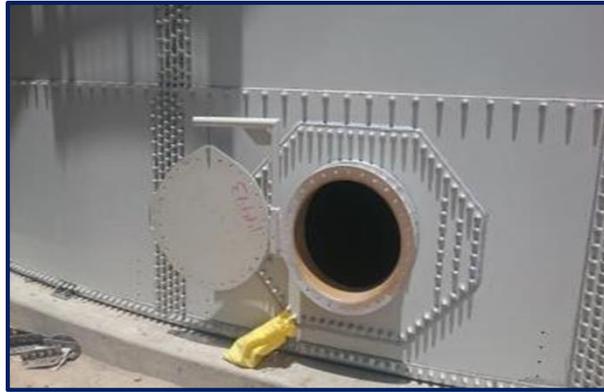


Fuente: Elaboración propia.

- Se verificó la colocación de boquilla de salida 30" (N2)

- Se verificó la colocación de boquilla Manhole de casco 24" (MH1)

FIGURA N° 44: MANHOLE DE 24"



Fuente: Elaboración propia.

- Se verificó la colocación de boquilla de reserva de 8" (N3)
- Se verificó la colocación de boquilla de salida 8" para tubería contra incendio- hidrante (N4)
- Se verificó la colocación de boquillas de salida 4" para tubería contra incendio- existente (N5).
- Se verificó la colocación de drenajes y sumidero 12" (D1).

Montaje de boquillas de techo

De acuerdo a las actividades realizadas se verificó y registró lo siguiente:

- Se verificó la ubicación correcta de los accesorios colocados al domo de tanque.
- Se verificó la colocación de boquilla de toma para medición de 4" (N6).
- Se verificó la colocación de boquilla para conexión de indicador de nivel (N7).
- Se verificó la colocación de boquilla para conexión de cables guías de regleta de 1 ¼" (N8A/B).
- Se verificó la colocación de boquilla para sensor de nivel de 3" (N9).

- Se verificó la colocación de boquilla para reserva con brida ciega 6” (N10).
- Se verificó la colocación de boquilla para venteo del tanque de 24” (NH2).

FIGURA N° 45: BOQUILLAS DE TECHO DOMO



Fuente: Elaboración propia.

Montaje de regleta y bolla del tanque

De acuerdo a las actividades realizadas se verificó y registro lo siguiente:

- Se verificó la colocación de clips para soporte de regleta según planos del proyecto y especificaciones técnicas.
- Se verificó la colocación y alineamiento de la regleta de medición según planos del proyecto.
- Se verificó la colocación de marcador de la regleta.
- Se verificó la Instalación de la bolla según especificaciones técnicas.
- Se verificó la colocación de una tubería y dos codos galvanizados para el alambre de marcador.
- Se verificó la ubicación correcta de la regleta y bolla en el domo y pared del tanque según planos y especificaciones técnicas.
- Se verificó la ubicación y distancia de la bolla respecto al fondo del tanque con una altura de 15cm.

FIGURA N° 46: REGLETA DE MEDICION DE NIVEL



Fuente: Elaboración propia.

Montaje de escaleras y plataforma del tanque

De acuerdo a las actividades se verificó y registro en el protocolo de calidad lo siguiente:

- Se verificó la ubicación correcta de la escalera instalado al casco del tanque según planos y especificaciones técnicas.
- Se verificó la instalación de escaleras helicoidal con baranda de seguridad de acuerdo a los planos del proyecto.

Instalación de silletas y pernos de anclajes

Se verificó la ubicación correcta de los anclajes y colocación de las silletas del casco del tanque, de acuerdo al plano mecánico del fabricante:

- Diámetro=1 ¼"
- Longitud= 99 cm
- Cantidad=64 unidades.
- Material: Recubrimiento galvanizado en caliente.
- Profundidad de anclaje en cimiento= 38 cm.

Además, se añadió en cada agujero de los pernos de anclajes, una resina química HIT-HY-200-A para el anclaje entre los pernos y cimentación del tanque.

FIGURA N° 47: SILLETA DE ANCLAJE EN TANQUE



Fuente: Elaboración propia.

✓ **Montaje de sensor de nivel y Lámpara LED**

Se realizó las actividades de montaje eléctrico e instrumentación en donde se contempla el dispositivo de medición de nivel de agua y una lámpara LED para iluminación en la regleta de medición, de manera que previo a ello, se efectuó lo siguiente.

Montaje de tuberías conduit y cajas conduit

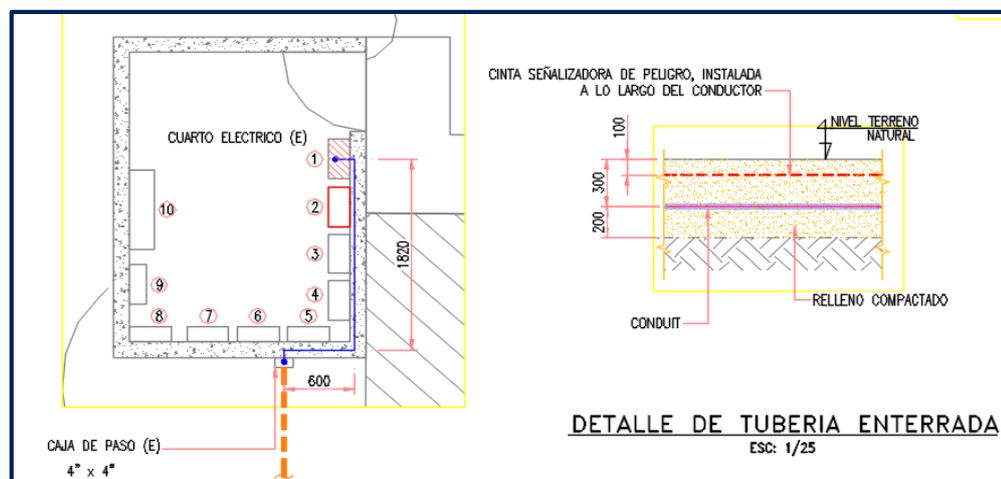
Se realizó la instalación de las tuberías conduit y cajas conduit para la colocación de los cables conductores del sensor de nivel y la lámpara LED de iluminación sobre el casco conforme a las siguientes actividades:

- Verificación de rutas de montaje.
- Ubicación de la tubería conduit en la ruta establecida por facilidad de instalación.
- Corte, doblado y roscado en tubería conduit rígida.
- Fijación y colocación de tubería conduit.
- Fijación y colocación de conduit.
- Sellado de unión de tubería conduit- conduit.

Las tuberías conduit de $\text{Ø}\frac{3}{4}$ " revestido de PVC se colocó desde el tablero número 1 y 5 del cuarto eléctrico donde se encuentra ubicada a 20 metros

aproximadamente hacia el tanque de almacenamiento, donde su instalación contempla de dos tramos de tuberías, uno hacia la lámpara LED que está colocado en la flecha de nivel de la regleta y el otro tramo hacia la instalación del equipo sensor de nivel ubicado en la parte superior del techo domo. Se anexa **P8: Plano SPCC N°4: Plano de Iluminación y canalización en regleta del tanque TK-02.**

FIGURA N° 48: INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT EN SALA ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia.

En todo el recorrido fue enterrado en 19.5 metros y solo por vía aérea de 6.5 metros donde esta sujetado a los canales unistrut cuyo apoyos tiene una separación de cada 1.5 metros. Además en la desviación o cambio de trayectoria de la tubería conduit, se colocó las cajas conduit tipo LL Ø3/4" con revestimiento de PVC.

De acuerdo a las actividades se verificó y registro lo siguiente:

- Se verificó que todas las tuberías conduit estén limpias.
- Se verificó que todo el recorrido del conductor se encuentre libre de obstáculos.
- Se verificó que los soportes sea fijados en la pared del tanque.
- Se verificó el proceso de sujeción de la tubería conduit, el cual garantiza un buen soporte de los cables conductores a instalarse.

FIGURA N° 49: SUJECION DE TUBERIA CONDUIT EN SALA ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia.

Montaje del registrador de nivel y lámpara LED

Montaje de estructuras para equipos e instrumentos

Para el montaje de equipos eléctricos se verificó lo siguiente:

- Se ubicó los equipos e instrumentos según el plano eléctrico del proyecto.
- Se colocó los accesorios y estructuras para el montaje tales como bases, soportes, elementos adicionales, etc.
- Se comprobó que todos los elementos sean de las dimensiones y distancias requeridas de acuerdo al plano eléctrico del proyecto.

Fijación de equipos e instrumentos

Una vez colocada las estructuras de sujeción de los equipos e instrumentos se fijaron a estas estructuras los equipos que se describe a continuación:

- Un transductor ultrasónico (sensor) ECHOMAX Siemens Modelo XPS-15 N° PBD/F6025029. Para mayor detalle se adjunta ficha técnica en anexos
- Un Display (registrador) del sensor de nivel Siemens SITRANS LUT 430. Para mayor detalle se adjunta ficha técnica en anexos

- Una lámpara tipo LED de 60 watt 120 VAC, 60 Hz y el soquete porta lámpara.

De manera que se registró lo siguiente:

- Se verificó que los equipos e instrumentos se encuentren sólidamente unidas a las estructuras de soporte y sujeción de tal forma que este no afecte a la lectura del Display del sensor de nivel.
- Se verificó la fijación al piso del soporte metálico del Display del sensor de nivel (transductor), instalado con la tubería flexible con sus conectores rectos tanto de ingreso como de salida de la caja de paso e instalación del soquete en la regleta para su lectura respectivamente.
- Se verificó que el sensor de nivel (transductor) este fijo sobre el techo del domo del tanque, de acuerdo a las distancias definidas en campo.

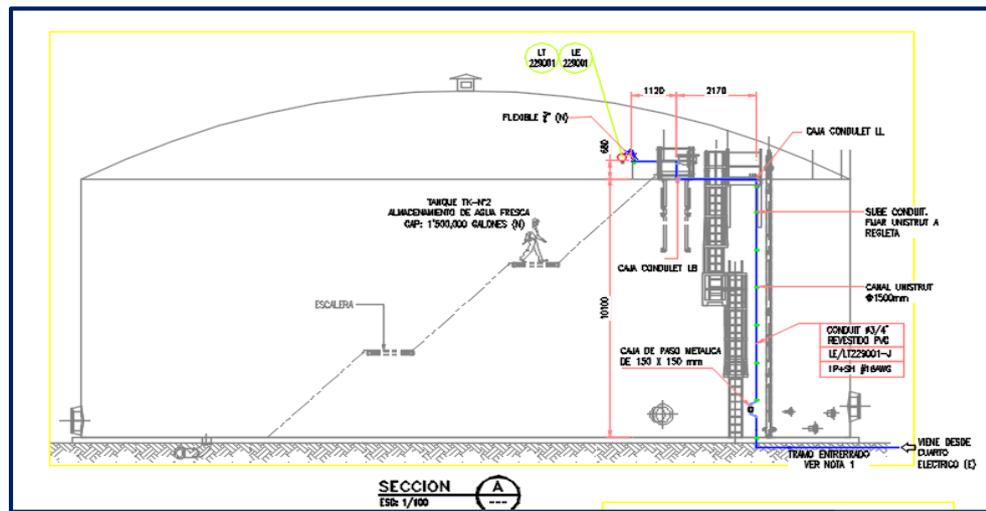
FIGURA N° 50: SOPORTE DE DISPLAY Y LAMPARA LED



Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle se adjunta plano **P9: Plano SPCC N°5: Plano de ubicación de instrumentos y canalización del sensor de nivel del tanque TK-02.**

FIGURA N° 51: SOPORTE DE TRANSDUCTOR SOBRE EL TECHO DOMO



Fuente: Elaboración propia.

4.6.3. Fase 3: Pruebas en el tanque

De acuerdo a la especificación técnica que solicita el SPCC, se consideró realizar las pruebas de torque en las boquillas del tanque de almacenamiento, de manera de garantizar la hermeticidad del sistema de almacenamiento del tanque.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificación técnica de montaje y prueba del tanque por SPCC.**

✓ Prueba de torque de bridas en válvulas

Torque en bridas de válvulas

De acuerdo a las actividades se verificó y registro lo siguiente:

- Se verificó la calibración del torquimetro antes de la aplicación del mismo.
- Se verificó las especificaciones de material, librajés o clase de la línea de proceso.
- Se verificó el alineamiento entre ambos bridas para el ajuste respectivo.
- Se verificó la especificación de materiales de los espárragos y tuercas.

- Se verificó las tablas de los librajes (lb-ft) ejercido sobre los espárragos y tuercas de cada brida de las válvulas, de acuerdo al diámetro y presión de operación de los catálogos de las válvulas del fabricante.

De acuerdo a lo descrito anterior, se lista los fabricantes de los diferentes tipos de válvulas que forma parte del servicio de las líneas de agua conectada al tanque de almacenamiento:

- Válvula de mariposa tipo doble brida de 30" clase 150 Marca BRAY con dispositivo de ajuste gradual de palanca entre la boquilla de 30" para línea de entrada y salida de 30" al tanque de almacenamiento.
- Válvula de compuerta de 8" y 4" Marca VIZA clase 150, para línea de reserva y SCI para hidrante.
- Válvula de compuerta de 12" Marca REX clase 150, para línea de drenaje.

FIGURA N° 52: TORQUE PARA BRIDA DE VALVULA DE 8"

		Stem Data & Operation Torques																					
		Gate Valve																					
CLASS	ITEM	VALVE SIZE																					
		2"	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	26"	28"	30"	32"	36"	40"	42"	48"	
150	Stem Thread O.D.	3/4"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 3/4"	2 3/4"	3"	3 1/4"	3 3/8"	3 3/4"	
	Thread Per Inch	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
	Pitch (in)	0.167	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5	0.5	0.5	0.5
	Turns to Open	16	19	18	24	34	36	44	52	44	53	58	64	75	81	88	94	99	74	84	88	98	
	Torque (N.m)	16	18	24	38	76	111	182	269	325	435	565	748	1256	1411	1587	1935	2127	3239	4193	4802	6480	
300	Stem Thread O.D.	3/4"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/8"	2 1/2"	2 3/4"	2 3/4"	3 1/4"	3 1/4"					
	Thread Per Inch	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2					
	Pitch (in)	0.167	0.167	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5	0.5					
	Turns to Open	17	19	18	24	26	36	44	40	45	53	58	64	76	80	88	64	68					
	Torque (N.m)	23	26	35	55	159	291	458	661	810	1088	1430	1778	2823	3580	4115	5866	6620	8410				
600	Stem Thread O.D.	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 7/8"	2"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 3/4"	3"									
	Thread Per Inch	6	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	2										
	Pitch (in)	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5									
	Turns to Open	17	16	18	24	27	27	33	40	45	53	58	64	51									
	Torque (N.m)	35	47	70	122	406	641	1023	1508	2098	2816	3038	3981	6896									
	Stem Thread O.D.	1"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/4"	1 5/8"	1 7/8"	2 1/8"	2 1/4"														

Fuente: catálogo de válvula VIZA

FIGURA N° 53: TORQUE PARA BRIDA DE VALVULA DE 30”

Bray Resilient Seated Butterfly Valves – Seating & Unseating Torques

Series 32/33, 35/36 Torques Imperial (Lb-Ins)

Valve Size Inches	32, 35 - Max ΔP = 75 psi				33, 36 - Max ΔP = 150 psi			
	0 psi	25 psi	50 psi	75 psi	0 psi	50 psi	100 psi	150 psi
Class B								
General Service								
(Imperial)								
24	6,700	8,100	9,500	10,900	10,500	15,000	19,500	24,000
26	7,900	9,800	11,700	13,600	12,400	18,400	24,400	30,400
28	9,200	11,600	14,000	16,400	14,200	21,700	29,200	36,700
30	10,400	13,300	16,200	19,100	16,100	25,100	34,100	43,100
32	11,700	15,600	19,400	23,300	18,400	29,700	41,100	52,400
34	13,500	18,500	23,500	28,500	20,950	34,750	48,600	62,400
36	14,300	20,100	25,900	31,700	23,000	39,000	55,000	71,000
40	18,200	26,200	34,100	42,000	24,300	46,300	68,300	90,300
42	20,200	29,200	38,200	47,200	25,000	50,000	75,000	100,000
44	20,800	32,500	44,200	55,800	26,700	56,700	86,700	118,300
48	22,000	39,000	56,000	73,000	30,000	70,000	110,000	150,000
54	41,500	73,500	105,500	138,000	56,300	131,000	173,000	282,000
60	55,500	98,200	141,000	184,800	75,100	174,500	208,000	376,000
66	115,700	159,400	203,200	247,000	161,500	277,500	393,400	509,400

Fuente: catálogo de válvula BRAY

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

FIGURA N° 54: VALVULA MARIPOSA DE 30” EN LINEA DE DESCARGA



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 55: VALVULA DE COMPUERTA DE 8" PARA LINEA CONTRA INCENDIO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 56: VALVULA DE COMPUERTA DE 4" PARA LINEA CONTRA INCENDIO



Fuente: Elaboración propia.

✓ **Llenado de tanque y prueba hidrostática**

Llenado de tanque

De acuerdo a la recomendación de llenado por el fabricante de CST industriales y en este tipo de tanques empernados se realizará el llenado durante 5 días el cual equivale a 120 horas de continuo ingreso de caudal hacia el interior del tanque.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Especificaciones técnicas del fabricante-Correo Web.**

De manera de cumplir la razón de llenado de 1 metro cada 12 horas se consideró los siguientes datos.

CUADRO N° 17: CALCULO DE VOLUMEN DE TANQUE PARA LLENADO

Característica y dimension	
Diametro interior (m)	27.285
Area (m2)	584.71
Altura total (m)	10.325
volumen (m3)	6,037.09
volumen Util (m3)	5,764.00

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 18: CALCULO DE RAPIDEZ DE ASCENSO PARA LLENADO

Datos de medicion	
Volumen (m3)	5,764.00
Duracion (dia)	5
Duracion (hr)	120
Caudal (m3/hr)	48.03
Q/A=v (m/hr)	0.082149501
V (cm/Hr)	8.21

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del tanque de almacenamiento de agua de 5800 m³ de capacidad se tendrá una rapidez de ascenso de nivel de v= 8.2 cm/hr recomendable a realizar el llenado y en cumplimiento a lo especificado, se tomaron los datos en campo.

FIGURA N° 57: LLENADO DE AGUA EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

Además es importante que la razón de ingreso de caudal sea regulada y controlada en la apertura - cierre de la válvula mariposa de 30" por un operario, registrando los números de vueltas de la volante de la válvula de 30", debido que esta válvula no tiene un sistema de control e instrumentación, es necesario que la rapidez de ascenso de nivel se encuentre en este ratio de 8cm a 10 cm por hora de llenado y cumplir con lo especificado por el fabricante.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

FIGURA N° 58: APERTURA DE VALVULA MARIPOSA DE 30"



Fuente: Elaboración propia.

Medición de altura

Durante la etapa de llenado se realizó la medición con la regleta de nivel el cual está instalada y calibrada de acuerdo al posicionamiento de la bolla ubicada al interior del tanque.

Prueba hidrostática

Durante el llenado del tanque uno de los más críticos en ocurrir un lagrimeo o fuga de agua es en la parte comprendida entre el fondo y último anillo del casco. De manera que se inspeccionó continuamente en esta zona, ya que a medida que el tanque se llenaba las presiones al interior aumentaba por tener una mayor altura de columna de agua.

FIGURA N° 59: BORDE PERIMETRAL ENTRE FONDO Y CASCO



Fuente: Elaboración propia.

En la culminación del llenado del tanque se revisaron los registros topográficos de asentamiento y los de inspección de fuga en la prueba hidrostática, dando la conformidad de las pruebas realizadas y quedando por cuenta de SPCC la disposición del líquido.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

Nota: Cabe resaltar si bien el tanque está diseñado para almacenar agua a una altura de operación de $h = 9.8$ metros para alcanzar los 5800 m^3

deseados, solo se obtuvo una altura de $h=7.46$ metros, debido a que el tanque N°02 están conectados por VASO COMUNICANTE al tanque TK-F1, es decir que actualmente el tanque TK-F1 opera a una altura de $h= 7.4$ a 7.65 metros según su regleta de medición ($h=24$ ft).

✓ **Prueba de continuidad y resistencia de aislamiento**

Tendido de conductores eléctrico e instrumentación

Antes de proceder inicialmente con la instalación de los cables de control y fuerza, se revisó las condiciones constructivas y de instalación de los conduit para la colocación de los cables de energía.

Se procedió con el tendido del cable de instrumentación y el de fuerza el cual se efectuó manualmente mediante guía pasa cable en los ductos y cajas conduit donde van alojados los conductores.

Durante el tendido de conductores se tuvo cuidado de no dañar la capa protectora exteriormente, así como de no maltratar el conductor.

Prueba de continuidad en cables de energía de sensor y lámpara LED

Antes de energizar los circuitos de control e iluminación, todos los componentes de los circuitos deben ser inspeccionados para verificar que su instalación es la adecuada para el servicio que van a tener. Todos los circuitos de campo fueron inspeccionados para verificar su continuidad el cual se consideró los siguientes pasos:

- Se revisó los planos eléctricos y de conexionado.
- Se desenergizó todos los circuitos de control e iluminación que se van a probar. Se desconectaron ambos extremos del cable y aislaron provisionalmente de la fuente de tensión.
- Se calibró y revisó todas las herramientas, cables puente e instrumentos antes de iniciar la prueba.

Antes de la prueba se inspeccionó visualmente la integridad física de los cables de control así como su correcta instalación, verificando distancias entre éstos y los cables de fuerza.

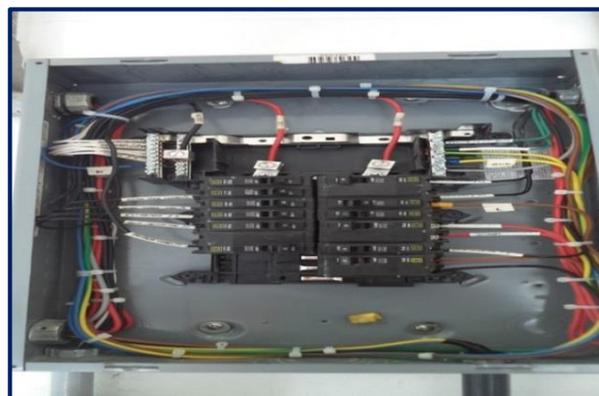
De acuerdo a las actividades se verificó y registró lo siguiente:

- Se verificó en los diagramas lógicos y mediante inspección visual si otros sistemas no serán indirectamente afectados durante la prueba de cada circuito.
- Se preparó en un extremo un cable corto con terminales tipo cocodrilo, con éste se realizó un puente entre el conductor a ser probado y un conductor de referencia (que puede ser tierra).
- En el otro extremo del cable se colocó las puntas del multímetro en el conductor probado y en la referencia.
- El multímetro digital estuvo preparado para medir resistencia.

Concluidas las pruebas en todos los circuitos de control e iluminación de los planos, se realizó el registro con la firma del responsable y la fecha de término.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

FIGURA N° 60: TABLERO DE DISTRIBUCION EN SALA ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia.

Prueba de resistencia de aislamiento

Se realizó los requerimientos generales previo a la prueba de resistencia de aislamiento conforme a las siguientes actividades:

- Se seleccionó el equipo de prueba con el voltaje DC de salida apropiado. Registrado este dato en el protocolo de prueba.
- Se conectó a tierra sólidamente la estructura exterior del equipo a ser probado.
- Se desconectó todos los equipos externos que puedan estar conectados y que puedan afectar los resultados de la prueba (capacitores, etc.).
- Se descargó el equipo a tierra antes de empezar la prueba.

Antes de la prueba, se limpió en lo que sea posible el equipo que va a ser probado.

- Se descargó el equipo de prueba de resistencia de aislamiento (megómetro).
- Conectar las puntas de prueba (debe procurarse aprovisionarse de puntas de prueba tipo cocodrilo aparte de las que vienen con el equipo de prueba).
- Se seleccionó el voltaje apropiado de prueba en el equipo de resistencia de aislamiento (megómetro) de acuerdo a las instrucciones y manuales del fabricante.

En caso de no existir instrucciones acerca de la prueba en los manuales del fabricante, pueden tomarse los siguientes valores:

FIGURA N° 61: VOLTAJE PARA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Tensión Nominal	Tensión de prueba
AC/DC	DC
120-250 voltios	500 voltios
440-600 voltios	1000 voltios
2.5 - 4.16 kV	2500 voltios
Más de 4.16 kV	5000 voltios

Fuente: Elaboración VERSAC.

Si la resistencia de aislamiento decrece significativamente con el incremento de la tensión de prueba, puede ser un indicativo de las imperfecciones del aislamiento por la presencia de suciedad y humedad.

- Se desarrolló la prueba de acuerdo a lo recomendado por el fabricante del equipo. Se registró todos los datos en el formato del registro de prueba.
- Se descargó el equipo de prueba (megometro).
- Se desconectó las puntas de prueba.
- Prueba de resistencia de aislamiento de cables de fuerza y cables de control

De acuerdo a las actividades se verificó y registró lo siguiente:

- Se ubicó ambos extremos del cable a ser probado, asegurarse de separar las puntas en cada extremo para evitar contacto entre ellas y con otros equipos o la tierra misma.
- Se conectó el equipo de prueba (megometro) al cable de acuerdo a las instrucciones del fabricante del equipo de prueba.
- Se probó cada conductor (3 conductores en el caso de un circuito monofásico y con su cable a tierra) con respecto a los otros y a tierra (A-B

(fase-fase), A-Tierra y B-Tierra) durante un minuto y registrar los valores leídos en el formato de registro de pruebas de cables de fuerza.

- Se conectó a tierra sólidamente la estructura exterior del equipo a ser probado.
- Una vez concluida cada prueba, descargar el equipo y el instrumento a tierra.

Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Protocolos y registros.**

4.6.4. Fase 4: Puesta en operación

Para dar funcionamiento al tanque se puso en operación el sensor para el control de nivel y evitar el sobrellenado que podría generarse durante la operación del tanque para ello se realizó y verificó lo siguiente:

✓ Conexión del Display del sensor de nivel SITRANS LUT 430 SIEMENS

Primero se comprobó que el tipo de instrumento fue el requerido según especificaciones. Antes del conexionado del Display del sensor de nivel se inspeccionó el correcto montaje de las estructuras de sujeción y soporte del Display con el fin de:

- Evitar dañar el Display del sensor de nivel.
- Se garantizó el buen conexionado de la caja de bornes del Display con los conductores seleccionados.
- Se comprueba el funcionamiento óptimo del Display sensor de nivel.

Del tablero de distribución de control de 120 voltios se energiza al sistema del sensor de nivel, sale 3 conductores de los cuales uno es la fase, el otro es el neutro y el último cable es la tierra. El interruptor unipolar de 1x20 amperios sirve para energizar y desenergizar el sistema de control de nivel,

ubicado en el lado izquierdo del tablero distribución de control al interior de la sala eléctrica.

FIGURA N° 62: CONEXIONADO DEL DISPLAY AL TABLERO DE CONTROL EN SALA ELECTRICA



Fuente: Elaboración propia.

✓ **Conexión del transductor ultrasónico XPS-15 SIEMENS**

Primero se comprobó el tipo de instrumento sea el requerido según especificaciones.

Antes del conexión del Transductor Ultrasónico Siemens, se inspeccionó el correcto montaje de las estructuras de sujeción y montaje del Transductor Ultrasónico Siemens en la tapa del domo del tanque con el fin de:

- Evitar dañar el Transductor Ultrasónico Siemens.
- Garantizar un buen conexión de las terminaciones con las borneras con los conductores seleccionados.
- El funcionamiento óptimo del Transductor Ultrasónico Siemens.

El cableado del transductor ultrasónico Siemens salen 3 conductores de control de las cuales 2 son las fases y uno es la tierra, que van conectados al Display del sensor de nivel de agua.

FIGURA N° 63: IDENTIFICACION DE CONEXIONADO AL DISPLAY



Fuente: Elaboración propia.

✓ **Conexión de la Lámpara LED y su soquete**

Primero se comprobó la ubicación donde va lámpara según especificaciones antes del conexionado de la lámpara con su soquete y su protector para la lluvia, se inspeccionó el correcto montaje del soquete en la regleta del indicador de nivel del tanque emperrado con el fin de:

- Evitar dañar la regleta de medición.
- Garantizar un buen conexionado de las terminaciones del soquete de la lámpara.
- El funcionamiento correcto de la iluminación de la lámpara para visualizar la lectura de la regleta.

Se realizó la sujeción del soquete con pernos, luego su cableado que va directamente desde el soquete a través de la tuberías conduit llegando finalmente al tablero de distribución que se ubica en el cuarto eléctrico, va conectado una fase al interruptor unipolar de 1x15 amperios, la otra fase va al neutro del tablero y el cable a tierra a la carcasa del tablero.

En el tablero de distribución en el nivel de tensión de 120 voltios, se ubica en el lado derecho el interruptor unipolar de 1x15 amperios con el cual se puede encender y apagar la lámpara LED ubicado en la regleta del indicador de nivel.

Su función de la lámpara es estar encendido permanentemente todo el día iluminando la lectura de la regleta del nivel del agua del tanque empernado.

Se anexa P9: Plano **SPCC N°5: Plano de ubicación de instrumentos y canalización del sensor de nivel del tanque TK-02.**

FIGURA N° 64: CONEXIONADO DE LAMPARA LED



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las actividades se verificó y registró lo siguiente:

- Los cables no han sufrido daño durante la instalación.
- Los cables fueron identificados en cada terminal.
- Los registros de tendido en los cables fueron necesarios.
- Se revisó todas las propiedades inherentes al cable de instrumentación.
- Se verificó la continuidad e identificó cada cable.
- La inspección visual fue un aspecto general de aceptación de los trabajos ejecutados.

✓ **Entrega de Dossier de Calidad y cierre de obra**

Para el cierre de obra y acta de conformidad se realizó las coordinaciones administrativas y entrega de dossier de calidad contemplando los documentos siguientes:

- Los planos As built.
- Procedimientos de calidad del montaje y pruebas.
- Levantamiento de observaciones o Punch List.
- El Dossier de calidad (incluye los registros y protocolos de calidad)
- El cuaderno de obra.
- Entrega de los materiales que sobraron para el montaje mecánico y eléctrico del tanque de almacenamiento de agua.

De manera que se tiene terminado el montaje electromecánico del tanque de almacenamiento para el suministro de agua hacia la planta concentradora previa coordinación con el área de recursos hídricos de la Mina Toquepala de SPCC.

V. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO

Análisis estratégico

De acuerdo al trabajo realizado podemos hacer un comparativo técnico-económico de la realización del montaje y pruebas del tanque empernado de almacenamiento de agua y un tanque soldado de la misma capacidad para el almacenamiento respectivo.

Sabemos que un tanque de almacenamiento es costoso bajo la normatividad, legislación o práctica recomendada en que se realizará el diseño, durante la construcción y mantenimiento, además inclusive a las exigencias que se designe bajo las peticiones del propietario o cliente, alineado a sus especificaciones técnicas sea para sus diferentes procesos como sistema contra incendio, para almacenamiento de combustible, para almacenamiento de agua, para procesamiento de minerales y tratamiento de aguas residuales, etc.

También el costo de un tanque de almacenamiento dependerá de las condiciones de sitio, de las interferencias de los accesos, condiciones climáticas y de la lejanía para su montaje e instalación, entre otros aspectos.

En ese sentido se explicará que tanto difiere el costo para el montaje mecánico y pruebas del tanque empernado de almacenamiento y el tanque soldado con las siguientes consideraciones y partidas de las actividades del presupuesto adjunto.

Para la ejecución del proyecto del **MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DEL TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA 5800 m³** el costo directo sin incluir gastos generales y utilidades fue de **US\$ 394,661.66 dólares americanos**. Para mayor detalle se adjunta en anexos: **Presupuesto de Obra**

CUADRO N° 19: PRESUPUESTO DE TANQUE EMPERNADO

ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (US\$)	Parcial (US\$)
	MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE TK 5800M3 - MINA TOQUEPALA				394,661.66
1	OBRAS GENERALES	glb	1.00	76,533.69	76,533.69
2	OBRAS CIVILES	glb	1.00	75,813.74	75,813.74
3	OBRAS MECANICAS	glb	1.00	235,109.50	235,109.50
3.1	MONTAJE E INSTALACION DEL TANQUE EMPERNADO				216,354.72
3.1.1	Montaje e instalación del fondo (floor) del tanque	glb	1.00	30,749.99	30,749.99
3.1.2	Montaje e instalación del casco (shell) del tanque	glb	1.00	142,477.61	142,477.61
3.1.3	Montaje e instalación del domo del tanque	glb	1.00	38,162.73	38,162.73
3.1.4	Montaje e instalación de accesorios del tanque(manhole, boquillas, escalera, plataformas, e	glb	1.00	3,523.50	3,523.50
3.1.5	Prueba hidrostática del tanque	glb	1.00	1,440.89	1,440.89
3.2	MONTAJE DE TUBERIA				18,754.78
3.2.1	LINEA DE INGRESO DE 30" DE DIAMETRO (1010-200)	glb	1.00	114.90	114.90
3.2.2	LINEA DE SALIDA DE 30" DE DIAMETRO (1010-202)	glb	1.00	6,086.22	6,086.22
3.2.3	LINEA DE DRENAJE DE 12" DE DIAMETRO (1010-204)	glb	1.00	2,048.51	2,048.51
3.2.4	LINEA DE SISTEMA DE CONTRA INCENDIO DE 4" DE DIAMETRO (EXISTENTE)	glb	1.00	223.34	223.34
3.2.5	LINEA DE SISTEMA DE HIDRANTES DE 8" DE DIAMETRO (NUEVO)	glb	1.00	279.10	279.10
3.2.6	LINEA DE RESERVA DE 8" DE DIAMETRO	glb	1.00	279.10	279.10
3.2.7	OTROS (materiales para bridas)	glb	1.00	217.19	217.19
3.2.8	PRUEBAS COMPLEMENTARIA MECANICA				9,506.42
3.2.8.1	Prueba de cubicación, medición de Verticalidad y Redondez	u	1.00	6,100.00	6,100.00
3.2.8.2	Recubrimiento de planchas dañadas	m2	362.00	9.41	3,406.42
4	OBRAS ELECTRICAS	glb	1.00	4,269.48	4,269.48
5	OBRAS INSTRUMENTACION	glb	1.00	2,935.25	2,935.25
	COSTO DIRECTO EN DOLARES SIN IGV (US\$)				394,661.66

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró un presupuesto para el montaje mecánico de almacenamiento de agua en un tanque soldado de la misma capacidad y manteniendo los espesores de las planchas del casco y fondo de acuerdo a su diseño y costos referenciales, del cual se presenta a continuación lo siguiente:

El costo de montaje, pruebas y ensayo de un tanque soldado para el almacenamiento de agua, donde el costo directo referencial sin incluir gastos generales y utilidades es **US\$ 784,345.31 dólares americanos**.

CUADRO N° 20: PRESUPUESTO DE TANQUE SOLDADO

PRESUPUESTO DE TANQUE SOLDADO PARA ALMACENAR 5800 M3 AGUA					
item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (US\$)	Parcial (US\$)
1	COSTO POR FACILIDADES DE OBRA Y CIVIL				
1.1	Costo de obras generales	glb	1.00	76,533.69	76,533.69
1.2	Costo por obra civiles	glb	1.00	75,813.74	75,813.74
2	COSTO POR SUMINISTRO Y TRANSPORTE A OBRA				
2.1	Costo por suministro de materiales (techo + paneles) + fabricación + tratamiento su	kg	77,219.00	0.96	
2.2	Costo de techo domo + accesorio en domo	glb	1	156,000.00	
2.3	Costo de traslado de materiales hacia obra con camion plataforma	vje	15	3500	
3	COSTO POR MONTAJE DE TANQUE Y ACCESORIOS (BARANDA + BOQUILLAS Y S				
3.1	Costo por Presentación, armado y soldado del sumidero de fondo	glb	1	1,357.20	1,357.20
3.2	Costo por armado e instalacion de fondo	kg	18977	1.95	37,005.15
3.3	Costo por armado e instalacion de virola o anillo en casco	kg	58242	2.40	139,780.80
3.4	Costo por soldeo en el casco (anillo 1 hasta anillo 6), con junta a tope	mi	745.3428	177.08	131,983.81
3.5	Costo por anillo anular de fondo	glb	1	2,146.40	2,146.40
3.6	Costo por soldeo en el fondo y anillo de rigidez, con junta a filete	mi	298.13712	123.40	36,788.93
3.7	Costo por soldeo de boquillas de ingreso, descarga, manholes entre otros	glb	1	3,056.00	3,056.00
3.8	Costo PREFABRICADO E INSTALACION DE ESCALERA ESPIRAL DE TANQUES	mi	22.5	856.00	19,260.00
3.9	Costo PREFABRICADO E INSTALACION DE PLATAFORMA PERIMETRAL (BARANDA	kg	6730.74	3.50	23,557.59
3.10	Costo por armado y soldado de las silletas de anclaje	kg	750	3.50	2,625.00
3.11	Costo por biselado y apuntalamiento, trazo y corte plancha	kg	58242	0.58	33,809.48
3.12	Costo por rolado de plancha de casco	kg	58242	0.63	36,692.46
4	COSTO DE MONTAJE DE TECHO DOMO				
4.1	Costo por montaje de domo	glb	1	56,496.70	56,496.70
5	COSTO DE TRANSPORTE DE ACCESORIOS				
5.1	TRANSPORTE DE ACCESORIOS DE TANQUES (BOQUILLAS, MANHOLES)	glb	1	37543.84	37,543.84
6	COSTO POR PREPARACION SUPERFICIAL				
6.1	Costo por arenado m2	m2	2,343.82	7.95	
6.2	Costo por pintura en interior del tanque	m2	1,464.26	16.41	
6.3	Costo por pintura al exterior al exterior del tanque	m2	879.556046	13.81	
7	COSTO DE PRUEBA				
7.1	PRUEBA HIDROSTATICA DE TANQUES	glb	1	13120.83	13,120.83
7.2	PRUEBA DE DIESEL CALIENTE EN UNION FONDO- CILINDRO TANQUE	glb	1	1020.36	1,020.36
7.3	PRUEBA DE VACIO EN FONDO DE TANQUES	glb	1	2751.96	2,751.96
7.4	PRUEBA DE TINTE PENETRANTES EN CILINDRO DE TANQUES	glb	1	16755.00	16,755.00
7.5	PRUEBA DE VACIO EN TECHO DE TANQUE	glb	1	3451.96	3,451.96
7.6	PRUEBA NEUMATICA SOBRE PLANCHA DE REFUERZO MANHOLE Y ACCESORIOS	glb	1	1289.68	1,289.68
7.7	INSPECCION RADIOGRAFICA DE TANQUE (INC. DIAGNOSTICO)	glb	1	13500.00	13,500.00
8	ENSAYOS Y ESTUDIOS				
8.1	Costo por ESTUDIO DE VERTICALIDAD, REDONDEZ Y CUBICACION DE TANQUE (IN	glb	1	10,800	10,800.00
9	COSTO POR MONTAJE ELECTRICO E INSTRUMENTACION				
9.1	Montaje de equipos sensor, lampara led, tendido de cables (incluye pruebas y sum	glb	1	7,204.73	7,204.73
10	PUESTA A TIERRA Y PROTECCION CATODICA DE TANQUE				
10.1	Costos por pozo de puesta a tierra con caja de registro (incluye suministro e instal	glb	1	865.00	-
10.2	Costo de proteccion catodica (por anodos de sacrificio) por servicio de subcontra	glb	1	2,500.00	-
	COSTO DIRECTO EN DOLARES SIN IGV (US\$)				784,345.31

Fuente: Elaboración propia.

De manera que se realizó las consideraciones para dicho comparativo económicos:

- El costo de las obras civiles se mantuvo del montaje del tanque empernado y tanque soldado, pero con la salvedad que ahí sí puede haber alguna variación de los dos tanques dependiendo de los requerimientos del cliente.
- Se mantuvo los costos de montaje eléctrico e instrumentación debido que es independiente al montaje del tanque empernado y tanque soldado.
- Los costos de obras generales se mantuvo debido a que es independiente para el desarrollo del montaje del tanque empernado y tanque soldado.

En ese sentido se determinará en que puede influir el costo de ambos tanques y que tanto difiere en costo, de acuerdo al siguiente análisis:

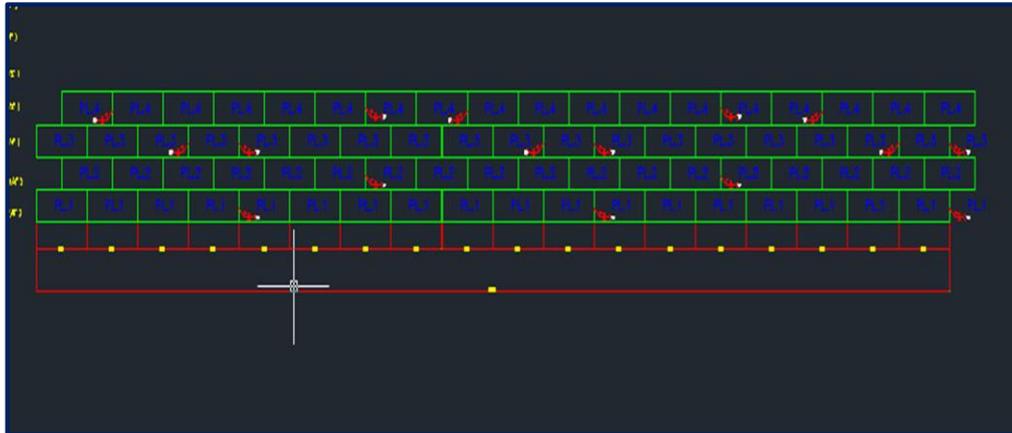
Por las pruebas y ensayos de un tanque soldado respecto a las pruebas de tanque empernado

Respecto a las pruebas y ensayos de un tanque soldado de almacenamiento en comparación a las pruebas de tanque empernado se puede mencionar lo siguiente:

Es aplicable las pruebas de ensayos no destructivos en un tanque soldado para detectar discontinuidades en la costura soldada, por tanto conlleva aplicar placas radiográficas sobre las intersecciones y cada junta soldada a tope sobre el casco del tanque de acuerdo a la norma aplicable como el API 650, etc.

De manera que influye en el costo del tanque soldado la cantidad de placas radiográficas, el cual es realizado por un subcontratista.

FIGURA N° 65: DISTRIBUCION DE PLANCHAS EN CASCO DE UN TANQUE SOLDADO



Fuente: Elaboración propia.

En un tanque empernado con sellado elástico las pruebas que se realiza es de torqueo controlado sobre los pernos instalados, el cual la única garantía es el de la propiedades de adherencia del sellante Sika flex 1A, considerando su tiempo de curado. De manera que el único costo que conlleva para su prueba es de mano de obra, materiales y herramientas.

Las pruebas hidrostáticas en ambos casos de los tanques soldados y tanque empernado para almacenamiento, es primordial y con mayor razón para el tanque empernado, de manera que los procedimientos de llenado de agua hacia el tanque es de mayor duración que el del tanque soldado. De manera que los costos influyen solo en la mano de obra y equipos complementarios.

Por el tiempo del montaje del casco en tanque empernado y tanque soldado:

- ✓ **Determinemos el costo de mano de obra de un tanque empernado**

Realizar el montaje e instalación de cada panel desde el 3er al 8vo de los anillos del casco se verificó que el rendimiento por panel a instalarse es:

01 panel del anillo por cada 15 a 20 minutos

De manera que el panel para trasladar, elevar, alinear e instalar se consideró una cuadrilla montajista de:

- 01 operador de camión grúa.
- 01 operario Rigger.
- 04 operarios montajistas.
- 02 oficiales montajistas.
- 01 ayudante montajista.

Es decir cada anillo del casco contiene 32 paneles:

$$\textit{T tiempo total por anillo} = 32 \times 20 \textit{ minutos} = 640 \textit{ minutos}$$

$$= \frac{640 \textit{ minutos}}{60} = 10.6 \textit{ horas}$$

Se tiene que por cuadrilla me demandará 10.6 horas para trasladar, elevar y colocar los paneles, es decir que 02 cuadrillas en 5 horas efectivas de trabajo se logra instalar un anillo, sin considerar las horas de trabajos preliminares como colocación de soportes, cambio de tecles, improductividad, etc.

De acuerdo a los datos tomados en campo, concluimos que un (01) día sería suficiente para lograr su instalación, pero por recomendación sería dable darse un (01) día de contingencia como rendimiento para futuros proyectos en este tipo de tanque de almacenamiento de agua tipo empernado.

En tal sentido tenemos del cronograma de actividades:

- Tiempo de duración para montaje de 3er anillo hasta el 8vo anillo del casco= 12 días.
- Tiempo de duración para instalación de paneles en fondo del tanque= 8 días.

- Tiempo de duración para montaje del 1er y 2do anillo tanque= 8 días. Incluye tiempo de facilidades para instalación de soportería de apoyo (bipodes y arriostres).

Se tiene que el tiempo total para el montaje e instalación de fondo y casco del tanque empernado es = 30 días.

CUADRO N° 21: COSTO HORARIO MANO DE OBRA

CONCEPTO		Operario Electrome cánico	Topógrafo	Operador Equipo Pesado	Operador Equipo Mediano	Operario montajista	Oficial montajista	Ayudante montajista
Jornal básico Diario		58.60	58.60	58.60	58.60	58.60	48.50	43.30
Bonificaciones								
Bonificación Unificada construcción		18.75	18.75	18.75	18.75	18.75	14.55	12.99
BAE		8.79	5.27	7.03	7.03	3.52	4.85	4.33
Movilidad Acumulada		7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
Overol		0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Costo diario S/LL.SS		93.94	90.42	92.18	92.18	88.67	75.70	68.42
Leyes Sociales		76.21	71.70	71.91	71.91	75.60	62.42	52.89
Jornal básico	114.48%	67.09	67.09	67.09	67.09	67.09	55.52	49.57
Bonificación Unificada co	11.70%	3.22	2.81	3.02	3.02	2.61	1.70	1.52
Bonificación Por Altitud		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Bonificación por derecho	7%	4.10				4.10	3.40	
Costo diario C/LL.SS	S/.	170.15	162.12	164.09	164.09	164.27	138.12	121.31
Costo horario C/LL.SS	S/.	21.27	20.27	20.51	20.51	20.53	17.27	15.16
Costo horario S/LL.SS	S/.	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	6.06	5.41
Costo horario C/LL.SS	US\$	6.45	6.14	6.22	6.22	6.22	5.23	4.59

Fuente: Datos de JR VERSAC

De acuerdo al cuadro se tiene el costo por mes de personal en obra a considerarse para la ejecución del montaje del tanque empernado.

CUADRO N° 22: COSTO DE MANO DE OBRA PARA TANQUE EMPERNADO

IZAJE E INSTALACION PANELES EMPERNADOS	COSTO	JORNAL	CANTIDAD	CUADRILLAS	COSTO DIA	DIAS	MESES	COSTO PARCIAL
OPERADOR CAMION GRU	6.45	10	1	2	129	30	1	3870
OPERARIO RIGGER	6.22	10	1	2	124.4	30	1	3732
OPERARIO MONTAJISTA	6.22	10	4	2	497.6	30	1	14928
OFICIALES MONTAJISTA	5.23	10	2	2	209.2	30	1	6276
AYUDANTE MONTAJISTA	4.59	10	1	2	91.8	30	1	2754
							COSTO TOTAL (US\$)	31,560.00

Fuente: Elaboración propia

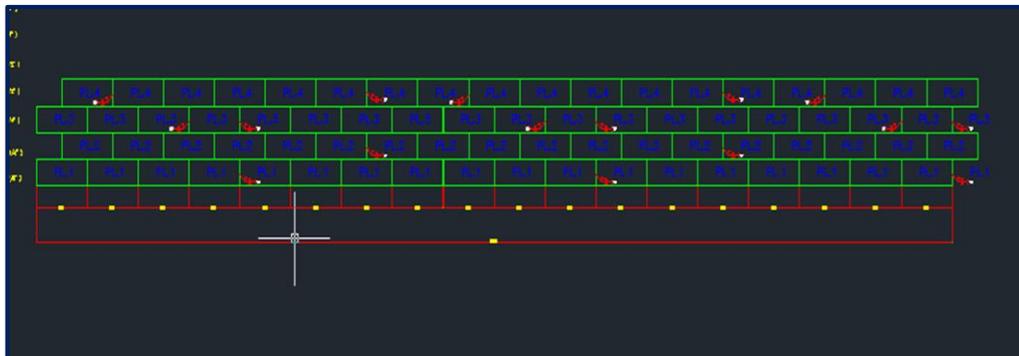
Cuyo costos por mes de personal mano de obra es de **US\$ 31, 560.00 dólares americanos** para la instalación de paneles en tanque emperrado para las dimensiones de almacenamiento.

- ✓ **Determinemos el costo de mano de obra de un tanque soldado.**

Una manera de determinar el tiempo es de acuerdo a la distribución de las planchas en fondo, casco y al formato de planchas teniendo la dimensión de 1.5mts x 6.000mts. De acuerdo a la dimensión del tanque:

- Diámetro interior= 27.285 metros
- Altura nominal= 10.261 metros.

FIGURA N° 66: JUNTAS EN PLANCHA DE CASCO DE TANQUE SOLDADO



Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de metros lineales de juntas soldada:

- Junta a tope en casco=745 metros
- Junta en fondo=298 metros.
- Metrado (Junta total) = 1,043 metros.

Realizar el montaje y soldeo de cada plancha por virola o anillo del casco, se tiene como rendimiento de referencia datos experimentales de la empresa JR VERSAC de lo siguiente:

Ratio por junta soldada por dia = 3 metros

Nota: este dato se considera de acuerdo al espesor, al lugar de trabajo, entre otros factores.

Considerando una cuadrilla de soldador y operarios de:

- 01 operario soldador
- 01 operario calderero
- 01 oficial montajista
- Montajistas para izaje.

Es decir el tiempo en días para realizar el soldeo por metro lineal de una (01) cuadrilla.

$$\frac{1043 \text{ metros lineal}}{3 \text{ metros lineal /dia}} = 348 \text{ dias}$$

Considerando cuatro cuadrillas para reducir el tiempo de ejecución de soldeo:

$$\frac{1043 \text{ metros lineal}}{12 \text{ metros lineal/dia}} = 87 \text{ dias}$$

Se tiene que para realizar el soldeo y montaje de cada plancha demandará con 04 cuadrillas la duración de 90 días (03 meses) para las dimensiones del tanque de almacenamiento, el cual representa en costo de mano de obra de **US\$ 158,634.00 dólares americanos.**

CUADRO N° 23: COSTO DE MANO DE OBRA EN TANQUE SOLDADO

SOLDEO DE JUNTA EN PLANCHA	COSTO	JORNAL	CANTIDAD	CUADRILLAS	COSTO DIA	DIAS	MESES	COSTO PARCIAL
OPERARIO SOLDADOR	7.74	10	1	4	309.6	30	3	27,864.00
OPERARIO MONTAJISTA	6.22	10	1	4	248.8	30	3	22,392.00
OFICIAL MONTAJISTA	5.23	10	1	4	209.2	30	3	18,828.00
IZAJE CON GATEO								
OPERARIO MONTAJISTA	6.22	10	8	1	497.6	30	3	44,784.00
OFICIALES MONTAJISTA	5.23	10	6	1	313.8	30	3	28,242.00
AYUDANTE MONTAJISTA	4.59	10	4	1	183.6	30	3	16,524.00
							COSTO TOTAL (US\$)	158,634.00

Fuente: Elaboración propia.

Concluimos que en efecto, de la siguiente comparación:

- Costo por mano de obra para montaje de tanque empernado para el tiempo de montaje es US\$ 31, 560.00 dólares americanos.
- Costo por mano de obra para montaje de tanque soldado para el tiempo de montaje es de US\$ 158,634.00 dólares americanos.

Resulta en tiempo demorar 3 veces más en realizar el montaje de un tanque soldado con referencia al tiempo del montaje del tanque empernado almacenando la misma capacidad de agua.

Respecto al costo de mano de obra para el tanque soldado es más costoso por el periodo de montaje de manera que es 5 veces más que el costo de mano de obra de un tanque empernado por su periodo de ejecución.

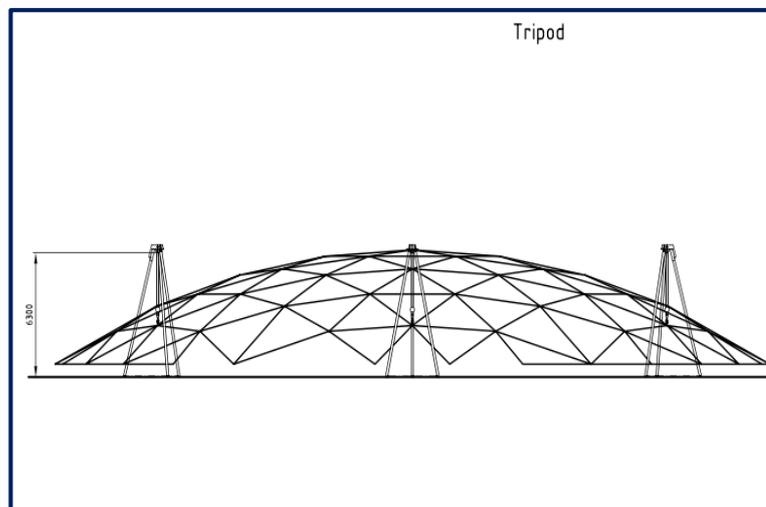
Por el costo del montaje del techo domo

Si queremos determinar cuánto nos cuesta por el día realizar la elevación del techo domo en un tanque empernado, tenemos lo siguiente:

- Se realizará la elevación con los 08 trípodes incluido los tecles de cadena de 5 toneladas sobre el nivel del piso además de facilidades con camión grúa de 6.7 toneladas, de acuerdo al capítulo 4.6 Fases del proyecto, el cual el costo por cada equipo y herramienta es:
 - Costo de adquisición de tecles 5 toneladas (08 unidades) = US\$ 1,600.00 dólares.
 - Costo por día de alquiler de camión grúa 6.7 toneladas (01 unidad) = US\$ 456.00 dólares.
 - Costo por suministro de los 08 tripodes + accesorios = US\$ 3,000.00 dólares.

Para el montaje del techo domo del tanque empernado nos da un costo total de **US\$ 5,056.00 dólares** en herramientas y equipos que se incurre para solo elevar en un (01) día el techo domo autoportado sobre el casco.

FIGURA N° 67: ELEVACION DE TECHO DOMO EN TANQUE EMPERNADO



Fuente: Empresa VACONODOME

Para el montaje del techo domo autoportado en un tanque soldado se realiza de la siguiente manera:

- Sobre el nivel del piso hacia fuera y adyacente al tanque de almacenamiento con grúa telescópica.

Para determinar la capacidad de la grúa telescópica, dependerá de la ubicación de la grúa, accesos, el peso o carga a elevar, las distancias en separación y altura del tanque de almacenamiento en este caso del techo domo. El cual ello se realizará con tablas y con asesoría del proveedor del servicio de alquiler, el cual se determinó una grúa de 100 toneladas. De acuerdo a las condiciones técnicas dadas para nuestro comparativo.

Los costos a incurrir en un tanque soldado para el montaje del techo domo autoportado es el siguiente:

- Costos de alquiler de grúa telescópica por hora = US\$ 160. 0 dólares. El cual incluye costos de desmovilización y movilización entre otros conceptos.

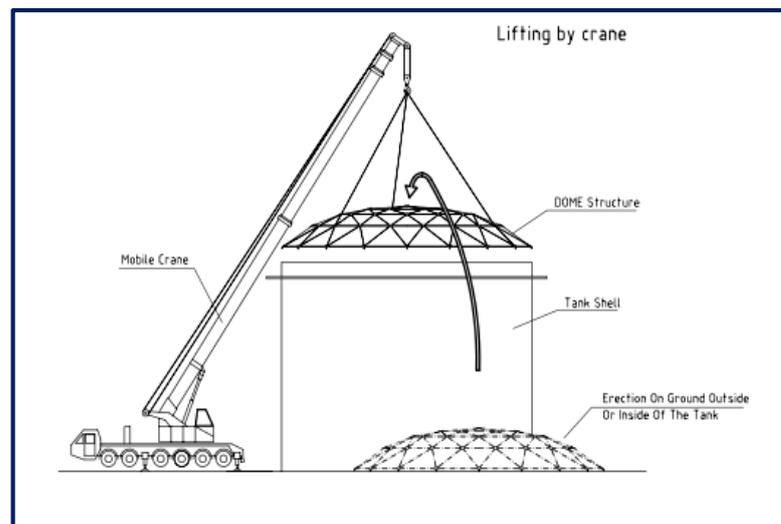
FIGURA N° 68: COTIZACION DE ALQUILER DE GRUA DE 100 TONELADAS

Item	Unid.	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	PARCIAL
1	Hrs.	Servicio alquiler de Grúa de 100 TN. de capacidad para realizar el montaje de 02 equipos estáticos de proceso (02 piezas Flare Stack bridados) a una altura de 40 a 45 mts respecto al NPT y un peso de 03 Tn. cada uno, en Planta de Fraccionamiento de Pisco ubicada en Ica. Por el lapso de 15 días Alcances: * Grúa Certificada. * Sin Combustible. * Sin elementos de izaje. * US\$125,00 Dólares la hora + IGV * Tiempo de alquiler 105 Horas mínimas x 15 días * Se consideran horas mínimas desde que el equipo se encuentra en obra hasta su retiro. * Ejecución del trabajo: Previa Coordinación. * Incluye mantenimiento preventivo y correctivo del Equipo. * El tareo diario se considera desde el momento que el operador se encuentra en obra hasta su retiro. * El equipo y personal cuentan con los seguros respectivos SCTR y TREC. * Incluye Operador Homologado	105	\$125,00	\$13.125,00
2	Hrs.	Rigger Homologado (Opcional)	120	\$6,50	\$780,00
3	Serv.	Movilización y desmovilización de Grúa de 100 TN.	2	\$3.500,00	\$7.000,00
3	Serv.	Movilización y desmovilización de Contrapesos	2	\$1.100,00	\$2.200,00
3	Días	Camioneta escolta	4	\$185,00	\$740,00
		Nota: - La alimentación, movilización y alojamiento de nuestro personal corre por cuenta del cliente Los domingos y feriados son considerados como horas hombre dobles. El costo no incluye los exámenes medicos.			
				Subtotal	\$23.845,00
Condiciones Generales:				I.G.V. 18%	\$4.292,10

Fuente: Empresa Grúa San Lorenzo- Arequipa

Para el montaje del techo domo del tanque soldado nos da un costo total de **US\$ 19,200.00 dólares** en alquilar la grúa que se necesita para solo elevar en un (01) día el techo domo autoportado sobre el casco. Sin considerar otros costos complementarios a ello, pero por el comparativo es lo que más influye.

FIGURA N° 69: ELEVACIÓN CON TECHO DOMO CON GRUA



Fuente: Empresa VACONODOME

Por ello se tiene que realizar el montaje del techo domo sobre un tanque empernado, de acuerdo al procedimiento de instalación es más barato (4 veces más económico) que realizar el montaje del techo domo en un tanque soldado. Del cual ello dependerá del procedimiento de montaje e instalación entre ambos tanques.

Dado el comparativo técnico y económico podemos decir lo siguiente:

- Dependerá del procedimiento que se aplique para su ejecución, las pruebas que se asigne, la mano de obra y herramientas que se utilice.
- La diferencia en costo entre un tanque de almacenamiento empernado y un tanque soldado, considerando las mismas capacidades y condiciones, es de **US\$ 389,683.65 dólares**.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con los registros y protocolos elaborados y aprobados se garantiza que el montaje mecánico y eléctrico del tanque empernado de almacenamiento está conforme para su puesta en operación con el fin de suministrar 5800 m³ de agua hacia la planta concentradora de la Mina Toquepala.
- Se cuantificó los recursos de manera que es conforme a los planos de detalle de ingeniería para montaje electromecánico del tanque de almacenamiento y además se elaboró los registros civiles.
- Se elaboró los registros y protocolos del montaje de acuerdo a los manuales, especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante de manera que se garantizó su integridad y calidad del tanque de almacenamiento para suministrar los 5800 m³ de agua hacia la planta concentradora.
- Las pruebas realizadas al tanque de almacenamiento fueron presentados y aprobados, garantizando el adecuado montaje mecánico y eléctrico emitiéndose los protocolos y registros de calidad.
- Se generó el registro de inspección del sensor de nivel para el funcionamiento del tanque de almacenamiento y suministrar agua hacia las líneas de sistema de protección contra incendio y líneas de supresión de polvo de la planta concentradora.

Recomendaciones

- Se debe realizar la revisión de todos los planos, especificaciones, packing list, procedimientos, etc. evitando la omisión de documentos técnicos importantes del cual podría generar algún impacto en tiempo, costo y de calidad de los trabajos durante el montaje electromecánico del tanque empernado de almacenamiento de agua.
- Debido a los beneficios del recubrimiento epoxico en polvo en el fondo, no sería necesario instalar un sistema de protección catódica, ya que su recubrimiento garantiza a largo plazo la protección contra la corrosión que pudiese presentar.
- Este informe de experiencia laboral es recomendable para futuros proyectos en este tipo de tanque empernado, proporciona los procedimientos, secuencia y detalles a seguir para los trabajos de montaje y pruebas. Además por los beneficios que se logra obtener en tiempo y costo.
- Colocar o compartir un pozo de puesta a tierra hacia el tanque empernado de almacenamiento sería suficiente ante posibles descargas atmosférica hacia el tanque. A menos que el cliente indique lo contrario.
- La exactitud con que se realizó el montaje garantiza la calidad de fabricación y trabajo de la empresa de CST INDUSTRIES, ya que no se presentaron mayores problemas durante los trabajos de montaje. Salvo algunas observaciones, que fueron corregidas.

VII. REFERENCIALES

- JIBAJA B. FERNANDO E. ***Estudio para el diseño y construcción de tanques de almacenamiento.*** Tesis de titulación. Ecuador. Universidad tecnológica Equinoccial. 2006.
- SUPERIOR TANK COMPANY. **Tanques atornillados de acero – económica protección contra incendios.** Disponible en: <https://superiortank.com/esp/?p=464>. Consultada en 5 de abril de 2017.
- SUPERIOR TANK COMPANY. **SCTI instala tanque de acero atornillado para protección contra incendios.** Disponible en: <https://superiortank.com/esp/?p=321>. Consultada el 19 de abril de 2017.
- TARSCO WARREN GROUP. **Tanques de almacenamiento de agua residuales.** Disponible en: <http://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-aguas-residuales>. Consultada el día 19 de abril del 2017.

VIII. ANEXOS Y PLANOS

Anexos:

- A1: AWWA D-103-97 Factory – Coated Bolted Carbon Steel Tanks for Water Storage
- A2: Cronograma de proyecto.
- A3: Especificaciones de montaje y prueba de SPCC.
- A4: Protocolos y registros de montaje y pruebas.
- A5: Especificaciones técnicas del fabricante - Correo web
- A6: Etapas de llenado para TK N° 02 de agua fresca de 5800m³.
- A7: Especificación técnica tecla de cadena 5 toneladas.
- A8: Ficha técnica de Sellante elástico Sika flex 1A.
- A9: Presupuesto de obra.
- A10: Ficha técnica de sensor y Display.

Planos:

- P1: Plano SPCC N°01: Plano de ubicación y vista de planta del tanque TK-02.
- P2: Plano SPCC N°02: Cimentación tanque- Encofrado y armadura del tanque TK-02.
- P3: Plano SPCC N°3: Tuberías y conexiones hacia el tanque TK02
- P4: Plano CST N°1: Plano general dimensión del tanque empernado de almacenamiento y techo domo del tanque TK02.
- P5: Plano CST N°2: Casco – Vista de elevación y detalles del tanque TK02.
- P6: Plano CST N°4: Casco- Detalle N°1 del tanque TK-02
- P7: Plano CST N°6: Casco- Boquillas del tanque TK-02
- P8: Plano SPCC N°4: Plano de Iluminación y canalización en regleta del tanque TK-02.
- P9: Plano SPCC N°5: Plano de ubicación de instrumentos y canalización del sensor de nivel del tanque TK-02.

ANEXO

Anexo N°1: Norma AWWA D103-97





NORMA AWWA

PARA
TANQUES DEPÓSITOS ATORNILLADOS RECUBIERTOS EN FÁBRICA PARA
ALMACENAMIENTO DE AGUA



Fecha de aplicación: 1 de febrero de 1988.

Primera edición aprobada por el Consejo de Directores AWWA: 28 de enero de 1980.

Esta edición aprobada: 15 de junio de 1997.

Aprobada por el Instituto Americano de Normas Nacionales (American National Standards Institute) el 1 de diciembre de 1997.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION

6666 West Quincy Avenue, Denver, Colorado 80235



ANSI/AWWA D103-97
(Revisión de ANSI/AWWA D103-87)

NORMA AWWA PARA TANQUES DE ACERO ATORNILLADOS RECUBIERTOS EN FÁBRICA PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA

SECCIÓN 1: GENERALES

Sección 1.1 Alcances

El propósito de esta norma es el de facilitar la fabricación, instalación u obtención de tanques de acero cilíndricos atornillados para el almacenamiento de agua.

1.1.5 *Techos de los tanques.* Todo tanque conteniendo agua potable deberá tener techo. Tanques que almacenan agua no potable pueden construirse sin techo.

1.1.6 *Descripción de la obra.* Los trabajos a efectuarse por las partes para dar cumplimiento a las actividades descritas en esta norma se indican a continuación:

7. Constructor de la base:

Sección 2, Materiales. Ver Sección 2.3 para acero de refuerzo de la base.

Sección 11, Diseño y Construcción de Bases. El constructor o el comprador es el responsable de la construcción de la base.

8. Fabricante:

Sección 2, Materiales (salvo lo indicado en el ·1, arriba).

Sección 3, Diseño General.

Sección 4, Tamaños de Columnas de Agua y de Tanques Depósitos.

Sección 5, Accesorios para Columnas de Agua y Tanques Depósitos.

Sección 6, Soldadura.

Sección 7, Fabricación en Taller.

Sección 9, Inspección y Pruebas. Ver Sección 9.1 respecto a inspección en taller.

Sección 10, Recubrimientos (salvo lo indicado en ·3).

Sección 12, Diseño Sísmico de Tanques de Fondo Plano para Almacenamiento de Agua.

9. Constructor del tanque:

Sección 6, Soldadura. (para aplicación en el campo únicamente después de la aceptación previa por el fabricante y el comprador).

Sección 8, Montaje.

Sección 9, Inspección y Pruebas (excepto lo indicado en el punto 2).

Sección 10, Recubrimientos. Ver Sección 10.2 respecto a reparaciones del Recubrimiento a efectuarse en el campo.

- 1.1.7 *Asuntos no tratados.* Esta norma no abarca todos los detalles de diseño y construcción debido a la gran variedad de tamaños y formas de los tanques. Donde no se dan detalles para algún diseño específico, el fabricante, sujeto a la aprobación del comprador, proporcionará los detalles que se diseñan y construyen serán tan adecuados y tan seguros como los de otra manera serían proporcionados según esta norma.
- 1.1.8 *Requerimientos locales.* Esta norma no tiene el propósito de abarcar tanques depósitos montado en lugares sujetos a reglamentos más estrictos que los requerimientos contenidos en esta norma. En tales casos, esta norma debe seguirse con las compras hechas bajo el contenido de esta norma, en cuanto no surjan conflictos con los requerimientos locales. En donde existan requerimientos locales, municipales, o estatales más estrictos, tales requerimientos prevalecerán, y esta norma será interpretada como un complemento a los mismos.

Sección 1.2 Definiciones.

Las siguientes definiciones serán aplicadas en esta norma:

1.2.1 *Capacidad:* El volumen neto que puede ser retirado de un tanque llenado justo a su nivel de capacidad máxima superior y vaciado hasta el nivel de capacidad de fondo. El nivel de capacidad de fondo, si no se especifica de otra manera por el comprador, será el nivel del agua dentro del cuerpo del tanque al descargar el tanque mediante la tubería de descarga especificada.

1.2.2 *Constructor:* La parte que suministra la mano de obra y los materiales para colocación o instalación.

1.2.3 *Fabricante:* La parte que manufactura, fabrica o produce materiales o productos.

1.2.4 *Comprador:* La persona, empresa u organización que compra materiales o trabajos a efectuarse.

1.2.5 *Tanque depósito:* Un tanque cilíndrico de fondo plano que tiene una altura de cuerpo igual o menor a su diámetro.

1.2.6 *Columna de agua:* Un tanque cilíndrico de fondo plano que tiene una altura de cuerpo mayor a su diámetro.

1.2.7 *Tanque:* Una columna de agua o un tanque depósito utilizado para almacenar agua.

Sección 1.3 Responsabilidades de las Partes

1.3.1 *Responsabilidades del fabricante.* El fabricante suministrará una estructura libre de materiales defectuosos, incluyendo los recubrimientos. Esta responsabilidad será efectiva durante un período de un año a partir de la fecha de terminación pero no más de 14 meses después de la fecha de entrega. Todo material que se demuestre defectuoso dentro de este tiempo será reemplazado o reparado por el fabricante.

1.3.2 *Responsabilidad del constructor.* El constructor montará la estructura libre de defectos en la mano de obra. Esta responsabilidad será efectiva por un período de 12 meses a partir de la fecha de aceptación pero no más de 12 meses a partir de la fecha de la terminación de la instalación por el constructor. Cualquier deficiencia en la mano de obra encontrada dentro de estos períodos será reparada por el constructor.

Tabla 1 Requerimientos físicos de materiales de empaquetadura*

Descripción	Material de Empaquetadura Cinta y Extruido	
Resistencia a la tensión, inicial, psi mínima, ASTM D412	1,200 psi	8.27 kPa
Resistencia a la tensión después envejecimiento al horno, como por ciento de la inicial, mínima, ASTM D573	70%	
Resistencia a la tensión después de inmersión en agua destilada, como por ciento de la inicial, mínima, ASTM D471	60%	
Elongación final de longitud, inicial, por ciento de la mínima, ASTM D412	175%	
Elongación final de longitud después de envejecimiento al horno, como por ciento de la inicial mínima, ASTM D573	70%	
Dureza, Shore A, ASTM D2240	75 ± 5	
Dureza, Shore A, después de envejecimiento al horno, ASTM D573	7	
Deformación retenida por compresión, como por ciento máximo de la original, después de envejecimiento al horno, ASTM D395	40%	
Deformación retenida por compresión a baja temperatura, como por ciento máxima de la original, ASTM D1229	60%	
Resistencia al desgarre, libras por pulgada	160 lb/in	28 kn/m

* Las dimensiones y las tolerancias serán como se especifica por los requerimientos de los fabricantes de columnas de agua o tanques depósitos específicos.

3. Resistencia química. El sellador será químicamente resistente sin extracción por el agua y no se hinchará ni degradará bajo condiciones normales de almacenamiento de agua.
4. Especificaciones del material. El sellador será aceptable para uso en superficies con contacto con alimentos.
5. Primarios para selladores. Algunos materiales de sellador requieren el uso de un primario sobre metal o vidrio para máxima adhesión. La mayoría de estos primarios contienen un solvente volátil. Después de la evaporación del solvente, el primario deberá de cumplir con los requerimientos de Sección 2.10.2, ítem 4.

SECCIÓN 8: MONTAJE

Sección 8.1 Generales

El fabricante proporcionará las instrucciones para el montaje del tanque, por consiguiente deberá ser montado de acuerdo con estas instrucciones.

Sección 8.2 Atornillado

Todos los tornillos deben localizarse e instalarse de acuerdo con las instrucciones de montaje del tanque proporcionado por el fabricante.

Sección 8.3 Empaquetaduras y Selladores

Las empaquetaduras y los selladores o ambos deberán ser suministrados por el fabricante y colocados entre todas uniones de acuerdo con las instrucciones de montaje. El constructor ejercerá cuidado en la debida localización e instalación de cualesquiera empaques especiales (empaques de traslapes, insertos achaflanados y otros) suministrados por el fabricante.

Sección 8.4 Reparación de Recubrimiento

El recubrimiento será visualmente inspeccionado por el constructor y cualquier daño a los recubrimientos aplicados en fábrica será reparado estrictamente de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (ver Sección 10.2).

Sección 8.5 Limpieza General

Al término del montaje, el constructor, de ser requerido por las especificaciones del comprador, se hará cargo de todo desperdicio y cualquier otro material extraño causado por las operaciones y dejará el predio en condiciones tan buenas como cuando se inició el montaje del tanque.

SECCIÓN 9: INSPECCIÓN Y PRUEBAS

Sección 9.1 Inspección en Taller

- 9.1.1 *Inspección en taller.* El comprador puede, si lo especifica, requerir inspección en taller mediante una entidad comercial de inspección, cuyo costo será pagado por el comprador. La inspección en taller como mínimo consistirá de una inspección visual de las prácticas y operaciones de fabricación para determinar el cumplimiento con esta norma.
- 9.1.2 *Reportes de laminación.* De especificarse por el comprador, el fabricante suministrará copias certificadas de los reportes de laminación. El fabricante obtendrá copias de todos los reportes de laminación.
- 9.1.3 *Datos de pruebas de espesor de recubrimiento.* Cuando así se especifica, el fabricante suministrará la información certificada de las pruebas del espesor del recubrimiento.

Sección 9.2 Pruebas

- 9.2.1 *Reparación de fugas.* Cualquier fuga encontrada será reparada por el constructor. Es preferible que la reparación de uniones se haga mientras el nivel de agua esta arriba del punto en reparación. Vea el preámbulo, Sección III.C, ítem 7), para recomendaciones en cerrar entradas y llenar el tanque, lo cual no esta cubierto por esta norma.
- 9.2.2 *Prueba de porosidad del recubrimiento.* Cuando así se especifica, se hará la prueba independiente de detección de porosidad del recubrimiento en las superficies interiores debajo del nivel del agua, de acuerdo con instrucciones del fabricante.

Sección 9.3 Drenado del Agua de Prueba

El comprador proporcionará un medio de drenar el agua de prueba con una conexión al tubo de entrada o de drenado.

Sección 9.4 Desinfección

Independiente de la secuencia empleada para probar el tanque, éste será desinfectado después de la prueba final y entonces puede el tanque ser llenado con agua potable y puesto en servicio. La desinfección no será la responsabilidad del constructor o del fabricante a menos que el comprador especifique otra cosa (ver ANSI/AWWA C652).

Anexo N°2: Cronograma actividades del montaje y puesta en operación de tanque



PROYECTO " MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACION DE UN TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE 5800M3 DE AGUA "

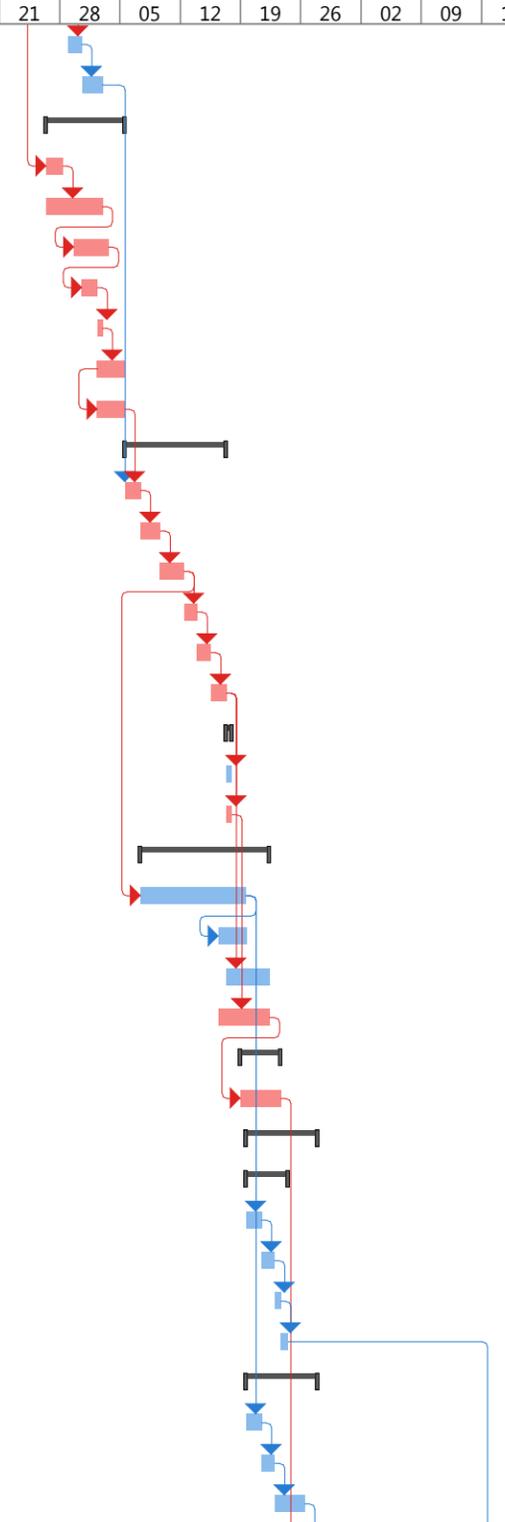
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart Timeline																											
					oct '16							nov '16							dic '16							ene '17						
1	PROYECTO DE INFORME DE EXPERIENCIA " MONTAJE ELECTROMECHANICO Y	120 días	jue 29/09/16	jue 19/01/17	[Gantt bar from 29/09 to 19/01]																											
2	ADJUDICACION DE LA OBRA	0 días	jue 29/09/16	jue 29/09/16	[Gantt bar at 29/09]																											
3	FINALIZACION DE OBRA	0 días	jue 19/01/17	jue 19/01/17	[Gantt bar at 19/01]																											
4	FASE 1: INGENIERIA PRELIMINAR Y OBRAS CIVILES	57 días	jue 29/09/16	lun 21/11/16	[Gantt bar from 29/09 to 21/11]																											
5	Revision y analisis de expediente tecnico	2 días	jue 29/09/16	vie 30/09/16	[Gantt bar from 29/09 to 30/09]																											
6	Revision de planos generales y detalles	2 días	vie 30/09/16	lun 03/10/16	[Gantt bar from 30/09 to 03/10]																											
7	Elaboracion de lista de recursos	1 día	lun 03/10/16	lun 03/10/16	[Gantt bar at 03/10]																											
8	Trabajos preliminares para inicio de obra	3 días	mar 04/10/16	jue 06/10/16	[Gantt bar from 04/10 to 06/10]																											
9	Trazo y replanteo, adecuación de terreno, cimentación y traslado de	49 días	jue 06/10/16	lun 21/11/16	[Gantt bar from 06/10 to 21/11]																											
10	Trazo y replanteo	4 días	jue 06/10/16	lun 10/10/16	[Gantt bar from 06/10 to 10/10]																											
11	Demolición de cimentación existente	3 días	lun 10/10/16	mié 12/10/16	[Gantt bar from 10/10 to 12/10]																											
12	Excavación de terreno	13 días	jue 13/10/16	mar 25/10/16	[Gantt bar from 13/10 to 25/10]																											
13	Colocación de acero refuerzo	8 días	vie 21/10/16	vie 28/10/16	[Gantt bar from 21/10 to 28/10]																											
14	Encofrado y desencofrado	4 días	mié 26/10/16	sáb 29/10/16	[Gantt bar from 26/10 to 29/10]																											
15	Vaceado de concreto fc=350 kg/cm2 para cimentacion del tanque	6 días	sáb 29/10/16	vie 04/11/16	[Gantt bar from 29/10 to 04/11]																											
16	Relleno, nivelación y compactado	6 días	vie 04/11/16	mié 09/11/16	[Gantt bar from 04/11 to 09/11]																											
17	Instalación de geomembrana	4 días	jue 10/11/16	lun 14/11/16	[Gantt bar from 10/11 to 14/11]																											
18	Relleno final de fondo	5 días	lun 14/11/16	vie 18/11/16	[Gantt bar from 14/11 to 18/11]																											
19	Trazo de puntos para inicio de colocación de planchas fondo	3 días	vie 18/11/16	lun 21/11/16	[Gantt bar from 18/11 to 21/11]																											
20	FASE 2: MONTAJE ELECTROMECHANICO	38 días	lun 21/11/16	mar 27/12/16	[Gantt bar from 21/11 to 27/12]																											
21	OBRAS MECANICAS	34 días	lun 21/11/16	vie 23/12/16	[Gantt bar from 21/11 to 23/12]																											
22	MONTAJE DE INSTALACION DE FONDO	8 días	lun 21/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 21/11 to 28/11]																											
23	Colocación de Paneles de fibra (Fiber board)	1 día	lun 21/11/16	mar 22/11/16	[Gantt bar at 21/11]																											
24	Colocación de ángulos de rigidez de fondo + inclu-ye instalación de	2 días	mar 22/11/16	mié 23/11/16	[Gantt bar from 22/11 to 23/11]																											
25	Instalación y armado de planchas de fondo	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
26	Limpieza en hileras atornilladas	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
27	Colocación de pernos sobre hileras atorni-lladas	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
28	Aplicación de selladores elástico con SIKA FLEX 1A	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
29	Armado y colocación de paneles de fondo	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
30	Pre-Curado de sellado	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
31	Fijación y ajustes de pernos	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
32	Torque de pernos de fondo	6 días	mié 23/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 23/11 to 28/11]																											
33	Adecuación de boquilla para tubería de drenaje	2 días	sáb 26/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 26/11 to 28/11]																											
34	MONTAJE E INSTALACION DE CASCO DEL TANQUE	8 días	vie 25/11/16	vie 02/12/16	[Gantt bar from 25/11 to 02/12]																											
35	Traslado y colocación de 1er y 2do anillos	8 días	vie 25/11/16	vie 02/12/16	[Gantt bar from 25/11 to 02/12]																											
36	Traslado de paneles	1 día	vie 25/11/16	sáb 26/11/16	[Gantt bar at 25/11]																											
37	Armado 2do anillo	2 días	sáb 26/11/16	lun 28/11/16	[Gantt bar from 26/11 to 28/11]																											

Proyecto: CRONOGRAMA DE IN	Tarea		Tarea inactiva	Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo	Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo	solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual	solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración	Tareas externas		Progreso			



PROYECTO " MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACION DE UN TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE 5800M3 DE AGUA "

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	oct '16		nov '16		dic '16		ene '17		feb							
					12	19	26	03	10	17	24	31	07	14	21	28	05	12	19	26
38	Armado 1er anillo	2 días	mar 29/11/16	mié 30/11/16																
39	Instalación de bipode estructural sobre la zona exterior e interior del	3 días	mié 30/11/16	vie 02/12/16																
40	MONTAJE E INSTALACION DE TECHO DOMO	9 días	sáb 26/11/16	lun 05/12/16																
41	Armado de tripode central	1 día	sáb 26/11/16	lun 28/11/16																
42	Armado e instalacion de viguetas de techo domo	7 días	sáb 26/11/16	vie 02/12/16																
43	Instalacion de chapas o laminas de aluminio para recubrimiento de	5 días	mar 29/11/16	sáb 03/12/16																
44	Armado de tripode estructural (08) para izaje de techo	2 días	mié 30/11/16	vie 02/12/16																
45	Izaje de techo domo sobre el 1er anillo del casco	1 día	vie 02/12/16	vie 02/12/16																
46	Fijacion de techo domo y casco del tanque	3 días	vie 02/12/16	lun 05/12/16																
47	Instalacion de chapas o laminas de aluminio para recubrimiento de	3 días	vie 02/12/16	lun 05/12/16																
48	MONTAJE DE TECHO DOMO Y CASCO DEL TANQUE	12 días	lun 05/12/16	sáb 17/12/16																
49	Izaje de techo domo 1er-2do anillo del casco e Instalacion del 3er anillo	2 días	lun 05/12/16	mié 07/12/16																
50	Izaje de techo domo 1er-2do-3er anillo del casco e Instalacion del 4to	2 días	mié 07/12/16	vie 09/12/16																
51	Izaje de techo domo 1er-2do-3er-4to anillo del casco e Instalacion del	2 días	vie 09/12/16	lun 12/12/16																
52	Izaje de techo domo 1er-2do-3er-4to-5to anillo del casco e Instalacion	2 días	lun 12/12/16	mar 13/12/16																
53	Izaje de techo domo 1er-2do-3er-4to-5to-6to anillo del casco e	2 días	mié 14/12/16	jue 15/12/16																
54	Izaje de techo domo 1er-2do-3er-4to-5to-6to-7mo anillo del casco e	2 días	jue 15/12/16	sáb 17/12/16																
55	SELLADO DE FONDO Y CASCO DEL TANQUE	1 día	sáb 17/12/16	sáb 17/12/16																
56	Limpieza de borde perimetral de fondo	1 día	sáb 17/12/16	sáb 17/12/16																
57	Sellado en fondo y casco	1 día	sáb 17/12/16	sáb 17/12/16																
58	MONTAJE DE ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS	15 días	mié 07/12/16	jue 22/12/16																
59	Montaje de escalera helicoidal, escalera tipo gato y plataforma	12 días	mié 07/12/16	lun 19/12/16																
60	Montaje de regleta de medicion	3 días	vie 16/12/16	lun 19/12/16																
61	Instalacion de silletas y pernos de anclajes	5 días	sáb 17/12/16	jue 22/12/16																
62	Instalacion de boquillas en casco del tanque (MH1,N1, N2,N3, N4, N5)	6 días	vie 16/12/16	jue 22/12/16																
63	MONTAJE DE VALVULAS	6 días	lun 19/12/16	vie 23/12/16																
64	Montaje de valvulas de mariposa de 30", valvulas compuerta de 4", 8" y	6 días	lun 19/12/16	vie 23/12/16																
65	OBRAS ELECTRICAS	9 días	lun 19/12/16	mar 27/12/16																
66	Montaje de Lampara LED	6 días	lun 19/12/16	sáb 24/12/16																
67	Colocacion de soporte y canaletas tipo unistrut para lampara LED y	2 días	lun 19/12/16	mié 21/12/16																
68	Colocacion de tuberias conduit y condulet	2 días	mié 21/12/16	jue 22/12/16																
69	Instalacion de cable conductor de fuerza	1 día	vie 23/12/16	vie 23/12/16																
70	Montaje de Lampara LED	1 día	vie 23/12/16	sáb 24/12/16																
71	Montaje de Sensor de nivel	9 días	lun 19/12/16	mar 27/12/16																
72	Colocacion de soporte y canaletas tipo unistrut para tuberias conduit ,	2 días	lun 19/12/16	mié 21/12/16																
73	Colocacion de tuberias conduit y condulet	2 días	mié 21/12/16	jue 22/12/16																
74	Instalacion de cable conductor de control	3 días	vie 23/12/16	lun 26/12/16																



Proyecto: CRONOGRAMA DE IN	Tarea		Tarea inactiva	Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo	Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo	solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual	solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración	Tareas externas		Progreso			



PROYECTO " MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACION DE UN TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE 5800M3 DE AGUA "

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	oct '16		nov '16		dic '16		ene '17		feb							
					12	19	26	03	10	17	24	31	07	14	21	28	05	12	19	26
75	Montaje de sensor de nivel y display	2 días	lun 26/12/16	mar 27/12/16																
76	FASE 3: PRUEBAS EN TANQUE EMPERNADO	21 días	vie 23/12/16	jue 12/01/17																
77	Pruebas de torque en bridas de valvulas	4 días	vie 23/12/16	mar 27/12/16																
78	Pruebas hidrostática en tanque	10 días	mié 28/12/16	jue 05/01/17																
79	Llenado de tanque	5 días	mié 28/12/16	sáb 31/12/16																
80	Estanqueidad	2 días	lun 02/01/17	mar 03/01/17																
81	Prueba de asentamiento	3 días	mar 03/01/17	jue 05/01/17																
82	Prueba de verticalidad y redondez	3 días	vie 06/01/17	lun 09/01/17																
83	Prueba de continuidad de cables de fuerza y control	2 días	lun 09/01/17	mar 10/01/17																
84	Prueba de resistencia de aislamiento de cables de fuerza y control	2 días	mié 11/01/17	jue 12/01/17																
85	FASE 4: PUESTA EN OPERACIÓN	8 días	jue 12/01/17	jue 19/01/17																
86	Conexionado de Display hacia la sala electrica	2 días	jue 12/01/17	sáb 14/01/17																
87	Conexionado de sensor de nivel hacia Display	2 días	sáb 14/01/17	lun 16/01/17																
88	Conexionado de Lampara LED hacia la sala electrica	2 días	lun 16/01/17	mié 18/01/17																
89	ENTREGA DE DOSSIER CALIDAD Y ACTA DE TERMINACION OBRA	2 días	mié 18/01/17	jue 19/01/17																
90	Entrega de Dossier de calidad y Cierre de obra	2 días	mié 18/01/17	jue 19/01/17																

Proyecto: CRONOGRAMA DE IN

Tarea		Tarea inactiva	Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
División		Hito inactivo	Resumen manual		Fecha límite			
Hito		Resumen inactivo	solo el comienzo		Tareas críticas			
Resumen		Tarea manual	solo fin		División crítica			
Resumen del proyecto		solo duración	Tareas externas		Progreso			

**Anexo N°3: Especificación técnica de fabricación, montaje y prueba
del tanque por SPCC.**

SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

**SUPERINTENDENCIA INGENIERÍA DE PLANTA
CENTRAL INGENIERÍA DE PLANTA**

ESPECIFICACION TECNICA

FABRICACIÓN DE TANQUE EMPERNADO

Doc. Nº: 271049-SM01-0

REV. 0

PARA EL PROYECTO:

REEMPLAZO DE TANQUE DE AGUA FRESCA

CONCENTRADORA – TOQUEPALA

JOB No. 2710-49

Rev.	Originado por:				Revisado y Aprobado por:			
	Fecha	División	Nombre	Firma	Fecha	División	Nombre	Firma
B	2015/08/06	CIP	L. Palomino		2015/08/06	Jefatura General IP – Toquepala	A. Arenas	
		CIP	J. Valdivia			Superintendencia Ingeniería Planta	J. Perez	

CONTENIDO

9.4 Almacén y Transporte

- a. En el caso de tanques fabricados en Taller, los tanques y demás elementos deberán cargarse y descargarse de los camiones u otros elementos de transporte de tal modo que se asegure su entrega sin daños.
- b. En el caso de tanques a ser construidos en terreno, las planchas y demás elementos del tanque deberán cargarse y descargarse de los camiones u otros elementos de transporte de tal modo que se asegure su entrega sin daños. Las planchas roladas deberán ser embaladas y fijadas apropiadamente con el fin de evitar que se deformen durante su transporte y manipulación.
- c. Las dimensiones de todas las piezas fabricadas deben cumplir con las normas gubernamentales referidas al tamaño máximo para el transporte de vehículos.
- d. Las planchas para los tanques deberán ser descargadas y almacenadas en el sitio sin causar ningún daño o sobre-tensión. Donde sea practico, La calderería de cada tanque se deberá almacenar por separado y se dispondrán de acuerdo a la secuencia de montaje.
- e. Se deberá prestar especial atención para minimizar el estancamiento de aguas, la acumulación de polvo y el ingreso de sustancias extrañas sobre las planchas.

9.5 Equipos

- a. Se deberá prestar especial atención para minimizar el estancamiento de aguas, la acumulación de polvo y el ingreso de sustancias extrañas sobre las planchas.
- b. Las máquinas de soldar o de corte deberán estar en buenas condiciones de operación, que permitan a soldadores calificados obtener juntas soldadas de la calidad requerida en esta especificación.
- c. Los aparejos, herramientas de montaje (torquímetros) y equipos de maniobra (grúas y similares) estarán en buenas condiciones de operación y seguridad y además, deberán contar con certificado de calidad del Proveedor o vendedor.

9.6 Montaje.

- a. El montaje deberá estar de acuerdo con AWWA D103-97. Sec. 10.
- b. La calidad y acabado del trabajo de montaje serán de primera clase en todos sus aspectos y estarán sometidos a inspección por parte de la Supervisión a cargo de EL CONTRATISTA, en adelante la Supervisión o el Supervisor.
- c. Cualquier material o ejecución que no satisfaga las especificaciones será rechazado por la Supervisión. Cualquier material, que después de su inspección en taller ó durante el montaje ó prueba del tanque muestre defectos, será rechazado y EL PROVEEDOR será notificado a este respecto por escrito. De ocurrir esta circunstancia, deberá proporcionar, oportunamente, nuevos materiales y hacer los reemplazos o reparaciones adecuados.
- d. **EL PROVEEDOR proporcionara las instrucciones para el montaje del tanque, por consiguiente deberá ser montado de acuerdo con las instrucciones de EL FABRICANTE.**

Proyecto:	Reemplazo de Tanque de Agua Fresca - Concentradora - Toquepala	
Documento:	Especificación Técnica – Fabricación de Tanque Empernado	Rev. 0
271049-SM01-0	Impreso: 2017/05/12	Hoja 16 de 19

- e. Todos los pernos, tuercas y arandelas deberán estar ubicados e instalados de acuerdo a las instrucciones de montaje, se debe usar únicamente componentes que se suministra con el tanque.
- f. Las empaquetaduras y los selladores deberán ser suministrados por EL FABRICANTE y colocados entre las uniones de acuerdo con las instrucciones de montaje. EL CONTRATISTA ejercerá cuidado en la debida locación e instalación de cualquiera de los empaques especiales (empaques de traslape, insertos achaflanados y otros) suministrados por EL FABRICANTE.
- g. El recubrimiento será visualmente inspeccionado por el constructor y cualquier daño a los recubrimientos aplicados en fábrica será reparado estrictamente de acuerdo con las recomendaciones del Proveedor. (ver Sección 12.2)
- h. Al término del montaje, EL CONTRATISTA, de ser requerido por las especificaciones de EL COMPRADOR, se hará cargo de todo el desperdicio y cualquier otro material extraño causado por las operaciones y dejara el predio en condiciones tan buenas como cuando se inició el montaje del tanque.
- i. El fondo del tanque se instalará sobre el anillo de cimentación y base de arena compactada según lo indicado en los planos civiles de cimentación de tanques.
- a. Cualquier pieza soldada a la pared exterior del tanque para el montaje será removida por corte y cualquier proyección apreciable de soldadura remanente será eliminada con esmeril.
- b. Las planchas no deberán ser desgarradas en el proceso de remover piezas soldadas.
- c. EL CONTRATISTA fijará convenientemente el tanque para impedir que se distorsione o ceda durante la erección.
- d. Todos los andamios serán rígidos, estarán convenientemente asegurados y tendrán las dimensiones adecuadas para trabajar en ellos con comodidad y seguridad.

9.7 Inspección y Prueba

- a. La inspección deberá estar de acuerdo con **AWWA D103-97. Sec. 11.**
- b. **EL CONTRATISTA efectuará todas las pruebas que se indican a continuación para las que suministrará todos los elementos necesarios. En caso que EL PROVEEDOR cuente con Procedimientos de Prueba propios, estos deberán ser sometidos a la revisión y aprobación de la Supervisión,** las pruebas a realizar son las siguientes:
 - **Prueba hidrostática.**
 - Prueba de asentamientos de la base.
 - Prueba del casco (Verticalidad, redondez).
 - Vaciado del Tanque.
- c. Posterior del trabajo de montaje, el tanque deberá ser probado y revisado por posibles fugas, llenando el tanque hasta el nivel máximo permitido por el sobre flujo o tubería de reboce.

Proyecto:	Reemplazo de Tanque de Agua Fresca - Concentradora - Toquepala	
Documento:	Especificación Técnica – Fabricación de Tanque Empernado	Rev. 0
271049-SM01-0	Impreso: 2017/05/12	Hoja 17 de 19

Anexo N° 4: Registros y protocolos



REGISTRO DE COLOCACION DE PLANCHAS PARA FONDO DEL TANQUE

Codigo: VER-MEC-REG-01

Rev:

Especialidad: Mecanica

Proyecto :	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	Tanque
Cliente:	SOUTHERN COPPER	Sub sistema:	Fondo de tanque
Plano ref:	9907034-158613B	Elemento	Plancha
Realizado por :		Ubicación	Fondo

REGISTRO N° : 001

Fecha : 20-11-2016

Item	DESCRIPCION	SI	NO	NA	OBSERVACION
1	El material de las planchas no esta dañado, cumple con estandares y/o especificaciones para realizar su instalacion.	✓			
2	Distribucion de planchas correcta según planos de ejecucion, para realizar su instalacion del fondo del tanque	✓			
3	Correcta colocacion de angulo de piso en el anillo de concreto para la instalacion de planchas de fondo, distribucion correcta según planos del proyecto	✓			
4	Limpieza de las planchas, para la correcta aplicacion de sikaflex	✓			
5	Se realizo la aplicación de sikaflex para los traslapes de planchas, tiempo de curado 1 hora	✓			
6	Se verifico que los pernos a utilizar corresponde a las especificaciones tecnicas del proyecto, (diametro, long, grado y cantidades) y las distribucion según planos del proyectos	✓			
7	Se realizo el correcto curado planchas instaladas	✓			
8	Se realizo el correcto torqueo de pernos	✓			
9	Se verifico la colocacion de capuchones en todos los pernos del fondo de tanque	✓			
10	Se realizo la limpieza del area respectiva despues del montaje de las planchas instaladas	✓			

Observaciones:

APROBADO POR :

QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha: 20/11/16	Fecha: 20/11/2016	Fecha:	Fecha:



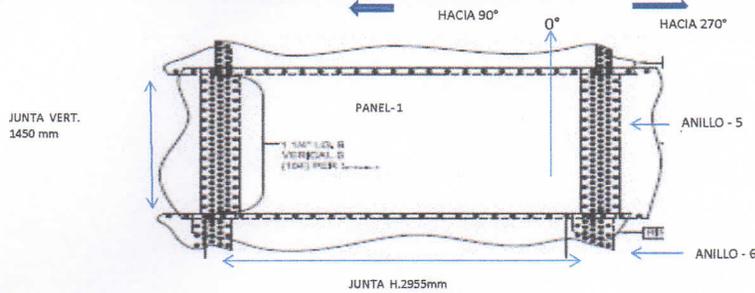
PROTOCOLO DE COLOCACION DE PLANCHAS

COD:	VER-MEC-REG-02
REV:	
ESPECIALIDAD	Mecanica

DATOS GENERALES

Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	Casco del tanque
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Sub sistema:	Anillo
Plano de ref:	9FED-158613 A	Elemento:	Planchas
fecha:	09-12-2016	Ubicación:	Anillo 5, Panel (1-32)
Material de planchas:	ASTM A656	Norma:	AWWA D 103-97
N° REGISTRO: 005			

ESQUEMA DE REFERENCIA



DATOS DE INSPECCION

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS		RESULTADO (C/NC)
			CODIGO/MATERIAL/GRADO	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)	
1	5	01	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
2	5	02	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
3	5	03	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
4	5	04	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
5	5	05	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
6	5	06	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
7	5	07	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
8	5	08	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
9	5	09	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
10	5	10	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
11	5	11	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
12	5	12	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
13	5	13	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
14	5	14	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
15	5	15	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C
16	5	16	A656-70	6.350	2955 X 1450	1	270	270	C

Leyenda:

CONFORME



NO CONFORME



OBSERVACIONES

APROBADO

QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR CST	SUPERVISOR SPCC
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha: 09-12-16	Fecha: 09-12-16	Fecha:	Fecha:



GI D9FJ-GCB

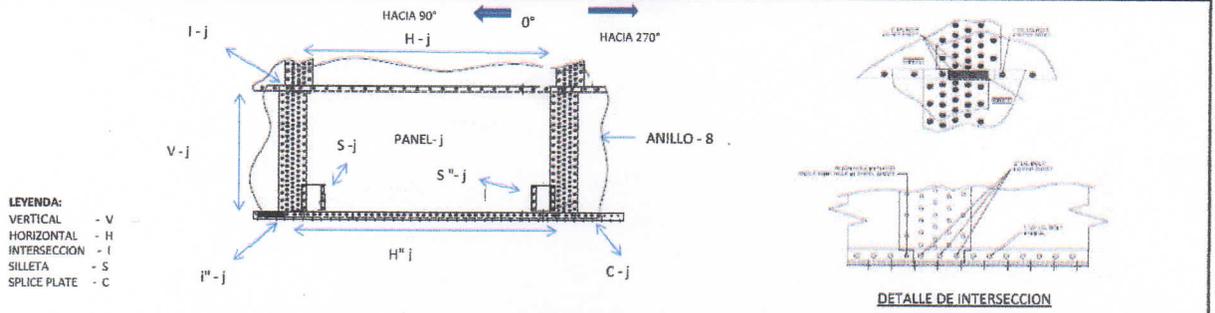
GI D9FJ-GCB

DATOS GENERALES

Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	Casco del tanque
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Sub sistema:	Anillo
Plano de ref:	9-FCD-158613 A	Elemento:	Pernos
fecha:		Ubicación:	Anillo 8, panel (1-32)
Mat. de Pernos:		Correlación (j)	1 al 5
Norma:	AWWA D 103 - 97		

N° REGISTRO: 008

ESQUEMA DE REFERENCIA



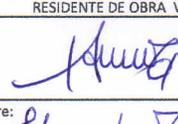
DATOS DE INSPECCION

ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (j)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE		RESULTADO (C/N/C)
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbs - Pies)	REAL (Lbs - Pies)	
1	8	PANEL - 1	V-1	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	106	35	35	
2	8		H-1	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	19	35	35	
3	8		H''-1	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	35	35	35	
4	8		I-1	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	30	30	
5	8		I''-1	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
6	8		C-1	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	6	35	35	
7	8		S-1	A 490 - 8	1/2 X 2"	8	30	30	
8	8		S''-1	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	8	35	35	
9	8		V-2	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	106	35	35	
10	8	PANEL - 2	H-2	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	19	35	35	
11	8		H''-2	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	35	35	35	
12	8		I-2	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
13	8		I''-2	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
14	8		C-2	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	6	35	35	
15	8		S-2	A 490 - 8	1/2 X 2"	8	35	35	
16	8		S''-2	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	8	35	35	
17	8		V-3	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	106	35	35	
18	8		PANEL - 3	H-3	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	19	35	35
19	8	H''-3		A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	35	35	35	
20	8	I-3		A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
21	8	I''-3		A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
22	8	C-3		A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	6	35	35	
23	8	S-3		A 490 - 8	1/2 X 2"	8	35	35	
24	8	S''-3		A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	8	35	35	
25	8	V-4		A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	106	35	35	
26	8	PANEL - 4		H-4	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	19	35	35
27	8		H''-4	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	35	35	35	
28	8		I-4	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
29	8		I''-4	A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
30	8		C-4	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	6	35	35	
31	8		S-4	A 490 - 8	1/2 X 2"	8	35	35	
32	8		S''-4	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	8	35	35	
33	8		V-5	A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	106	35	35	
34	8		PANEL - 5	H-5	A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	19	35	35
35	8	H''-5		A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	35	35	35	
36	8	I-5		A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
37	8	I''-5		A 490 - 8	1/2 X 2"	3	35	35	
38	8	C-5		A 490 - 8	1/2 X 1.3/4	6	35	35	
39	8	S-5		A 490 - 8	1/2 X 2"	8	35	35	
40	8	S''-5		A 490 - 8	1/2 X 1.1/2	8	35	35	

Leyenda: CONFORME NO CONFORME

OBSERVACIONES

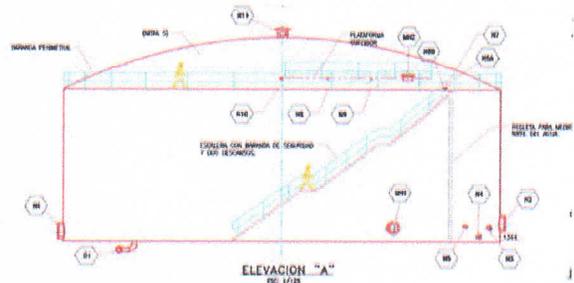
APROBADO POR:

Firma: 	Firma: 	Firma: 	Firma: 
Nombre: <i>William de la Cruz P.</i>	Nombre: <i>Edgardo Zalavara</i>	Nombre: GI D9FJ-GCB	Nombre: GI D9FJ-GCB
Fecha: <i>15/12/16</i>	Fecha: <i>15/12/16</i>	Fecha:	Fecha:

DATOS GENERALES

ELEMENTO: TANQUE N°02		CODIGO/LINEA:	
PLANO DE REFERENCIA: 2710-5-104_0		NORMA DE REFERENCIA: AWWA 103D-97	
DATOS DE PRUEBA		DATOS DE MEDICION	
Fluido de llenado: AGUA <input checked="" type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>		Volumen neto (m3)	5,764.00
Caudal de prueba SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>		Duracion (Día)	5
Fecha de inicio: 27/01/17	Fecha de termino: 31/01/17	Duracion (Horas)	120
Datos del indicador de Caudal:		Caudal (m3/hr)	48.03
Caudal de prueba SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>		Q/A=v (m/hr)	0.082
		V (cm/hr)	8.18

ESQUEMA GENERALES



RELACION DE ALTURA VS TIEMPO

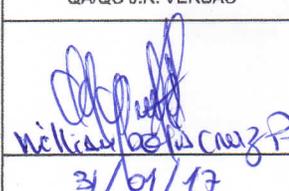
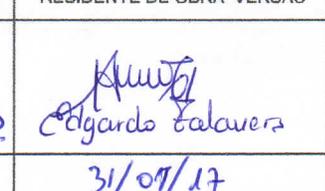
Periodo (hr)	Tiempo día de inspección (horas)	Altura Regleta (cm)	Altura nivel interior (cm)	N° vueltas Valvula Ingreso 30"	Variacion tiempo (hora) (A)	Variacion altura real (cm) (B)	Rapidez de ascenso (cm/hr) (C=B/A)
1	16.18	20.00	5.00	3	0.50	15.00	30.00
2	17.18	31.00	16.50	3.25	1.00	8.00	8.00
3	18.18	40.00	25.30	2.75	1.00	8.00	8.00
4	19.18	45.00	30.31	2.75	1.00	8.00	8.00
5	20.18	50.00	35.00	2.75	1.00	8.00	8.00
6	21.18	55.00	40.00	2.75	1.00	8.00	8.00
7	22.18	59.50	44.50	2.75	1.00	8.00	8.00
8	23.18	64.30	49.30	2.75	1.00	8.00	8.00
9	0.20	69.10	54.10	2.75	1.20	8.00	6.67
10	1.20	73.90	58.90	2.75	1.00	8.00	8.00
11	2.20	78.70	63.70	2.75	1.00	8.00	8.00
12	3.20	83.50	68.50	2.75	1.00	8.00	8.00
13	4.20	88.30	73.30	2.75	1.00	8.00	8.00
14	5.20	93.10	78.10	2.75	1.00	8.00	8.00
15	6.20	97.90	82.90	2.75	1.00	8.00	8.00
16	7.20	102.70	87.70	3	1.00	8.00	8.00
17	8.20	108.10	93.10	3	1.25	8.00	6.40
18	9.20	114.10	99.10	3.75	1.05	10.00	9.52
19	10.20	150.00	135.00	3.625	1.15	10.00	8.70
20	11.20	180.00	165.00	3.625	1.15	10.00	8.70
21	13.00	188.00	173.00	3.625	1.32	10.00	7.58
22	14.00	203.00	188.00	3.625	1.42	10.00	7.04
23	15.00	218.00	203.00	3.125	1.00	10.00	10.00
24	16.00	235.00	220.00	3.125	1.00	10.00	10.00
25	17.00	250.00	235.00	3.125	1.00	10.00	10.00
26	18.00	267.00	252.00	3.000	1.00	10.00	10.00

RESULTADO:

OBSERVACIONES

DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL VENDEDOR (ST), SE DEBE REALIZAR EL LLENADO DURANTE LOS 5 DIAS (120 HRS) CONTINUAS, TENDIENDO EN CUENTA LA RAPIDEZ DE ASCENSO DE NIVEL DE $V = 8.18$ CM/HR. QUE DEPENDE DE LAS ADVERTIDAS Y CIERRE DE VALVULA INGRESO 30"

APROBADO

QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC
		<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado
31/01/17	31/01/17		



PROTOCOLO DE INSPECCION DE TORQUEO

COD:	
REV:	0
VER.:	1
PAG:	1 del 1

DATOS GENERALES

Proyecto: **Reemplazo de tanque N°02 - Mantenimiento Concentradora Toquepala**

Sub - sistema: **Linea de SCI 8" - Hidrante** Fecha: **13/01/17**

Tag N°: **N4** Plano general: **2710-5-104-1**

Ubicacion: **BOQUILLA N4 Y VALVULA COMPUERTA 8"** Plano isometrico:

CONTROLES DE TORQUEO

Material del Perno: **A193 GR B7 W/A194 GR 2H NUTS UNC/8UN** Adjuntar tabla de Torques:

Diametro: **3/4" x 5"** Tuberia: Equipos:

Datos del Torquimetro:

Marca: **SNAP-ON** Modelo: **L910** Dimensiones: **-**

Rango: **0 Lbf-ft hasta 600 Lbf-ft** Serie: **1112601200** Certificado: **SI**

Item	Elemento	Diam. (in)	Cant.	Material	Torque (Lb-ft)	Clase	Observacion.
1	FLG SO-8"-1	8	1	AWWA C207, CL D, FF, STL A105	82.0	150	Bridado a la boquilla del casco tanque
/							

CONFORME

NO CONFORME

OBSERVACIONES:

APROBADO POR:

QA/QC VERSAC	INGENIERO RESIDENTE	SUPERVISOR SPCC
Nombre: William R. La Cruz P.	Nombre: Edgardo Balawera	Nombre:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha: 13/01/17	Fecha: 13/01/2017	Fecha:

Stem Data & Operation Torques



Gate Valve

CLASS	ITEM	VALVE SIZE																				
		2"	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	26"	28"	30"	32"	36"	40"	42"	48"
150	Stem Thread O.D.	3/4"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 3/4"	3"	3 1/4"	3 3/8"	3 3/4"	
	Thread Per Inch	6	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
	Pitch (in)	0.167	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5	0.5	0.5	0.5
	Turns to Open	16	19	18	24	34	36	44	52	44	53	58	64	75	81	88	94	99	74	84	88	98
	Touque (N.m)	16	18	24	38	76	111	182	269	325	435	565	748	1256	1411	1587	1935	2127	3239	4193	4802	6480
300	Stem Thread O.D.	3/4"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	1 7/8"	2"	2 1/8"	2 1/2"	2 3/4"	2 3/4"	3 1/4"	3 1/4"	3 1/4"			
	Thread Per Inch	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2			
	Pitch (in)	0.167	0.167	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5	0.5	0.5		
	Turns to Open	17	19	18	24	26	36	44	40	45	53	58	64	76	80	88	64	68	76			
	Touque (N.m)	23	26	35	55	159	291	458	661	810	1088	1430	1778	2823	3580	4115	5866	6620	8410			
600	Stem Thread O.D.	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 7/8"	2"	2 1/4"	2 3/8"	2 1/2"	2 3/4"	3"								
	Thread Per Inch	6	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	2								
	Pitch (in)	0.167	0.2	0.2	0.2	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.5								
	Turns to Open	17	16	18	24	27	27	33	40	45	53	58	64	51								
	Touque (N.m)	35	47	70	122	406	641	1023	1508	2098	2816	3038	3981	6896								
900	Stem Thread O.D.	1"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/4"	1 5/8"	1 7/8"	2 1/8"	2 1/4"													
	Thread Per Inch	5	5	5	4	3	3	3	3													
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.2	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333													
	Turns to Open	14	16	18	21	22	28	34	40													
	Touque (N.m)	80	90	95	159	569	978	1728	2601													
1500	Stem Thread O.D.	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 3/4"	2 1/8"	2 1/2"	2 3/4"													
	Thread Per Inch	5	5	4	4	3	3	3	3													
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333													
	Turns to Open	14	16	17	22	22	28	34	40													
	Touque (N.m)	117	172	224	349	1009	2025	3259	4437													
2500	Stem Thread O.D.	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 7/8"	2 3/8"	2 7/8"	3 1/4"													
	Thread Per Inch	5	5	4	4	3	3	2	2													
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.25	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333													
	Turns to Open	15	17	17	22	22	28	34	40													
	Touque (N.m)	165	224	281	559	1407	2913	5748	8332													

Globe Valve

CLASS	ITEM	VALVE SIZE							
		2"	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"
150	Stem Thread O.D.	7/8"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 1/2"	1 5/8"	2"
	Thread Per Inch	5	5	5	5	5	4	3	3
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.333	0.333
	Turns to Open	4	7	5	8	9	9	7	7
	Touque (N.m)	47	66	84	157	239	326	620	1198
300	Stem Thread O.D.	7/8"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/2"	2"	2 1/8"	2 3/8"
	Thread Per Inch	5	5	5	5	4	3	3	3
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.333	0.333	0.333
	Turns to Open	4	8	7	8	7	7	9	9
	Touque (N.m)	62	85	118	218	727	1309	2160	3100
600	Stem Thread O.D.	1"	1"	1 1/8"	1 3/4"	2"	2 3/8"	2 3/8"	2 3/4"
	Thread Per Inch	5	5	5	3	3	3	3	3
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.2	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333
	Turns to Open	8	8	8	6	9	9	9	9
	Touque (N.m)	142	244	316	602	1590	2782	4579	6216
900	Stem Thread O.D.	1 1/4"	1 1/4"	1 5/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 3/8"		
	Thread Per Inch	5	5	3	3	3	3		
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.333	0.333	0.333	0.333		
	Turns to Open	8	9	5	6	9	9		
	Touque (N.m)	285	412	528	1063	1792	3439		
1500	Stem Thread O.D.	1 1/4"	1 1/4"	1 5/8"	1 3/4"	2 3/8"	2 3/4"		
	Thread Per Inch	5	5	3	3	3	3		
	Pitch (in)	0.2	0.2	0.333	0.333	0.333	0.333		
	Turns to Open	8	9	5	6	9	9		
	Touque (N.m)	352	772	876	1816	3868	5011		
2500	Stem Thread O.D.	1 1/4"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"	2 3/8"	2 3/4"		
	Thread Per Inch	5	4	3	3	3	3		
	Pitch (in)	0.2	0.25	0.333	0.333	0.333	0.333		
	Turns to Open	8	7	6	6	9	9		
	Touque (N.m)	502	824	959	2062	6530	9682		



PROTOCOLO DE INSPECCION DE TENDIDO DE CABLES

COD:	VER-ELEC-REG-06-01
REV:	0
VER.:	1
PAG:	1 de 1

DATOS GENERALES

PROYECTO: "REEMPLAZO DE TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA - MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA" FECHA: 26/01/2017

INSPECCIÓN		RESULTADO
1	Verificar que el conduit enterrado haya sido limpiado la parte interna donde van a pasar los cables de fuerza y el otro tubo para control.	OK
2	Verificar que la bandeja del tablero este libre de fillos y de tal manera que no pueda dañar el aislamiento del cable tanto de fuerza y de control.....	OK
3	Verificar que el numero de punto a jalar sea adecuado y que el numero de curvas entre puntos al jalar no excedan requisitos de la especificación tecnica.....	OK
4	Verificar el cable designado para su tendido el rollo correcto y el tramo a cortar hasta el punto final.....	OK
5	Verificar el voltaje de 120 voltios de clasificación del cable, temperatura mínima para el cableado.....	OK
6	Verificar el recorrido del cableado para la dirección del jalado del conductor.....	OK
7	Verificar en el momento del tendido del conductor, en la zona no haya lluvia.....	OK
8	Inspeccionar daños en la chaqueta del cable que estea dañado.....	OK
9	Realizar prueba de resistencia de aislamiento (megometro de 500v para el cable de control y de 1000 v para el cable de fuerza).....	OK
10	Temperatura ambiente dentro de limites de instalación recomendado por el fabricante (+4 °C o mas).....	OK
11	Verificar que la tensión máxima permitida no exceda en los datos de tensión suministrados con la ingeniería.....	OK
12	Verificar continuidad en cables de instrumentación y tambien a los cables de fuerza después de la instalación.	OK
13	Preparar radio de curvatura del cable de acuerdo a especificaciones y libre enroscadura del cable.....	OK
14	La instalación del cable esta limpia y colocada de acuerdo con planos.....	OK
15	Espaciamiento entre cables de instrumentacion y cables de fuerza de acuerdo con especificaciones.....	OK
16	Identificación de cables de acuerdo con especificaciones y planos.....	OK
17	Extremo de cables sellado despues del cortar.....	OK

OBSERVACIÓN/ COMENTARIO

G-B C6 G9 FJ 57 -CB

APROBADO POR

ING. CALIDAD VERSAC	ING. RESIDENTE JR VERSAC	SUPERVISOR VERSAC	SUPERVISOR CLIENTE
NOMBRE: GI D9 FJ -G-CB			
FIRMA: Aprobado	FIRMA: Aprobado	FIRMA: Aprobado	FIRMA: Aprobado
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:



PROTOCOLO DE PRUEBA DE MEGADO DE CABLES

COD:	VER-ELEC-REG-04-02
REV:	0
VER.:	1
PAG:	1 del 1

PROYECTO: "REEMPLAZO DE TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA - MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA"

N° PARTIDA	PARTIDA	REGISTRO N°	FECHA
			26/12/2016
	TIPO DE CABLE DE CONTROL		
	1 PAR + 1 SHIELD 16 AWG		

FUERZA () CONTROL (X) INSTRUMENTACION

NOTA: El tiempo de aplicación del megometro es de 1 min.

Instrumento Utilizado: Megometro Digital

Marca: AMC, Modelo: 1025, Capacidad: 250 V-500 V-1000 V

Resultados de las Mediciones de Resistencia de Aislamiento

Numero de Prueba	Entre Fases	Longitud de Tramo m	Medida	Tensión de Ensayo en Corriente Continua (V)	Identificacion de cable
1	R (blanco) - S (negro)	20 m	1660 Mohm	500 voltios	Cable de control
	Fase a Tierra				
1	R (blanco) - Tierra	20 m	1696 Mohm	500 voltios	Cable de control
2	S (negro) - Tierra	20 m	1696 Mohm	500 voltios	Cable de control

OBSERVACIONES:

GB C6 G9 FJ 57 -CB

REALIZADO POR:

OPERARIO ELECTRICISTA		INGENIERO ELECTRICISTA	
Nombre		Ing.	:
Firma	<input checked="" type="checkbox"/> Revisado	Firma	<input checked="" type="checkbox"/> Revisado
Fecha		Fecha	:

APROBADO POR:

INGENIERO CALIDAD	RESIDENTE PROYECTO	SUPERVISOR PROYECTO	SUPERVISOR CLIENTE
<input checked="" type="checkbox"/> GI D9 FJ -G-CB			
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado			



PROTOCOLO DE PRUEBA DE MEGADO DE CABLES

COD:	VER-ELEC-REG-04-01
REV:	0
VER.:	1
PAG:	1 del 1

PROYECTO: "REEMPLAZO DE TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA - MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA"

N° PARTIDA	PARTIDA	REGISTRO N°	FECHA
			26/12/2016
	TIPO DE CABLE DE FUERZA		
	1x3c N° 12 AWG tipo XLP		

FUERZA (X) CONTROL () INSTRUMENTACION

NOTA: El tiempo de aplicación del megometro es de 1 min.

Instrumento Utilizado: Megometro Digital

Marca: AMC, Modelo: 1025, Capacidad: 250 V-500 V-1000 V

Resultados de las Mediciones de Resistencia de Aislamiento

Numero de Prueba	Entre Fases	Longitud de Tramo m	Medida	Tensión de Ensayo en Corriente Continua (V)	Identificacion de cable
1	R (marron) - S (celeste)	40 m	1800Megohm	1000 voltios	Cable de fuerza
	Fase a Tierra				
1	R (marron) - Tierra	40 m	1770Megohm	1000 voltios	Cable de fuerza
2	S (celeste) - Tierra	40 m	1770Megohm	1000 voltios	Cable de fuerza

OBSERVACIONES:

G-B C6 G9 FJ 57 -CB

REALIZADO POR:

OPERARIO ELECTRICISTA	INGENIERO ELECTRICISTA
Nombre :	Ing. :
Firma :	Firma :
Fecha :	Fecha :

APROBADO POR:

INGENIERO CALIDAD	RESIDENTE PROYECTO	SUPERVISOR PROYECTO	SUPERVISOR CLIENTE



PROTOCOLO DE CALIDAD
INSPECCION DE EQUIPO ELECTRONICO

COD:	VER-INSTRU-REG-06-01
REV:	0
VER.:	1
PAG:	1 del 1

PROYECTO	REEMPLAZO DE TANQUE N°02 DE AGUA FRESCA-TOQUEPALA	FECHA	27/12/2016
AREA	TECHO DOMO EN TANQUE EMPERNADO	N° REGISTRO	01
PLANOS		DISCIPLINA	INSTRUMENTACION

EQUIPO	TRANSDUCTOR ULTRASONICO	TAG	
FABRICANTE	SIEMENS	GRADO DE PROTECCION	TIPO
MODELO N°	Modelo XPS-15 N°	ESTILO N°	ECHOMAX
		SERIE N°	PBD/F6025029

	ACEPTABLE		ACEPTABLE
EXAMINE PARA SABER SI HAY PIEZAS DAÑADAS Y QUE FALTAN	<input type="checkbox"/> OK	PRUEBA POR INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE	<input type="checkbox"/>
EXAMINE PARA SABER SI HAY TUERCAS FLOJO	<input type="checkbox"/> OK	DATOS DE EQUIPOS DE ACUERDO A HOJA DE DATOS	<input type="checkbox"/> OK
EXAMINE PARA SABER SI HAY CONEXIONES FLOJAS DEL CABLEADO	<input type="checkbox"/> OK	N/A	<input type="checkbox"/>
EXAMINE PARA SABER SI HAY SUCIEDAD Y/O MATERIAL EXTRAÑO	<input type="checkbox"/> OK	OTROS	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:

G-B'C6 G9FJ57-CB

REALIZADO POR:

OPERARIO ELECTRICISTA	INGENIERO ELECTRICISTA
Nombre :	Ing. :
Firma : <input checked="" type="checkbox"/> Revisado	Firma : <input checked="" type="checkbox"/> Revisado
Fecha :	Fecha :

APROBADO POR:

INGENIERO CALIDAD	RESIDENTE PROYECTO	SUPERVISOR PROYECTO	SUPERVISOR CLIENTE
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado GI D9FJ-GCB			

Anexo N°5: Especificaciones del fabricante-Correo Web

Mensaje reenviado -----

De: Lizardo Ortega <lortega@ggsperu.pe>

Para: Palomino Yupa, Luis <lpalominoy@southernperu.com.pe>, Diana Diaz <ddiaz@ggs-peru.pe>, david coolidge <david.coolidge@lisboasylwan.com>, preynoso@southern-peru.com.pe, etalavera@versac.com.pe, wdelacruz@versac.com.pe

CC: Jace Terry <jterry@cstindustries.com>, Pablo Golmajer <pgolmajer@cstindustries.com>

Enviado: Fri, 07 Oct 2016 10:55:17 -0500 (PET)

Asunto: Conferencia telefónica - Erección de tanque de agua fresca

Estimados señores

De acuerdo con la conferencia telefónica sostenida ayer, alcanzo la siguiente información acerca de los temas tratados:

Participantes:

Ings. Percy Reynoso (SPCC), Luis Palomino (SPCC), Edgardo Talavera (contratista), William de la Cruz (VERSAC), Diana Díaz (GGSP), Lizardo Ortega (GGSP), David Coolidge (CST)

De los trípodes: El Contratista plantea usar 16 trípodes con capacidad de carga individual tal que cubra por los 32 recomendados por CST. Se manifiesta que el número se da por un tema de seguridad y de experiencia de parte de CST. De la colocación del domo, el planteamiento del técnico de CST es que se haría después del terminado el 2do anillo.

Del torque/ torquímetro para el ajuste de los pernos del cuerpo del tanque: este debe tener una capacidad desde **30 a 100 lbs-ft**. Se indica también que el tema de ajuste es un punto donde la temperatura del medio ambiente influirá para definir las torques adecuadas.

De la pistola de impacto. El contratista informa que esta será eléctrica, por lo que el técnico de CST manifiesta que será un punto a tener cuidado al momento de la instalación ya que puede afectar al pegamento si el disparo es muy rápido, idealmente la pistola debía ser neumática. La marca de la pistola no es relevante, debe ser de una calidad tal que provea un desempeño uniforme durante su operación.

Del pegamento. El técnico de CST manifiesta que hay que tener especial cuidado con el almacenaje del pegamento que llegó con el tanque, debido a que unas condiciones deficientes de almacenaje afectarán las propiedades del mismo y se puede malograr.

El contratista y SPCC solicitan el packing list. Se informa que en cada uno de los contenedores debía encontrarse copias del packing list, pero que se pedirá a CST que envíe una copia.

De la presencia del técnico para la supervisión de la erección del tanque: Se define como fecha de inicio el miércoles 9 de noviembre 2016 (se hará la inducción el martes 8, antes habrá una visita el lunes 7 para las coordinaciones necesarias entre las partes.) El técnico de CST estima que los trabajos materia de su supervisión pueden quedar terminados entre el 15 y 17 de diciembre.

El técnico se retirará el 17 de diciembre, y el contratista continuará con los trabajos accesorios (instalación de boquillas, la conexión del tanque a la línea de la planta, entre otros.) El técnico de CST regresará para la inspección final y pruebas el 13 de enero 2017 por un periodo de 10 días.

Con relación al llenado del tanque con agua, después de concluidos los trabajos, este se llenará a razón de 1m cada 12 horas.

Planos de la base/anillo. Se solicita que SPCC envíe los planos de la base/anillo a GGSP a fin de efectuar una revisión previa al montaje. El sistema de anclaje a usarse será Hilti. GGSP a nombre de CST, solicita autorización para grabar los trabajos de erección para su registro, para lo que SPCC indicará las gestiones necesarias. La semana del 24 de octubre se hará coordinaciones vía Skype entre todas las partes a fin de llegar con la mejor preparación posible al momento de inicio de trabajos. Por favor dar acuse de recibo.

Atentos

Saludos,

--

Lizardo Ortega

Los Zorzales 130, Of. 501, San Isidro, Lima 027, Perú. T: +51 1 651 2 651. C: +51 986 632

www.ggsperu.pe

Anexo N°6: Registro de llenado para TK N° 02 de agua fresca de 5800 m³.

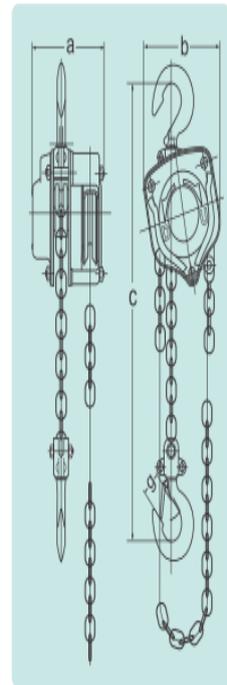
Ítem	Periodo (hr)	Descripción	Tiempo día de inspección (hora)	AlturaRegleta (cm)	Altura nivel interior (cm)	N° vueltas Volante Válvula ingreso 30"	Variación tiempo (hora) (A)	Variación altura real (cm) (B)	Rapidez de ascenso (cm/hr) (C=B/A)
1	Hasta las primera 18hrs	Tiempo 1	9.21	120	105	3.75	1.00	12.00	12.00
2	24	Tiempo 2	16.00	250.00	235	3.125	1.00	17.00	17.00
3	29	Tiempo 3	21.00	307.00	292	3	1.00	10.00	10.00
4	40	Tiempo 4	8.00	362.00	347	2.75	1.00	5.00	5.00
5	48	Tiempo 5	16.00	426.00	411	2.875	1.00	8.00	8.00
6	53	Tiempo 6	21.00	466.00	451	2.875	1.00	8.00	8.00
7	64	Tiempo 7	8.00	521.00	506	2.8125	1.00	5.00	5.00
8	72	Tiempo 8	16.00	601.00	586	3.0625	1.00	10.00	10.00
9	92	Tiempo 9	12.00	761.00	746	2.9375	1.00	8.00	8.00
10	120	Tiempo 10	16.18	985.00	970	2.9375	1.00	8.00	8.00

Anexo N°7: Especificación técnica tecele de cadena 5 toneladas.

Specifications

Load Chain : With special alloy load chain.

Capacity (t)	Model Number	Standard Lift (m)	Net Weight (kg)	Gross Weight (kg)	Pull to Lift Load		Head Room c (mm)	a (mm)	b (mm)	g (mm)	Test Load (t)
					(kgf)	(N)					
1 ¹ / ₂	VP5-05	2.5	8.3	8.7	25	245	285	129	145	27	0.75
1	VP5-10	2.5	11.3	11.8	33	324	315	149	158	30	1.5
1 ¹ / ₂	VP5-15	2.5	13.5	14.0	34	333	340	149	177	34	2.25
2	VP5-20	3.0	21.0	22.2	34	333	380	181	204	37	3.0
3	VP5-30	3.0	22.0	22.7	35	343	475	149	208	43	4.5
5	VP5-50	3.0	40.0	41.5	39	382	600	181	263	47	7.5



Hoiste with the lift in other lengths are also available.

Anexo N°8: Ficha técnica de Sellante elástico Sika flex 1A.



BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA

Sikaflex®-1 A

Sellante elastomérico a base de poliuretano

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	<p>Sikaflex®-1 A es un sellante elástico monocomponente para juntas, a base de poliuretano, de alto rendimiento, que cura con la humedad. Cumple con la Especificación Federal TT-5-00230C, Tipo II, Clase A. Cumple con la norma ASTM C-920, Tipo 5, Grado NS, Clase 35, Uños T, NT, O, Q, I; Canadian Standard CAN / COSE 19.15-M87.</p> <p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Diseñado para todo tipo de juntas de dilatación-contracción, verticales y horizontales en edificación y obras civiles.▪ Juntas bajo agua, tales como en canales y estanques.▪ Juntas en encuentros, marcos de puertas y ventanas, detalles en cubiertas y muchas aplicaciones de pegado en construcción.▪ Aplicaciones como adhesivo elástico entre materiales con diferente coeficiente de dilatación. <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Rápido secado al tacto y curado final.▪ Alta elasticidad, durable y flexible con excepcional resistencia al corte y arrancamiento.▪ Excelente adherencia a la mayoría de los materiales de construcción sin imprimante.▪ Resistente al tránsito vehicular y peatonal.▪ Excelente resistencia al envejecimiento.▪ Probado en exigentes climas de todo el mundo.▪ Registro NSF, cumple con las directrices USDA 1998.▪ Inodoro, no mancha.▪ Resistente a combustibles de aviación.▪ Certificado NSF a NSF/ANSI, estándar 61 para estar en contacto con agua potable.▪ Se puede pintar con pinturas en base acuosa o aceite.▪ Capacidad de movimiento de ± 35% del ancho de la junta.
---------------------------------	---

HOJA TÉCNICA

Sikaflex[®]-1 A

Sellante elastomérico a base de poliuretano

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikaflex[®]-1 A es un sellante elástico monocomponente para juntas, a base de poliuretano, de alto rendimiento, que cura con la humedad. Cumple con la Especificación Federal TT-S-00230C, Tipo II, Clase A. Cumple con la norma ASTM C-920, Tipo S, Grado NS, Clase 35, Usos T, NT, O, G, I; Canadian Standart CAN / CGSB 19.13-M87.

USOS

- Diseñado para todo tipo de juntas de dilatación-contracción, verticales y horizontales en edificación y obras civiles.
- Juntas bajo agua, tales como en canales y estanques.
- Juntas en encuentros, marcos de puertas y ventanas, detalles en cubiertas y muchas aplicaciones de pegado en construcción.
- Aplicaciones como adhesivo elástico entre materiales con diferente coeficiente de dilatación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Rápido secado al tacto y curado final.
- Alta elasticidad, durable y flexible con excepcional resistencia al corte y arrancamiento.
- Excelente adherencia a la mayoría de los materiales de construcción sin imprimante.
- Resistente al tránsito vehicular y peatonal.
- Excelente resistencia al envejecimiento.
- Probado en exigentes climas de todo el mundo.
- Registro NSF, cumple con las directrices USDA 1998.
- Inodoro, no mancha.
- Resistente a combustible de aviación.
- Certificado NSF a NSF/ANSI, estándar 61 para estar en contacto con agua potable.
- Se puede pintar con pinturas en base acuosa o aceite.
- Capacidad de movimiento de $\pm 35\%$ del ancho de la junta.

Anexo N°9: Presupuesto de Obra

PROYECTO: MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO DE AGUA DE 5800M3
CONTRATO N°: 2710-49A
FECHA: 12/08/2016
PLAZO EJEC. : 120 DÍAS CALENDARIO
LUGAR: TOQUEPALA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (US\$)	Parcial (US\$)
01	MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO DE AGUA 5800M3				394,661.66
01.01	OBRAS GENERALES				76,533.69
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				76,533.69
01.01.01.01	Movilización y Desmovilización de equipos, herramientas	glb	1.00	10,728.20	10,728.20
01.01.01.02	Movilización y desmovilización de personal interno	mes	4.00	6,760.00	27,040.00
01.01.01.03	Campamentos y Obras Provisionales Tipo I (Nota 1)	glb	1.00	3,167.80	3,167.80
01.01.01.04	Topografía y Georeferenciación	glb	1.00	18,332.08	18,332.08
01.01.01.05	Programa de Seguridad y Medio Ambiente	glb	1.00	3,629.00	3,629.00
01.01.01.06	Elaboración de planos As Built	glb	1.00	2,242.93	2,242.93
01.01.01.07	Alquiler e instalación de baños químicos	mes	4.00	796.89	3,187.56
01.01.01.08	Alquiler e instalación de container de oficina y almacén	mes	4.00	581.53	2,326.12
01.01.01.09	Alquiler de grupo electrogeno	mes	4.00	1,470.00	5,880.00
01.02	OBRAS CIVILES				75,813.74
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				47,458.30
01.02.01.01	Excavación manual sobre relleno compactado	m3	426.00	19.72	8,400.72
01.02.01.02	Demolición del anillo de cimentación de tanque existente	m3	9.00	277.66	2,498.94
01.02.01.03	Refine, nivelación y compactación de terreno	m2	573.00	6.34	3,632.82
01.02.01.04	Relleno material granular compactado (prestamo)	m3	26.00	123.14	3,201.64
01.02.01.05	Relleno arena fina compactado	m3	373.00	57.70	21,522.10
01.02.01.06	Relleno con material filtro (grava)	m3	1.71	63.32	108.28
01.02.01.07	Eliminación de material excedente	m3	566.00	14.30	8,093.80
01.02.02	CONCRETO SIMPLE				632.50
01.02.02.01	Solado, concreto f'c = 100kg/cm2 (e = 5cm)	m3	5.00	126.50	632.50
01.02.03	CONCRETO ARMADO				20,846.88
01.02.03.01	ANILLO DE CIMENTACION				18,599.23
01.02.03.01.01	Concreto f'c 350 kg/cm2	m3	70.00	126.50	8,855.00
01.02.03.01.02	Encofrado y desencofrado anillo de cimentación	m2	191.00	33.13	6,327.83
01.02.03.01.03	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	4,680.00	0.73	3,416.40
01.02.03.02	BUZONES DE REGISTRO				1,436.57
01.02.03.02.01	Concreto f'c 210 kg/cm2	m3	2.70	126.50	341.55
01.02.03.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	30.40	31.89	969.46
01.02.03.02.03	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	172.00	0.73	125.56
01.02.03.03	CAJA DE VALVULA				811.08
01.02.03.03.01	Concreto f'c 210 kg/cm2	m3	1.60	126.50	202.40
01.02.03.03.02	Encofrado y desencofrado	m2	16.50	31.89	526.19
01.02.03.03.03	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	113.00	0.73	82.49
01.02.04	OTROS				5,507.90
01.02.04.01	Pernos de anclaje	u	96.00	3.52	337.92
01.02.04.02	Intalación de Geomembrana lisa de HDPE (e=1.5mm)	m2	621.00	2.63	1,633.23
01.02.04.03	Suministro e instalación de Geotextil antipunzonamiento 200gr/m2	m2	17.00	4.81	81.77
01.02.04.04	Intalación de Anclaje de HDPE Polylock 6"	m	87.00	21.29	1,852.23
01.02.04.05	Tubería HDPE	u	4.00	90.62	362.48
01.02.04.06	Tapa metálica e insertos metálicos	Glb	1.00	1,240.27	1,240.27
01.02.05	ADICIONAL CIVIL				1,368.16
01.02.05.01	Dados de concreto para soporte de tubería Ø 30"	u	2.00	159.08	318.16
01.02.05.02	Diseño de mezclas y prueba del proctor modificado	Glb	1.00	1,050.00	1,050.00
01.03	OBRAS MECANICAS				235,109.50
01.03.01	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL TANQUE EMPERNADO				216,354.72
01.03.01.01	Montaje e instalación del fondo (floor) del tanque	glb	1.00	30,749.99	30,749.99
01.03.01.02	Montaje e instalación del casco (shell) del tanque	glb	1.00	142,477.61	142,477.61
01.03.01.03	Montaje e instalación del domo del tanque	glb	1.00	38,162.73	38,162.73
01.03.01.04	Montaje e instalación de accesorios del tanque(manhole, boquillas, escalera, plataformas, etc.)	glb	1.00	3,523.50	3,523.50
01.03.01.05	Prueba hidrostática del tanque	glb	1.00	1,440.89	1,440.89
01.03.02	MONTAJE DE TUBERIA				18,754.78
01.03.02.01	LINEA DE INGRESO DE 30" DE DIAMETRO (1010-200)				114.90
01.03.02.01.01	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø1 1/4" x 8" long)	u	28.00	2.74	76.72
01.03.02.01.02	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 30" de diametro)	u	1.00	38.18	38.18
01.03.02.02	LINEA DE SALIDA DE 30" DE DIAMETRO (1010-202)				6,086.22
01.03.02.02.01	Pipe std wt erw stl api-5l-b / a53-b: (tamaño: 30" de diametro)	m	1.80	411.60	740.88
01.03.02.02.02	Fig so awwa c207, cl d, ff, stl a105:(tamaño: 30" de diametro)	u	2.00	328.74	657.48
01.03.02.02.03	Junta tipo dresser: (tamaño: 30" de diametro)	u	1.00	255.57	255.57
01.03.02.02.04	Valve butterfly: (tamaño: 30" de diametro)	u	1.00	1,289.16	1,289.16
01.03.02.02.05	Eil 90 deg sr std wt stl a234 gr wpb-w: (tamaño: 30" de diametro)	u	1.00	805.27	805.27
01.03.02.02.06	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 30" de diametro)	u	3.00	38.18	114.54
01.03.02.02.07	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø1 1/4" x 8" long)	u	84.00	2.74	230.16
01.03.02.02.08	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø1 1/4" x 15" long)	u	28.00	3.07	85.96
01.03.02.02.09	Fabricación de codo segmentado de 30" de diametro	u	1.00	1,140.95	1,140.95
01.03.02.02.10	Fabricación de niple (tamaño: 30" de diametro)	u	1.00	766.25	766.25
01.03.02.03	LINEA DE DRENAJE DE 12" DE DIAMETRO (1010-204)				2,048.51
01.03.02.03.01	Pipe std wt erw stl api-5l-b / a53-b: (tamaño: 12" de diametro)	m	2.50	74.87	187.18
01.03.02.03.02	Eil 90 deg lr std wt stl a234 gr wpb-w:(tamaño: 12" de diametro)	u	1.00	245.94	245.94
01.03.02.03.03	Valve gate os&y: (tamaño: 12" de diametro)	u	1.00	514.23	514.23
01.03.02.03.04	Fig so_a105, cl150, ff, stdf, b16.5: (tamaño: 12" de diametro)	u	3.00	190.03	570.09
01.03.02.03.05	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø 7/8" x 6" long)	u	36.00	2.73	98.28
01.03.02.03.06	Junta tipo dresser para conexión de tubería de acero a hierro fundido: (tamaño: 12" de diametro)	u	1.00	113.19	113.19
01.03.02.03.07	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 12" de diametro)	u	3.00	18.05	54.15
01.03.02.03.08	Fabricación de niple (tamaño: 12" de diametro)	u	1.00	265.45	265.45

PROYECTO: MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN TANQUE EMPERNADO DE AGUA DE 5800M3

CONTRATO N°: 2710-49A

FECHA: 12/08/2016

PLAZO EJEC.: 120 DÍAS CALENDARIO

LUGAR: TOQUEPALA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (US\$)	Parcial (US\$)
01.03.02.04	LINEA DE SISTEMA DE CONTRA INCENDIO DE 4" DE DIAMETRO (EXISTENTE)				223.34
01.03.02.04.01	Gate 150# ff, stl, f6 trim: (tamaño: 4" de diametro)	u	1.00	159.56	159.56
01.03.02.04.02	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 4" de diametro)	u	2.00	14.37	28.74
01.03.02.04.03	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø 5/8" x 4.5" long)	u	16.00	2.19	35.04
01.03.02.05	LINEA DE SISTEMA DE HIDRANTES DE 8" DE DIAMETRO (NUEVO)				279.10
01.03.02.05.01	GATE 150# FF, STL, F6 TRIM: (TAMAÑO: 8" DE DIAMETRO)	u	1.00	238.67	238.67
01.03.02.05.02	GASKET 150# FF NITRILE RUBBER 1/8" (3 MM) THK: (TAMAÑO: 8" DE DIAMETRO)	u	1.00	20.83	20.83
01.03.02.05.03	STUD-BOLT A193 GR B7 W/A194 GR 2H NUTS UNC/8UN: (TAMAÑO: Ø 3/4" X 5" LONG)	u	8.00	2.45	19.60
01.03.02.06	LINEA DE RESERVA DE 8" DE DIAMETRO				279.10
01.03.02.06.01	GATE 150# FF, STL, F6 TRIM: (TAMAÑO: 8" DE DIAMETRO)	u	1.00	238.67	238.67
01.03.02.06.02	GASKET 150# FF NITRILE RUBBER 1/8" (3 MM) THK: (TAMAÑO: 8" DE DIAMETRO)	u	1.00	20.83	20.83
01.03.02.06.03	STUD-BOLT A193 GR B7 W/A194 GR 2H NUTS UNC/8UN: (TAMAÑO: Ø 3/4" X 5" LONG)	u	8.00	2.45	19.60
01.03.02.07	OTROS				217.19
01.03.02.07.01	Fig blind, a105, c1150, ff, stdf, b16.5: (tamaño: 4" de diametro)	u	1.00	62.26	62.26
01.03.02.07.02	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 4" de diametro)	u	1.00	14.37	14.37
01.03.02.07.03	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø 5/8" x 4.5" long)	u	8.00	2.19	17.52
01.03.02.07.04	Fig blind, a105, c1150, ff, stdf, b16.5: (tamaño: 6" de diametro)	u	1.00	62.26	62.26
01.03.02.07.05	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 6" de diametro)	u	1.00	18.05	18.05
01.03.02.07.06	STUD-BOLT A193 GR B7 W/A194 GR 2H NUTS UNC/8UN: (TAMAÑO: Ø 3/4" X 5" LONG)	u	8.00	2.45	19.60
01.03.02.07.07	Gasket 150# ff nitrile rubber 1/8" (3 mm) thk: (tamaño: 3" de diametro)	u	1.00	14.37	14.37
01.03.02.07.08	Stud-bolt a193 gr b7 w/a194 gr 2h nuts unc/8un: (tamaño: ø 5/8" x 4" long)	u	4.00	2.19	8.76
01.03.02.08	ADICIONAL MECANICA				9,506.42
01.03.02.08.01	Prueba de cubicación, medición de Verticalidad y Redondez	u	1.00	6,100.00	6,100.00
01.03.02.08.02	Recubrimiento de planchas dañadas	m2	362.00	9.41	3,406.42
01.04	OBRAS ELECTRICAS				4,269.48
01.04.01	Lampara tipo led de 50 Watt 120VAC, 60Hz	u	1.00	216.48	216.48
01.04.02	Cable de fuerza 1x3c #12AWG tipo XLP/PVC, 90°C	m	50.00	12.79	639.50
01.04.03	Tuberia conduit tipo R.G.S de 1" de diametro x 3 metros con revestimiento de PVC	u	15.00	90.71	1,360.65
01.04.04	Condulet R.G.S de 1" de diametro tipo C con revestimiento de PVC	u	10.00	40.59	405.90
01.04.05	ADICIONALES				1,646.95
01.04.05.01	Suministro, instalación y montaje de tubería conduit flexible revestido en PVC de Ø 1"	m	8.00	18.88	151.04
01.04.05.02	Caja de paso de acero galvanizado recubierto en PVC, de 200x200x100 mm.	u	1.00	83.58	83.58
01.04.05.03	Construcción de Banco de Ductos de 0.4 x 0.6 x 28 m	gib	1.00	1,412.33	1,412.33
01.05	OBRAS INSTRUMENTACION				2,935.25
01.05.01	MONTAJE DE INSTRUMENTACIÓN				2,301.69
01.05.01.01	Cableado y conexionado de cable de instrumentación de 1 par + shield	m	70.00	7.36	515.20
01.05.01.02	Montaje e instalación de tubería conduit de 3/4" revestido de pvc (incluye canales unistrut, abrazadera)	m	70.00	25.52	1,786.40
01.05.02	ADICIONALES				633.65
01.05.02.01	MONTAJE E INSTALACIÓN DE SENSOR DE NIVEL	u	1.00	358.96	358.96
01.05.02.02	MONTAJE E INSTALACIÓN DE REGLETA	u	1.00	274.69	274.69
	COSTO DIRECTO			US\$	394,661.66
	GASTOS GENERALES			38.60%	152,339.54
	UTILIDADES			10.00%	39,466.17
	PRESUPUESTO DE OBRA (SIN IGV)			US\$	586,467.37

Anexo N°10: Ficha técnica de sensor y registrador de nivel

Transductores Echomax XPS

Descripción



Por medio de la tecnología ultrasónica, los sensores Echomax® XPS miden el nivel de llenado de un gran número de líquidos y sólidos granulados.

Los sensores son resistentes a las inundaciones, al vapor y a sustancias químicas agresivas; además, pueden instalarse sin bridas.

La serie XPS ofrece varias versiones para cubrir distintos rangos de medida hasta los 30 m (100 ft) y con una temperatura máxima de +95 °C (+203 °F).

Estando en servicio, los sensores Echomax emiten impulsos acústicos hacia un cono acústico estrecho. El transmisor de nivel de llenado mide el tiempo de ejecución entre la emisión del impulso y la recepción del eco, y en base a ello calcula la distancia entre el sensor y el material.

Y no lo olvide: una solución de medición de nivel incluye interruptores de nivel y de protección contra sobrellenado, notificación de vacío y protección contra funcionamiento en seco.

Detalles

Rango de medida máx	XPS-10: 10 m (33 ft) XPS-15: 15 m (50 ft) XPS-30: 30 m (98 ft)
Rango de medida mín.	XPS-10 / XPS-15: 0.3 m (1 ft) XPS-30: 0.6 m (2 ft)
Temperatura máx.	Serie XPS: 95 °C (203 °F)
Frecuencia	XPS-10 / XPS-15: 44 kHz XPS-30: 30 kHz

Ventajas

- Compensación de temperatura integrada
- Una rápida amortiguación de las oscilaciones, que reduce la distancia muerta
- Revestimiento de espuma opcional para aplicaciones en entornos polvorientos
- Se limpian solos y requieren poco mantenimiento
- Resistencia química
- Herméticamente sellado

Instrumentación

/ Medidores de caudal de flujo de canal abierto



Controlador de flujo en canales abiertos (LUT430 / 440)

Los controladores ultrasónicos Siemens SITRANS LUT430 y LUT440 son de un solo punto, controladores ultrasónicos compactos, de largo alcance para el nivel de continua, o la medición de volumen de líquidos, semilíquidos y sólidos, y el seguimiento de alta precisión de flujo de canal abierto. El SITRANS LUT430 está diseñado para el nivel, el volumen, la bomba y la medición de flujo e incluye todo el conjunto de control avanzado de la bomba y la funcionalidad de alarma, vigilancia del flujo de canal abierto, y la capacidad básica de registro de datos de flujo. El SITRANS LUT440 es el más alto modelo más destacado, la precisión. Incluye todas las características del LUT430, además de la mejor precisión de la industria (± 1 mm a menos de 3 m), conjunto completo de funcionalidad de control avanzada, y una mayor capacidad de registro de flujo.

Presupuesto:

- Rango: 0,3 a 60 m (1 a 196 pies)
- transductores compatibles: Todos los transductores de la serie Echomax y ST-H
- Precisión: ± 1 mm (0,04") más 0,17% de la distancia medida
- De alta precisión OCM: ± 1 mm (0,04"), a menos de 3 m (9,84 pies) Rango
- Echo vistas perfil y tendencias de pantalla local.



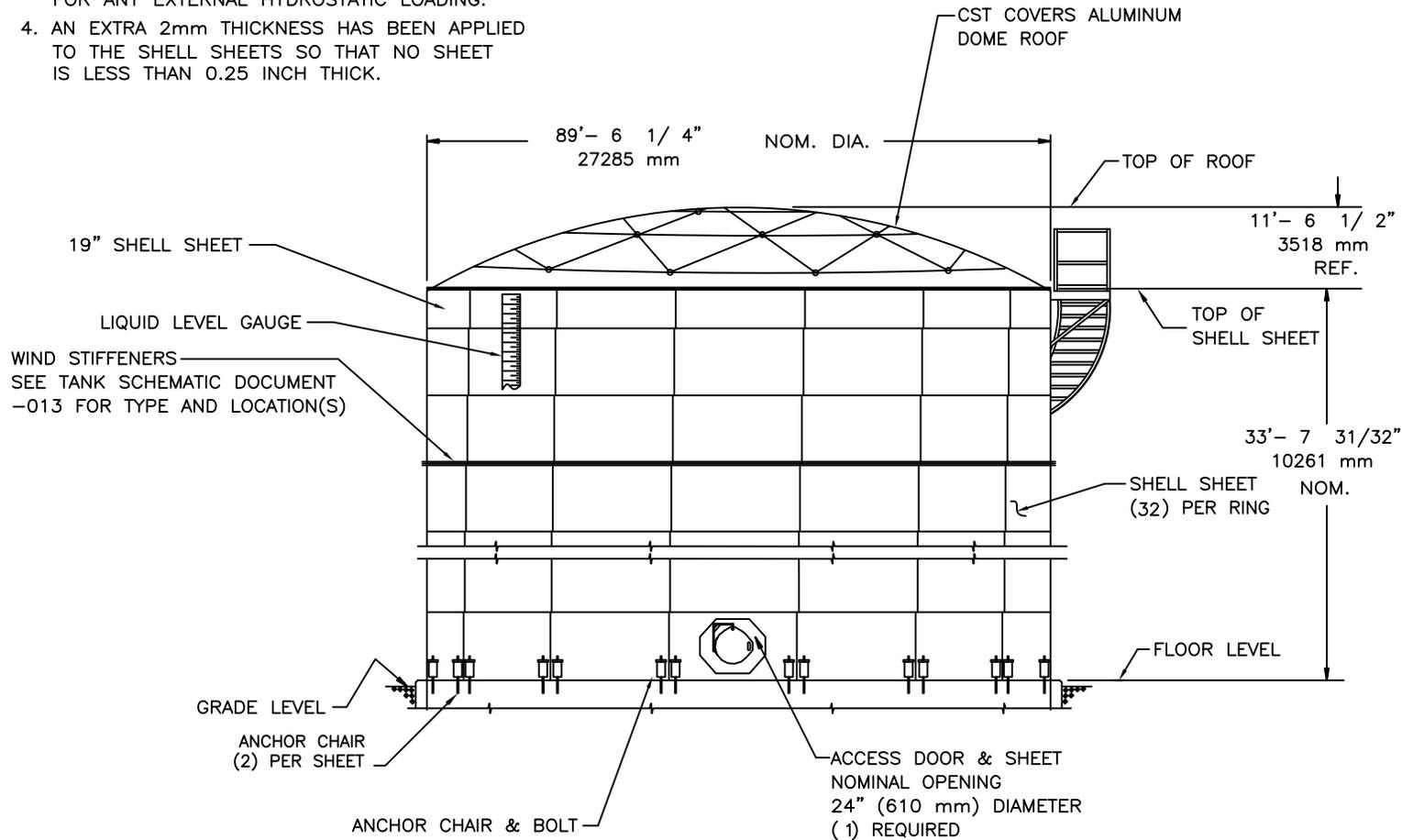
Controlador de flujo en canales abiertos (LUT440)

PLANOS

NOTES:

1. THIS DRAWING IS NOT TO SCALE.
2. REFER TO TANK SCHEMATIC DOCUMENT -013 FOR NUMBER OF RINGS IN TANK AND RESPECTIVE SHEET THICKNESSES.
3. THIS TANK AND FLOOR ARE NOT DESIGNED FOR ANY EXTERNAL HYDROSTATIC LOADING.
4. AN EXTRA 2mm THICKNESS HAS BEEN APPLIED TO THE SHELL SHEETS SO THAT NO SHEET IS LESS THAN 0.25 INCH THICK.

TANK DESIGN FREEBOARD	12 in 305 mm	REL	DESCRIPTION
MAX. ROOF LOAD PER ATTACHMENT POINT (FIXED TYPE CONNECTION)	7000 lb 3175 kg	1	REL PER MIP 1505220 06/08/15
SLOSHING WAVE HEIGHT	38 in 963 mm	2	REV PER CHANGE ORDERS 08/10/15



ELEVATION

PANEL INTERIOR COATING:
TRICOBOND EP (7 MILS AVG)
PANEL EXTERIOR COATING:
TRICOBOND EP W/PERFORMANCE URETHANE
TRICOBOND EP (7 MILS AVG)
SHELL COLOR: Gris Luminoso RAL 7035



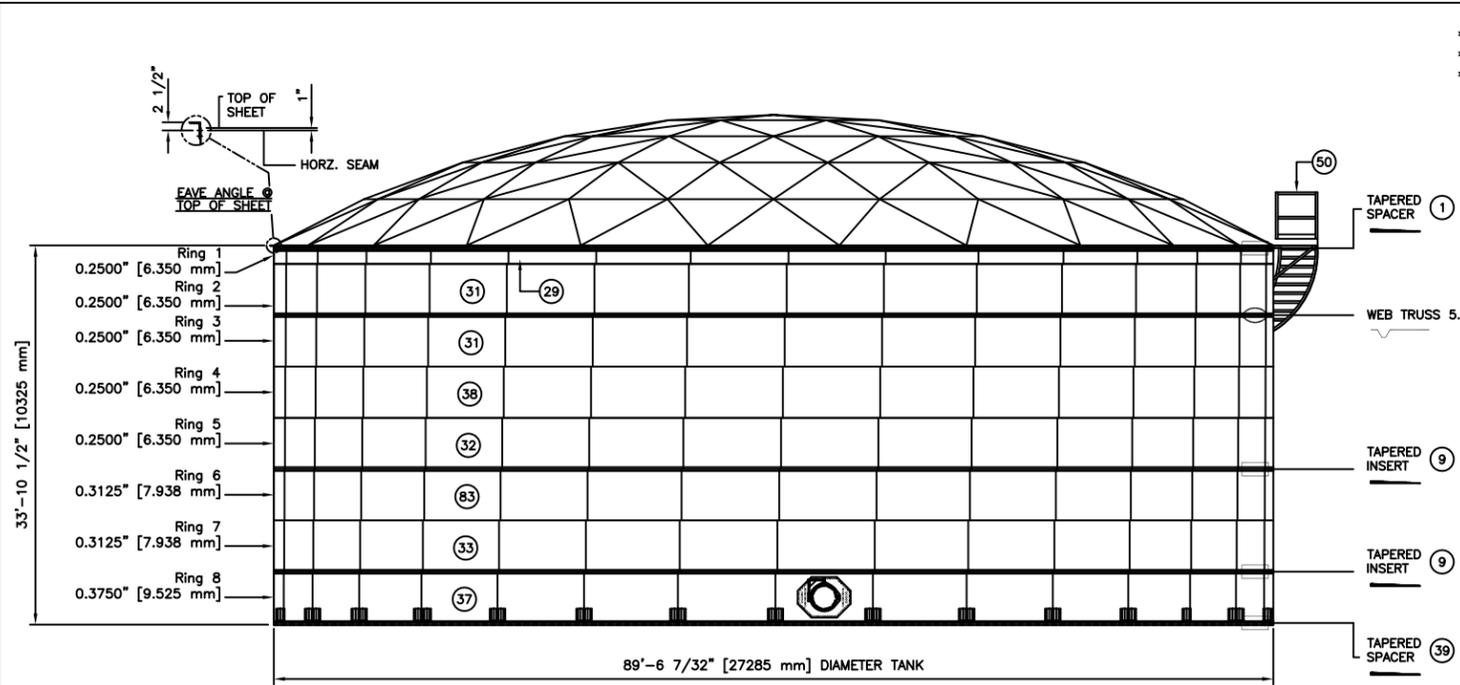
DEKALB, ILLINOIS 60115
CONFIDENTIAL
THIS DRAWING IS THE PROPRIETARY PROPERTY OF
CST STORAGE AND SHALL NOT BE
USED NOR REPRODUCED WITHOUT THE
EXPRESS WRITTEN CONSENT OF THE COMPANY.
CST STORAGE COPYRIGHT ©2015
ALL RIGHTS RESERVED

FILE: 1505220A

DRAWN BY ARB
DATE 06/08/15

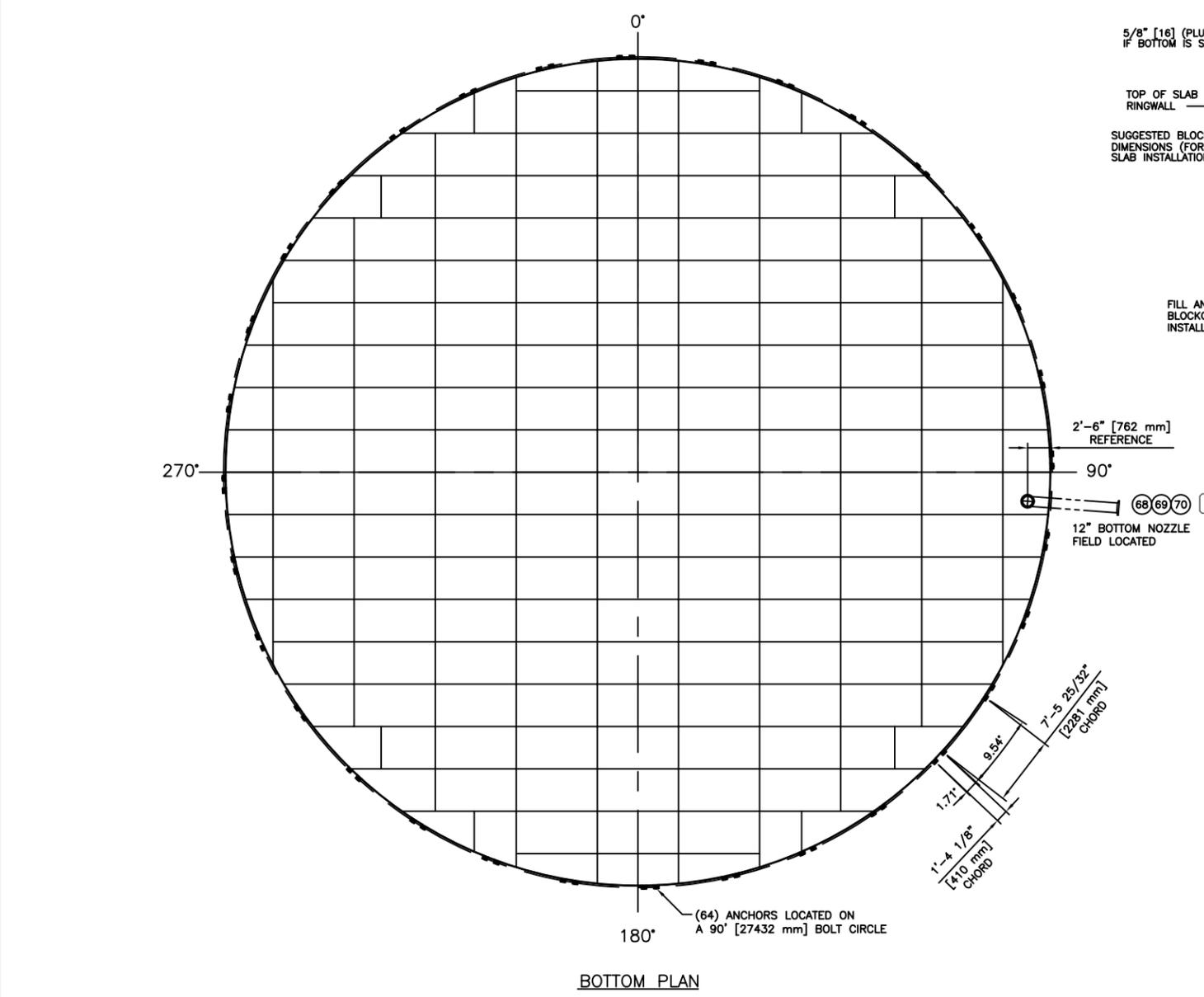
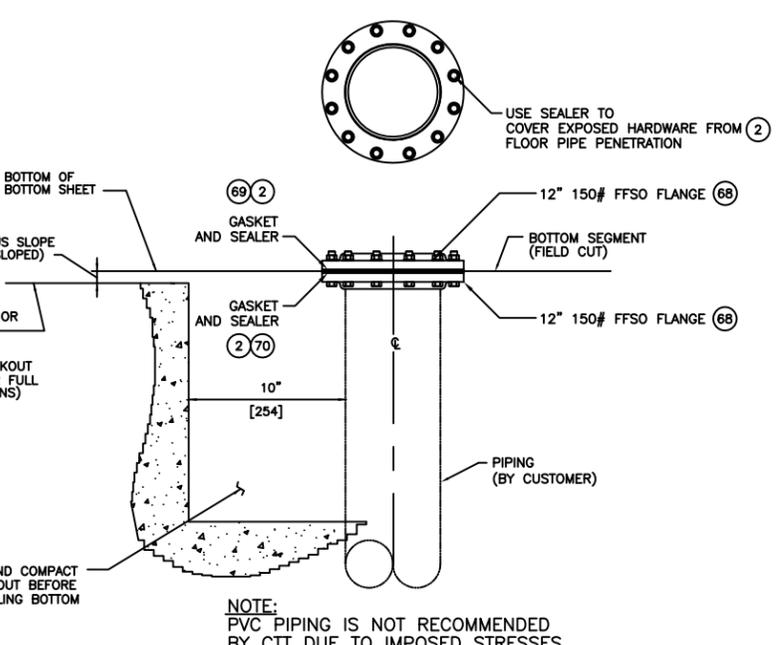
9034 SFWT
SZ AWWA D103-97
(EFFECTIVE MASS)
SOUTHERN PERU
COPPER CORPORATION
Job: 271049
Project: Reemplazo de tanque de agua fresca
Toquepala, Tacna, Peru

DRWG NO.



ITEM#/S	PART NO.	QTY	DESCRIPTION	PAINT
* 74	9-FCO-158613A	1	FIELD CONSTRUCTION DETAILS [RING 1 - RING 4]	N
* 75	9-FCO-158613B	1	FIELD CONSTRUCTION DETAILS [RING 5 - FOUNDATION]	N
* 76	9-FCO-158613C	1	FIELD CONSTRUCTION DETAILS [GENERAL INSTALL DETAILS]	N
77	795HILTI	1	MD 2500 MANUAL DISPENSOR - HILTI	N
78	546HITC200R	54	HY 200 MAX ADHESIVE CARTRIDGE (SMALL - 16.3 CU. IN.) - HILTI	N
79	99-01-0218-63	64	THREADED ROD F1554 X 36" LONG	N
80	782G02000	128	NUT 1 1/4 HEX HDG	N
81	791G12500	64	FLAT WASHER 1-1/4"	N
82	8704BPW30-158613B	1	30" DOUBLE NOZZLE EPDM KIT {N1}	N
83	266592S5600	32	SHELL SHEET 0.3125" GRADE 70	E/ET

ITEM#/S	PART NO.	QTY	DESCRIPTION	PAINT
1	084373-004	32	TAPERED SPACER	N
2	254672-202	88	SEALER 79, CARTONS [SIKA FLEX] (ALUMINUM GRAY)	N
3	277650-000	1	GASKET, 24"	N
4	287270S6500	1	REINFORCING PLATE, .2188" {MH1}	E/ET
5	287270S5600	1	REINFORCING PLATE, .3125" {MH1}	E/ET
* 6	715CD034-158613A	1	LIQUID LEVEL GAUGE	N
7	261256-090	32	STIFFENER ANGLE	Z
8	260577-005	32	SPLICE ANGLE	Z
9	084374-000	64	TAPERED INSERT	N
10	257553-000	224	WEB TRUSS, 5.5", SHORT	Z
11	262000-002	15624	STRUCTURE BOLT, 1 1/4"	N
12	262000-003	6780	STRUCTURE BOLT, 1 1/2"	N
13	262000-004	3782	STRUCTURE BOLT, 1 3/4"	N
14	262000-006	771	STRUCTURE BOLT, 2"	N
15	262415-002	235	HHCS 1/2 X 2 1/4" SPCL. FNSH.	N
16	261974-000	470	WASHER, SPECIAL	Z
17	252275-000	27192	WASHER, 1/2"	N
18	262416-001	26958	HEX. NUT, 1/2" HDZ	N
19	263525-001	235	HEX. NUT, 1/2" MDZ	N
20	081816-007	30000	PROTECTIVE COVER (LIGHT GREY)	N
21	262778-000	2	DANGER DECAL	N
22	257249-000	1	INFORMATION SIGN	N
23	341SS000L-158613A	1	LIQUID TANK - NAMEPLATE	N
24	266254-000	1	OPERATORS MANUAL	N
25	262166-000	3	IMPORTANT DECAL	N
26	260581-000	3	TANK MOD. WARNING DECAL	N
27	266255-000	1	INSPECTION AND MAINT. REVIEW	N
28	288525S5700	1	24" ROUND ACCESS DOOR SHEET {MH1}	E/ET
29	262543N5500	32	SHELL SHEET 0.2500" GRADE 40	E/ET
30	280524-120	1	24" ACCESS DOOR, NORMAL DUTY, STANDARD (EPOXY) {MH1}	E/ET
31	272429N5500	64	SHELL SHEET 0.2500" GRADE 40	E/ET
32	266592S5500	32	SHELL SHEET 0.2500" GRADE 70	E/ET
33	266592S5600	31	SHELL SHEET 0.3125" GRADE 70	E/ET
34	15-8613X	1	DOME PACKAGE	N
35	99-00-0300-69	1	HUCK GUN MODEL 255	N
36	268485	2	NOSE PIECES FOR HUCK GUN 255	N
37	288399S5700	27	0.3750" FND. SHT. GR. 70 W/(2) ANCHOR CHAIR PUNCHING	E/ET
38	272429S5500	32	SHELL SHEET 0.2500" GRADE 70	E/ET
39	261067-002	64	TAPERED SPACER	N
40	795ASPEXJT48	358	48" X 60" ASPHALT IMPREGNATED	Z
41	261424-000	64	ANCHOR BOLT CHAIR	N
42	261725-010	64	WASHER, PLATE, 1 1/4"	Z
43	322T3090-158613D	1	BACKING FLANGE FOR A 30" NOZZLE OPENING {N2}	E
44	704T3090-158613E	1	30" EXTERIOR NOZZLE X 16.5354" [420 MM] PROJECTION {N2}	E/ET
45	704T3090-158613D	1	30" EXTERIOR NOZZLE X 16.5354" [420 MM] PROJECTION {N1}	E/ET
46	8704BPW30-158613A	1	30" DOUBLE NOZZLE EPDM KIT {N1}	N
47	322T3090-158613A	1	BACKING FLANGE FOR A 30" NOZZLE OPENING {N1}	E
48	322T3090-158613B	1	SHIM PLATE BACKING FLANGE FOR A 30" NOZZLE OPENING {N2}	ET
49	322T3090-158613C	1	SHIM PLATE BACKING FLANGE FOR A 30" NOZZLE OPENING {N2}	E
* 50	982G-158613A	1	WINDING STAIR PLAN AND ELEVATION	N
* 51	990T034-158613A	1	TANK ELEVATION AND BOM	N
* 52	990T034-158613B	1	FLOOR PLAN AND BOM	N
* 53	990T034-158613C	1	TANK STRETCH-OUT	N
54	878G034-158613A	1	EXTERIOR LADDER	Z
* 55	878G4848-158613A	1	4' X 20' PLATFORM FOR DOME ACCESS FROM LADDER & SPIRAL	Z
56	704T0890-158613A	1	8" EXTERIOR NOZZLE X 12.6378 [321 MM] PROJECTION {N3}	E/ET
57	271313-108WLXHW	2	8" DOUBLE NOZZLE EPDM KIT {N3, N4}	N
58	704T0890-158613B	1	8" EXTERIOR NOZZLE X 12.5591 [319 MM] PROJECTION {N4}	E/ET
59	271335-001	2	BACKING FLANGE FOR 8" NOZZLE {N3, N4}	E
60	704T0490-158613C	1	4" EXTERIOR NOZZLE X 14.6457 [372 MM] PROJECTION {N5}	E/ET
61	271313-104WLXHW	1	4" DOUBLE NOZZLE EPDM KIT {N5}	N
62	271332-001	1	BACKING FLANGE FOR 4" NOZZLE {N5}	E
63	288394S5700	1	0.3750" FND. SHT. GR. 70 W/30" NOZZLE OPENING	E/ET
64	288395S5600	1	SHELL SHEET 0.3125" GRADE 70 W/30" NOZZLE OPENING	E/ET
65	288396S5700	1	0.3750" FND. SHT. GR. 70 W/4" NOZZLE OPENING	E/ET
66	288397S5700	1	0.3750" FND. SHT. GR. 70 W/(2) 8" NOZZLE OPENING	E/ET
67	288398S5700	1	0.3750" FND. SHT. GR. 70 W/30" NOZZLE OPENING	E/ET
68	10006-04	2	12" 150# FLAT FACED SLIP ON FLANGE	E
69	8708BGW120HW	1	12" BLIND FLANGE HARDWARE EPDM KIT	N
70	50-88-0511-50	1	GASKET FOR 12" 150# FLAT FACE SLIP ON FLANGE	N
71	10006-02	2	8" 150# FLAT FACED SLIP ON FLANGE	E/ET
72	10006-01	1	4" 150# FLAT FACED SLIP ON FLANGE	E/ET
73	10006-30	2	30" 150# FLAT FACED SLIP ON FLANGE	E/ET



- NOTES:**
- THIS BILL OF MATERIAL IS FOR ONE COMPLETE TANK.
 - DRAWINGS REQUIRED FOR FIELD USE.
 - INTERIOR AND BOTH SIDES OF BOTTOM PAINTED ONE COAT TRICO THERMOSET CORROSION RESISTANT POWDER EPOXY BOND EP (7 MILS AVERAGE, DFT). EXTERIOR PAINTED ONE COAT OF TRICO THERMOSET CORROSION RESISTANT POWDER EPOXY BOND EP WITH FINISH COAT OF Gris Luminoso RAL 7035 PERFORMANCE URETHANE (7 MILS AVERAGE, DFT).
 - POTABLE WATER STORAGE TANK DESIGNED IN ACCORDANCE WITH AWWA D103-97 SPEC. SEISMIC ZONE 4, I = 1.25, RW = 3.5, 90 MPH WINDLOAD PER AWWA, 20 PSF LIVE DECK LOAD, SPECIFIC GRAVITY = 1.00.
 - FIBERBOARD SHALL BE INSTALLED IN ACCORDANCE WITH AWWA D103-09, SECTION 13.4.

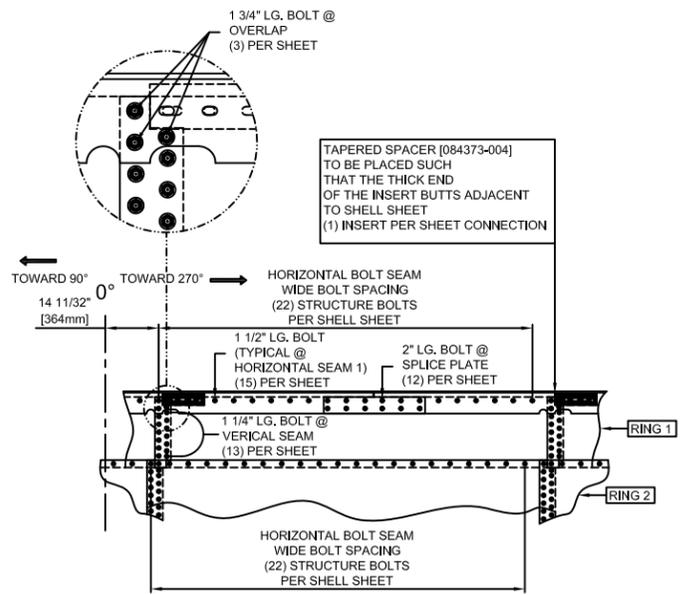
PROJECT NAME: REEMPLAZO DE TANQUE DE AGUA FRESCA
CUSTOMER JOB NUMBER: 271049

REV	REVISION	DATE	BY	APR.
1	RELEASED TO FABRICATION	2/10/18	CKH	RDR
2	REVISED PER CHANGE ORDER 15-8613-14	1/11/18	CKH	RDR
3	REVISED PER CHANGE ORDER 15-8613-13	11/11/15	CKH	RDR
4	REVISED PER CHANGE ORDERS 15-8613-12	12/21/15	CKH	RDR
5	REVISED PER CHANGE ORDERS 15-8613-11 AND 15-8613-09	8/10/15	CKH	RDR

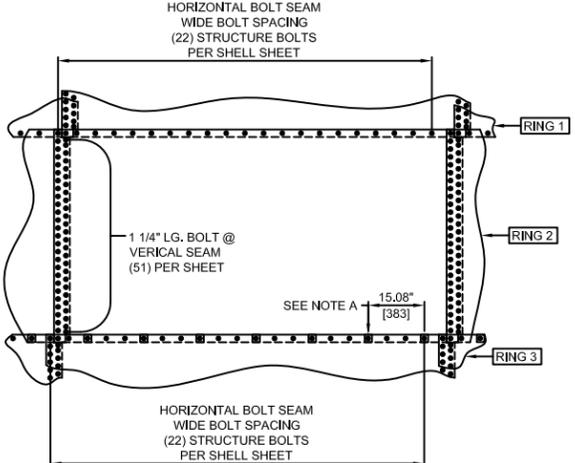
TANK ELEVATION AND BOM
90" x 34" HIGH TANK
FOR:
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
TOQUEPALA, TACNA, PERU

ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
15-8613	8 June 2015	Ujag [signature]

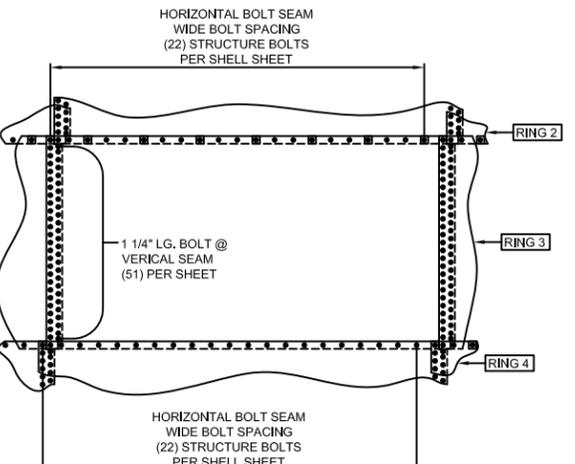
CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.



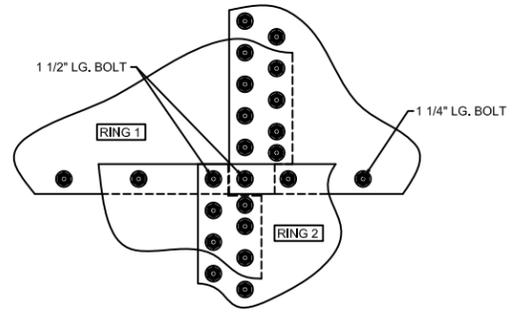
**(2V) SHELL SHEET TO (2V) SHELL SHEET
BOLT LOCATION DETAIL**
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



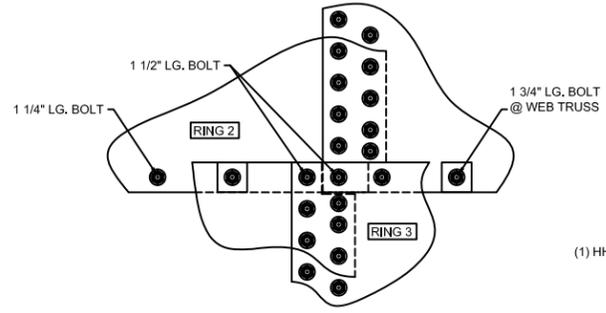
**(2V) SHELL SHEET TO (2V) SHELL SHEET
BOLT LOCATION DETAIL**
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



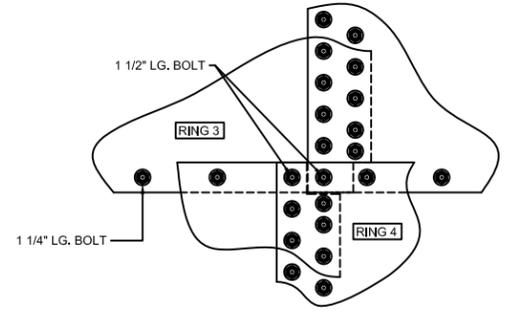
**(2V) SHELL SHEET TO (2V) SHELL SHEET
BOLT LOCATION DETAIL**
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



**FOUR CORNER JOINT DETAIL
[HORIZONTAL SEAM 2]**
(EXTERIOR VIEW SHOWN)



**FOUR CORNER JOINT DETAIL
[HORIZONTAL SEAM 3]**
(EXTERIOR VIEW SHOWN)

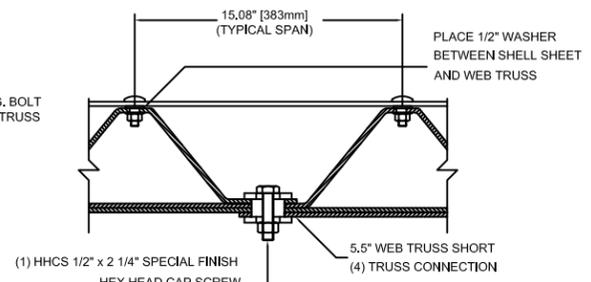


**FOUR CORNER JOINT DETAIL
[HORIZONTAL SEAM 4]**
(EXTERIOR VIEW SHOWN)

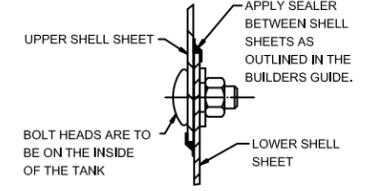
NOTE A:
WEB TRUSS LOCATED EVERY (3RD) HOLE ON HORIZONTAL SEAM. APPROXIMATELY 15.08\"/>



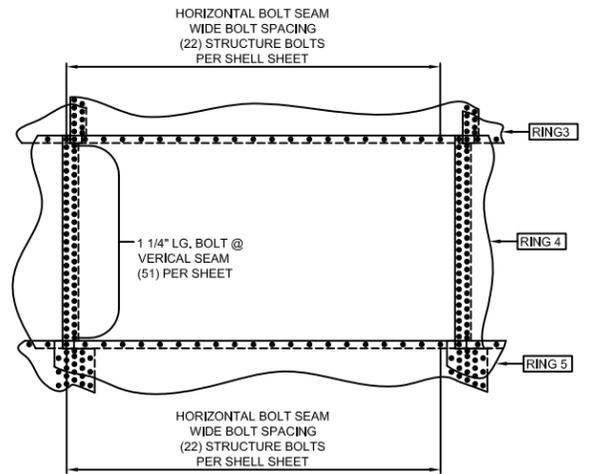
**SPECIAL WASHER
DETAIL**



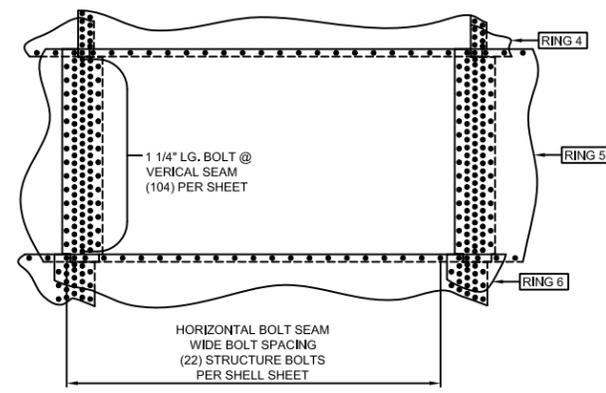
5.5 SHORT TRUSS DETAIL
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



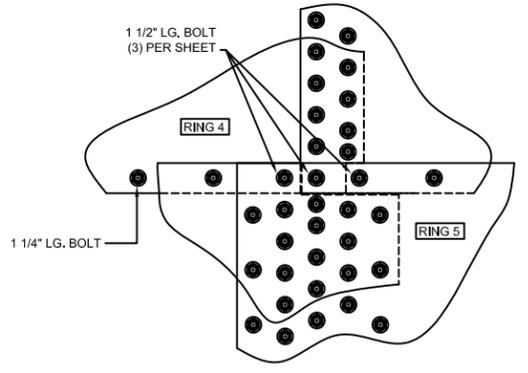
**SECTION THROUGH
HORIZONTAL SEAM**
(TYPICAL AT ALL HORIZONTAL SEAMS)



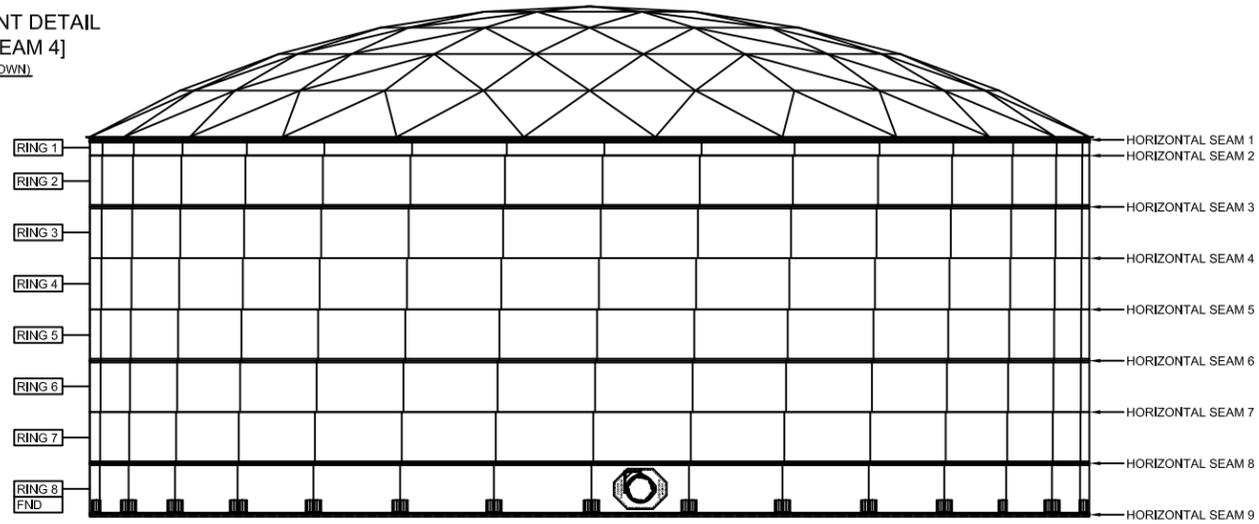
**(2V) SHELL SHEET TO (5V) SHELL SHEET
BOLT LOCATION DETAIL**
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



**(5V) SHELL SHEET TO (5V) SHELL SHEET
BOLT LOCATION DETAIL**
(EXTERIOR OF TANK SHOWN)



**FOUR CORNER JOINT DETAIL
[HORIZONTAL SEAM 5]**
(EXTERIOR VIEW SHOWN)



- NOTES:**
1. REFERENCE DRAWING NO. 990T034-158613A FOR BILL OF MATERIAL MATERIAL SPECIFICATIONS, AND OTHER INSTALLATION DETAILS.
 2. 5.5\"/>

PROJECT NAME: REEMPLAZO DE TANQUE DE AGUA FRESCA
CUSTOMER JOB NUMBER: 271049

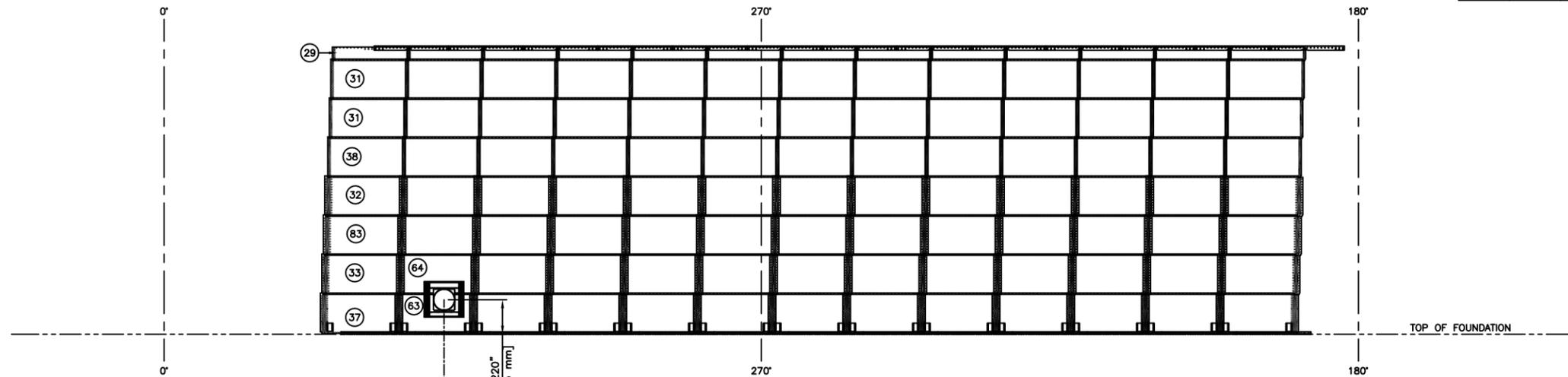
REV	REVISION	DATE	BY	APR.

CST STORAGE			
DRAWN BY HUNTER CHECKED BY RDR	ORDER NO. 15-8613 APPROVED BY RDR	DATE 10 Feb 2016	DWG. NO.

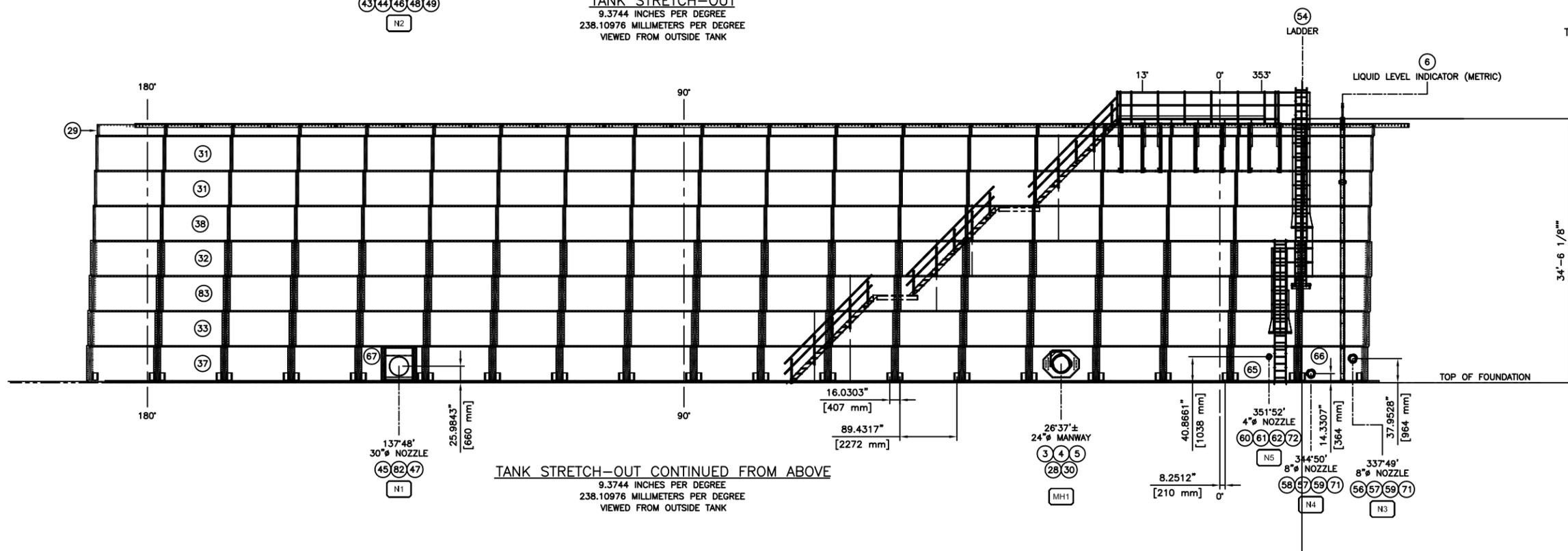
CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.

TANK ACCESSORY LOCATION CHART

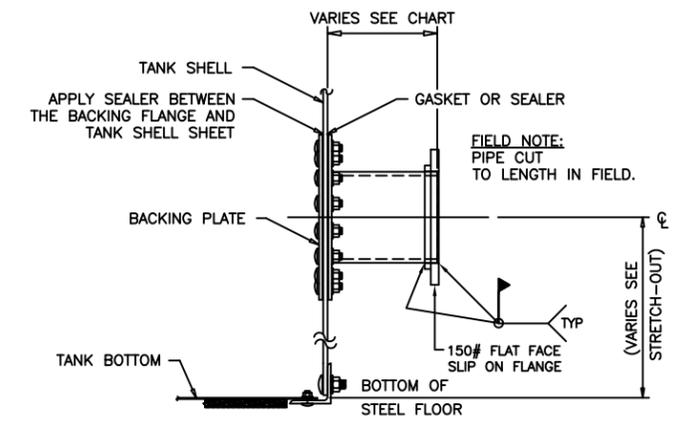
MARK	QTY.	SIZE	SERVICE	TYPE	RATING	ELEVATION	ORIENTATION	RADIUS	PROJ.
N1	1	30 [762 mm]	INLET NOZZLE	FFSO	150#	25.9843 [660 mm]	137° 48'		16.5354 [420 mm]
N2	1	30 [762 mm]	INLET NOZZLE	FFSO	150#	48.6220 [1235 mm]	317° 48'		16.5354 [420 mm]
N3	1	8 [203 mm]	RESERVE NOZZLE	FFSO	150#	37.9528 [964 mm]	337° 49'		12.6378 [321 mm]
N4	1	8 [203 mm]	OUTLET NOZZLE	FFSO	150#	14.3307 [364 mm]	344° 50'		12.5591 [319 mm]
N5	1	4 [102 mm]	OUTLET NOZZLE	FFSO	150#	40.8661 [1038 mm]	351° 52'		14.6457 [372 mm]
MH1	1	24 [610 mm]	24" SHELL MANWAY	-	-	29.6200 [752 mm]	26° 37'		8" [203 mm]
D1	1	12 [305 mm]	BOTTOM NOZZLE	FFSO	150#	FIELD LOCATE	-		



TANK STRETCH-OUT
 9.3744 INCHES PER DEGREE
 238.10976 MILLIMETERS PER DEGREE
 VIEWED FROM OUTSIDE TANK



TANK STRETCH-OUT CONTINUED FROM ABOVE
 9.3744 INCHES PER DEGREE
 238.10976 MILLIMETERS PER DEGREE
 VIEWED FROM OUTSIDE TANK



NOZZLE ELEVATIONS ARE REFERENCED FROM THE BOTTOM OF FOUNDATION ANGLE

TYPICAL EXTERIOR NOZZLE INSTALLATION

NOTE:
 ALL NOZZLES ARE RADIAL UNLESS NOTED AS PARALLEL

PROJECT NAME: REEMPLAZO DE TANQUE DE AGUA FRESCA
 CUSTOMER JOB NUMBER: 271049

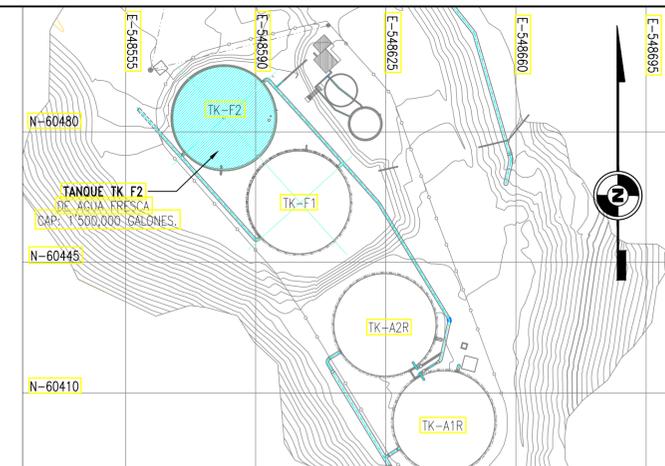
REV	REVISION	DATE	BY	APR.
△	RELEASED TO FABRICATION	2/10/16	CKH	RDR
△	REVISED PER CHANGE ORDER 15-8613-14	1/11/16	CKH	RDR
△	REVISED PER CHANGE ORDER 15-8613-13	11/11/15	CKH	RDR
△	REVISED PER CHANGE ORDERS 15-8613-12	12/21/15	CKH	RDR
△	REVISED PER CHANGE ORDERS 15-8613-11 AND 15-8613-09	8/10/15	CKH	RDR



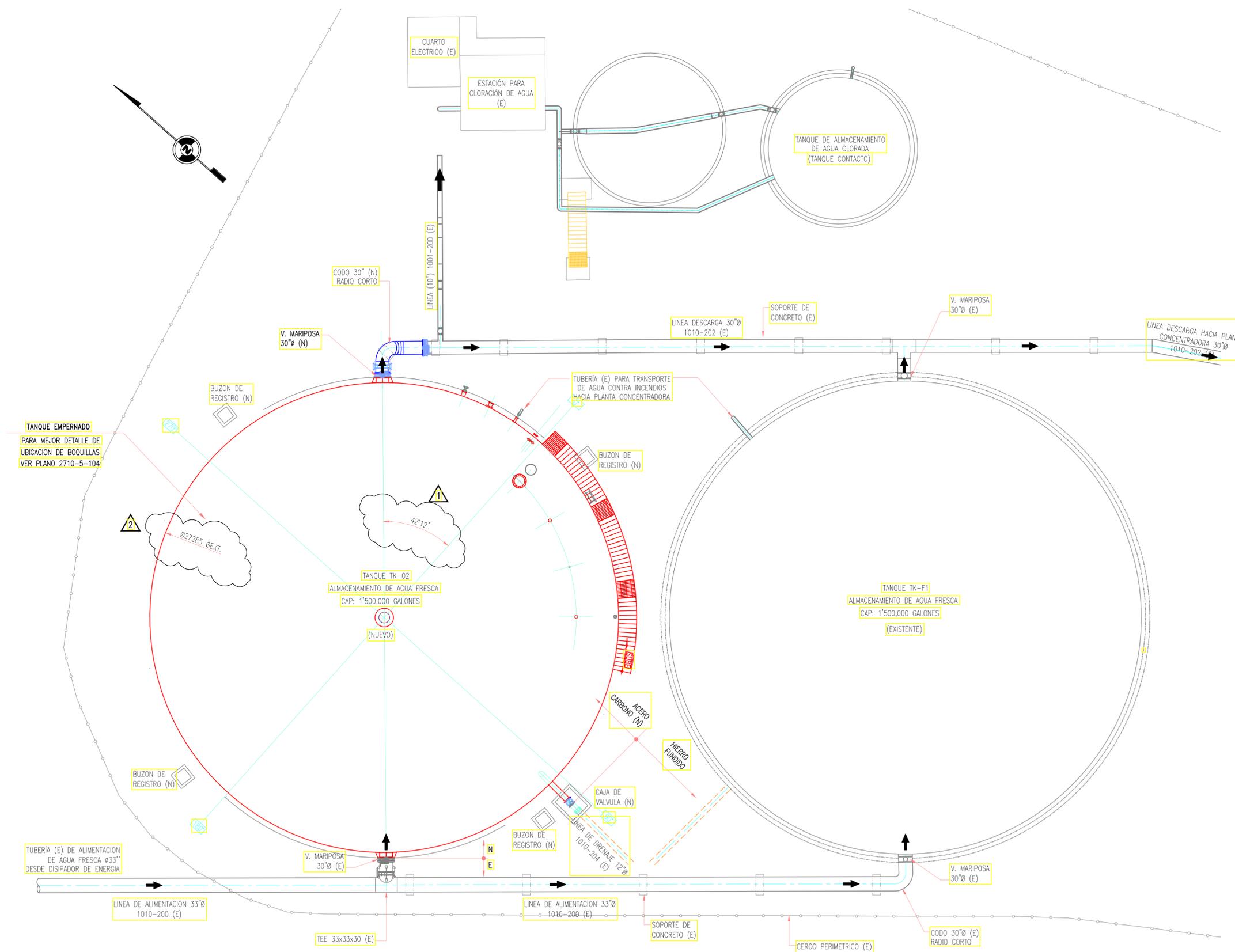
TANK STRETCH-OUT
 90" x 34' HIGH TANK
 FOR:
 SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION
 TOQUEPALA, TACNA, PERU

DRAWN BY	ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
ARB	15-8613	8 June 2015	UŠOB-U/ŌUV/ā-āĒ
CHECKED BY	APPROVED BY		
CKH	RDR		

CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.



PLANO LLAVE
Esc. : 1/1000



PLANTA
Esc: 1/125

LEYENDA	
(N)	NUOVO
(E)	EXISTENTE

- NOTAS:**
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS.
 - TODAS LAS DIMENSIONES DEBERAN SER VERIFICADAS EN CAMPO.
 - EN CAMPO SE FABRICARA SOPORTES PARA TUBERIAS, DE SER NECESARIO.
 - EL TANQUE Y SUS DIMENSIONES SON REFERENCIAL, VER PLANOS VENDOR.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (NG):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
5								DIBUJO	E.A. / R.V.		SET. 2015
4								DISENO	L. PALOMINO		SET. 2015
2	MODIFICACION DE DATOS	D. QUEZADA	R. JARA	E. TALAVERA	MARZO 2017			JEF.GRAL./COORD.	J.V. / L.P.		SET. 2015
1	SE AGREGO ANGULO Y NOTA 4	L. OVIEDO	L. PALOMINO	J. VALDIVIA	FEB. 2016	1010-6-02	2-1,500,000 GAL RAW WATER & 1-60,000 GAL CONTACT TANKS	APROBACION	A. ARENAS		

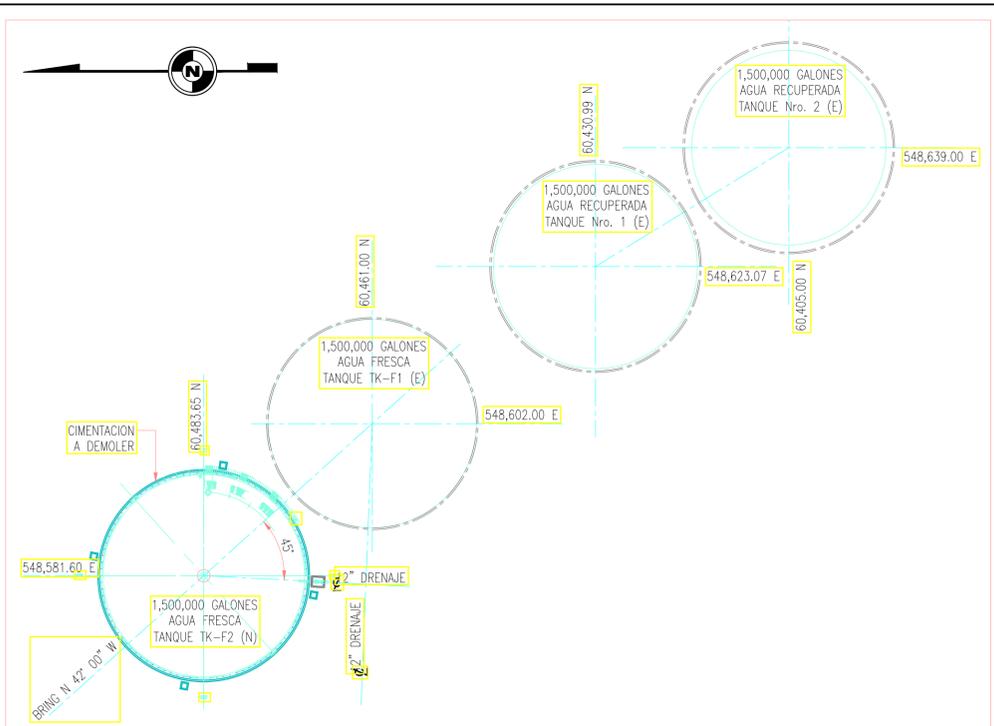
SOUTHERN COPPER
SOUTHERN PERU

SUPERINTENDENCIA INGENIERIA DE PLANTA
CENTRAL INGENIERIA DE PLANTA

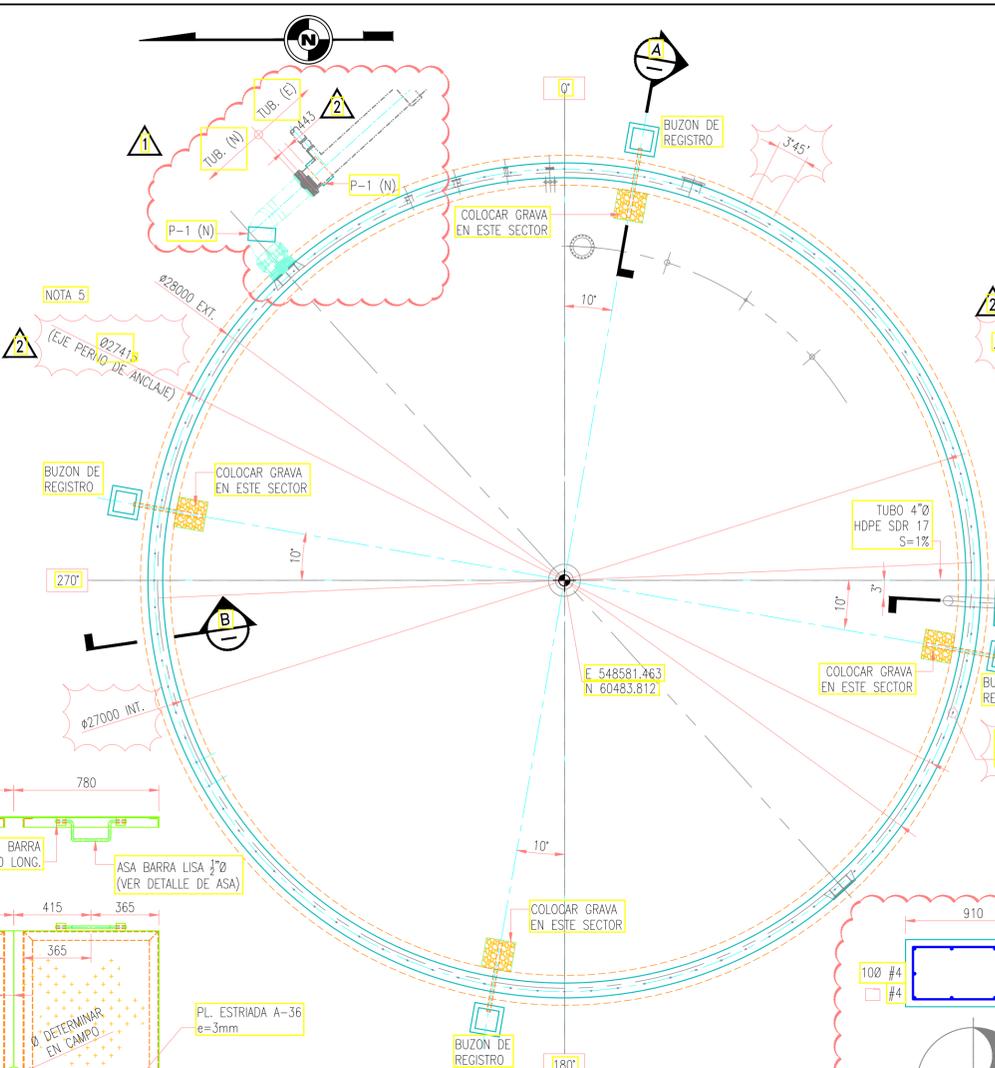
APROB. PARA CONSTRUCC. J. PEREZ

TOQUEPALA - CONCENTRADORA
MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACION
TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA
5800M3
ARREGLO GENERAL - TANQUE TK-02/TK-F1

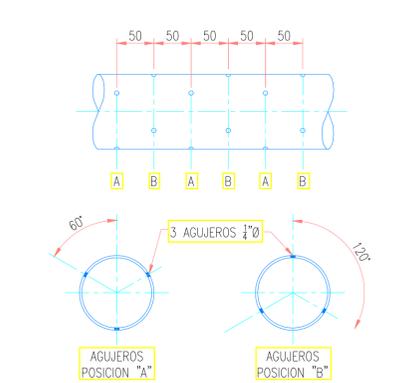
ADVERTENCIA	PROY. DIB.	ESC:	NONE
1	1/2		
JOB N°: 2710-49			
PLANO N°: SPCC N°01			



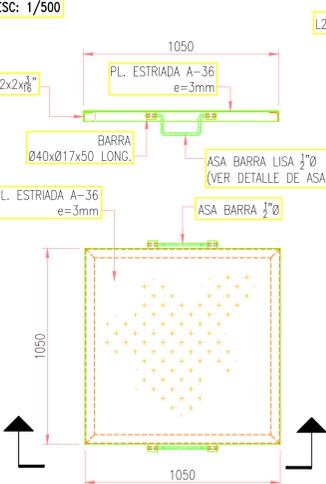
PLANO LLAVE
ESC: 1/500



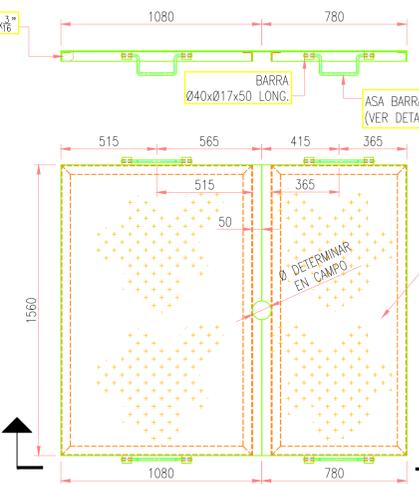
PLANTA CIMENTACION ENCOFRADO
ESC: 1/125



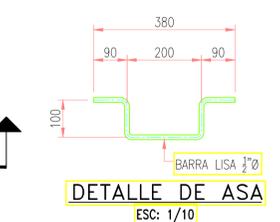
DETALLE PERFORACION DE TUBERIA
ESC: 1/5



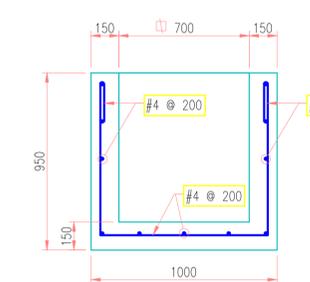
TAPA METALICA N°1
ESC: 1/20
CANT.: 1 UNIDAD



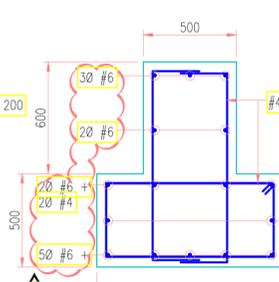
TAPA METALICA N°2
ESC: 1/20
CANT.: 1 UNIDAD



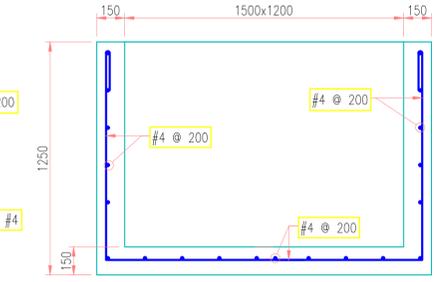
DETALLE DE ASA
ESC: 1/10



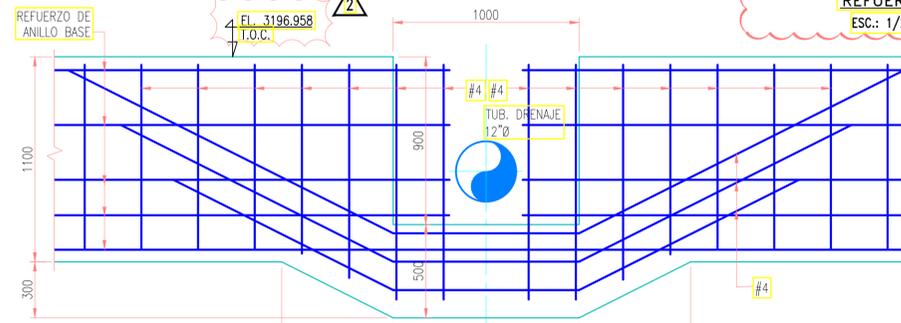
BUZON DE REGISTRO REFUERZO
ESC: 1/20



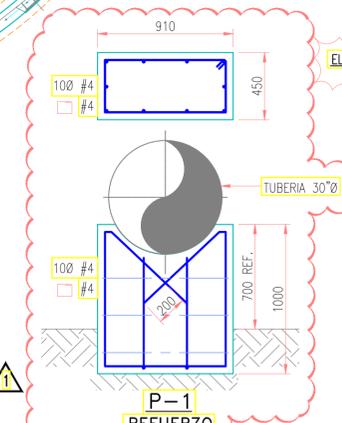
ANILLO BASE REFUERZO
ESC: 1/20



CAJA DE VALVULA REFUERZO
ESC: 1/20

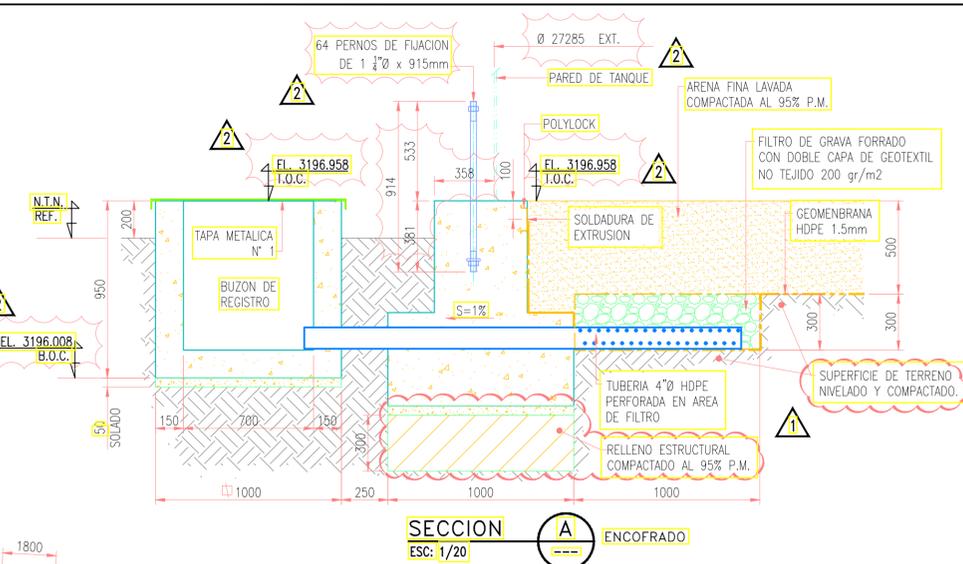


REFUERZO DE ANILLO BASE
ESC: 1/20

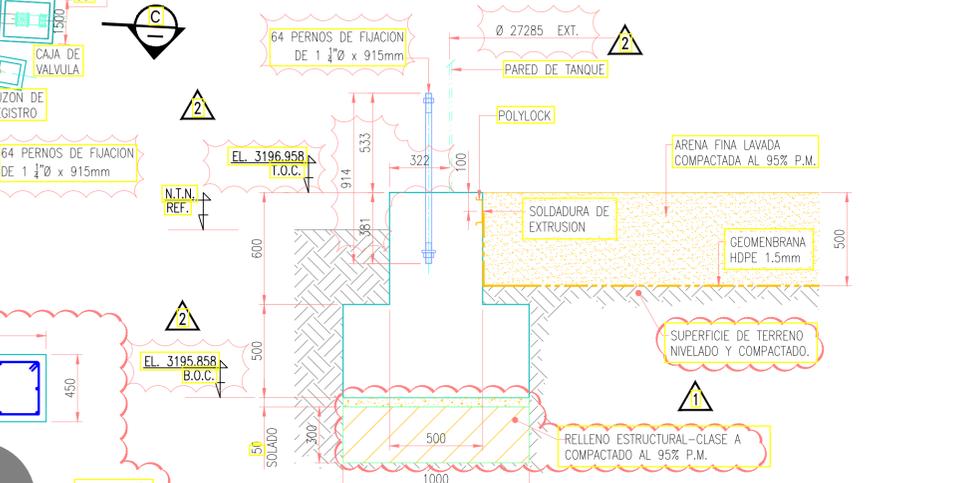


P-1 REFUERZO
ESC: 1/20

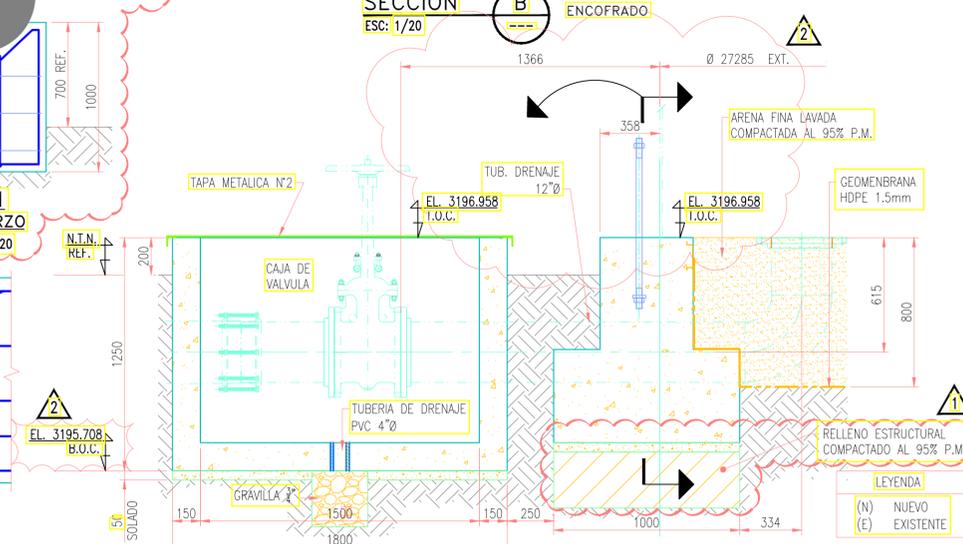
NOTA:
1.- LA PARTE SUPERIOR DE LA CIMENTACION DEBE DE ESTAR TOTALMENTE LIMPIA.
2.- VERIFICAR EN CAMPO QUE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO SEA MAYOR A 1.5 Kg/Cm², EN CASO SEA MENOR CONTACTARSE CON EL INGENIERO DE DISEÑO.
3.- LA CONTRATISTA DEBERA VERIFICAR LAS MEDIDAS EN CAMPO.



SECCION A ENCOFRADO
ESC: 1/20



SECCION B ENCOFRADO
ESC: 1/20



SECCION C ENCOFRADO
ESC: 1/20

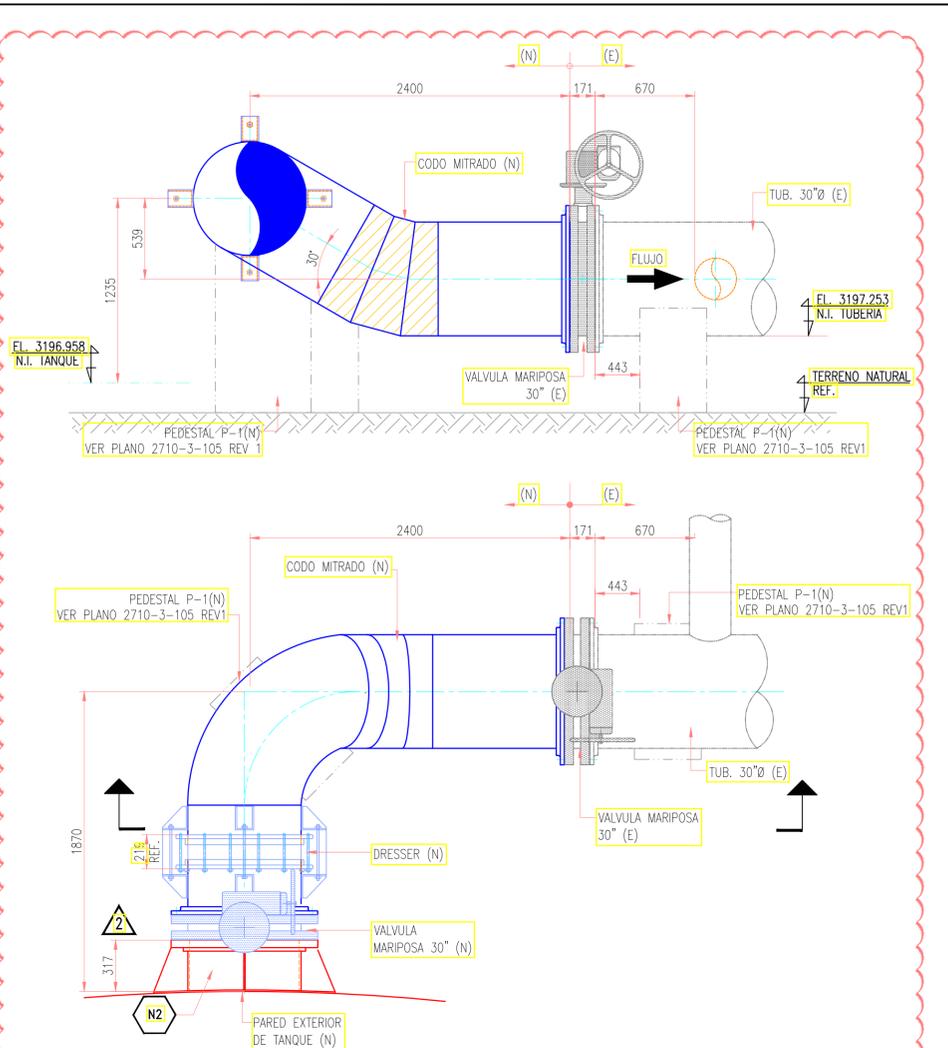
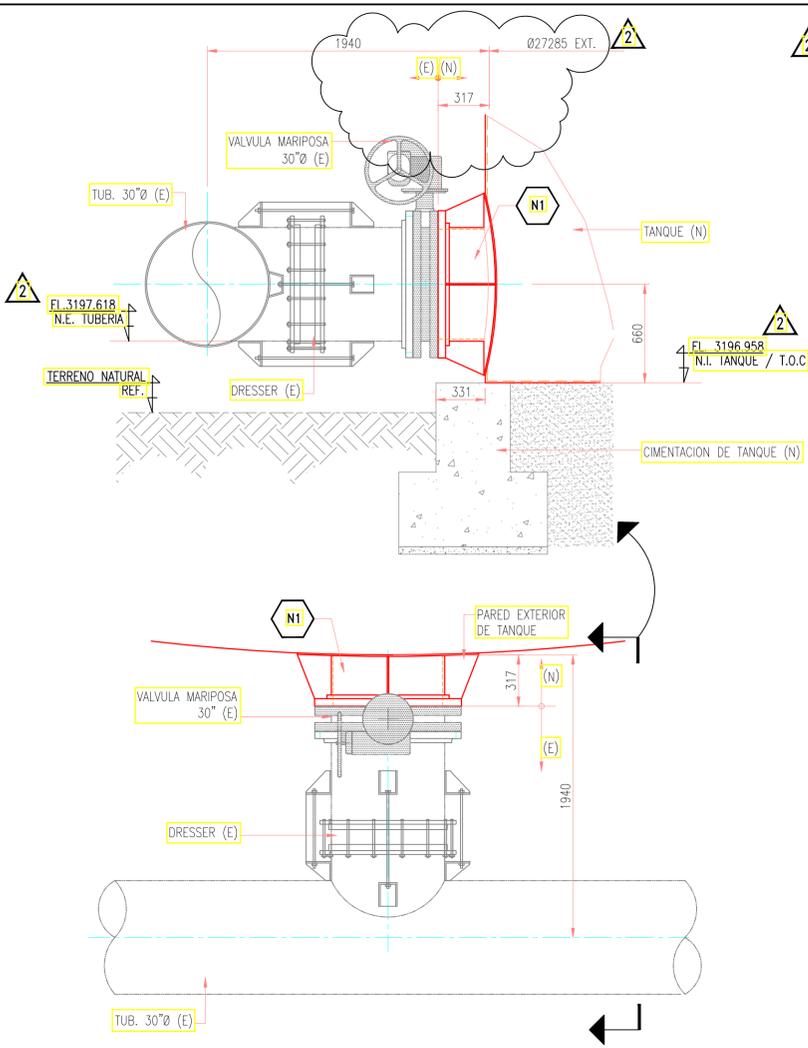
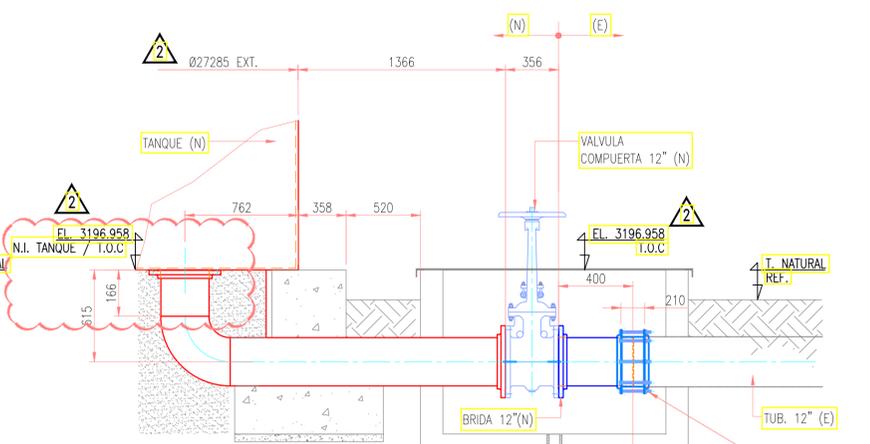
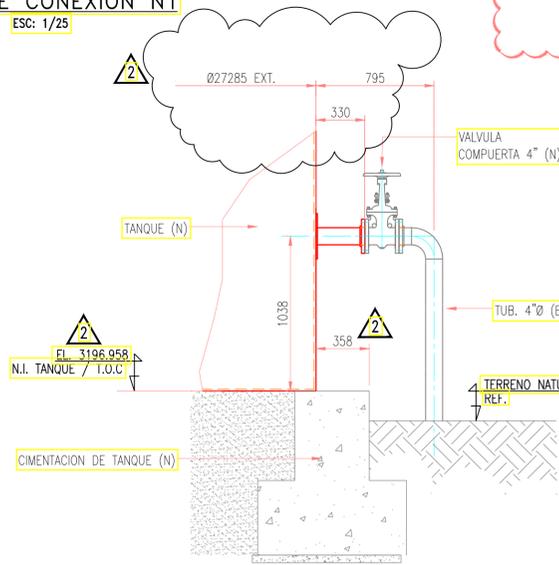
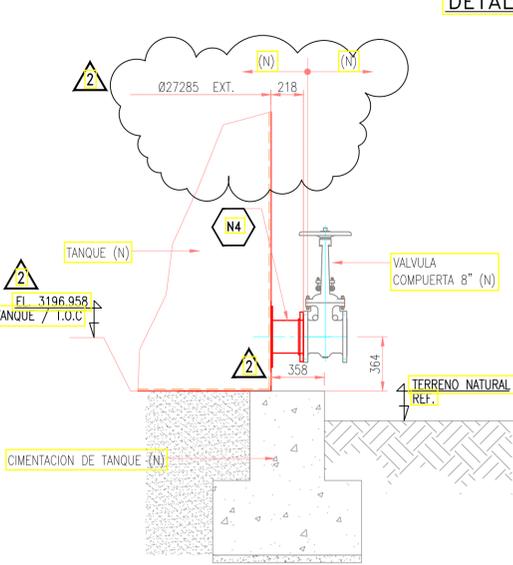
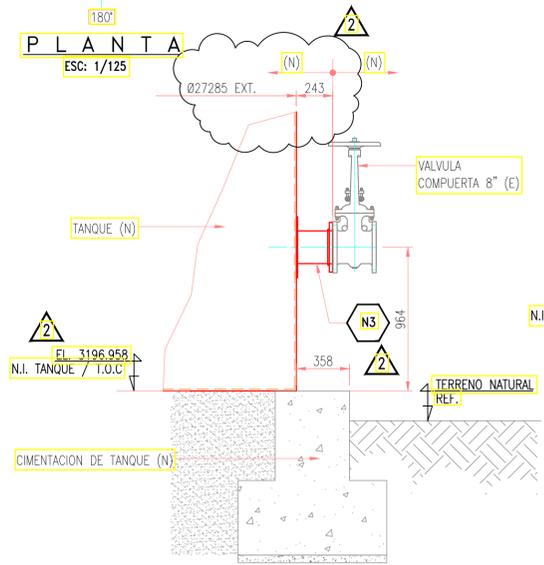
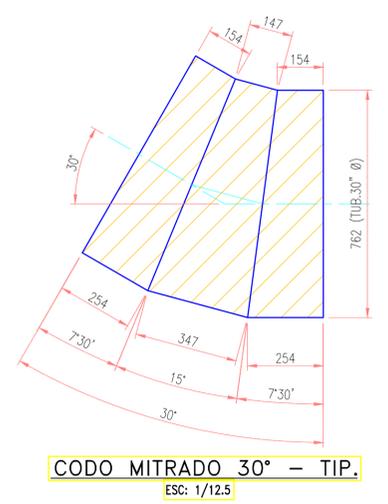
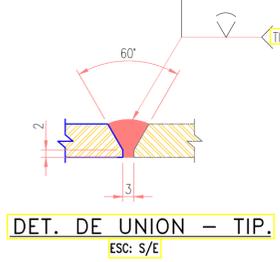
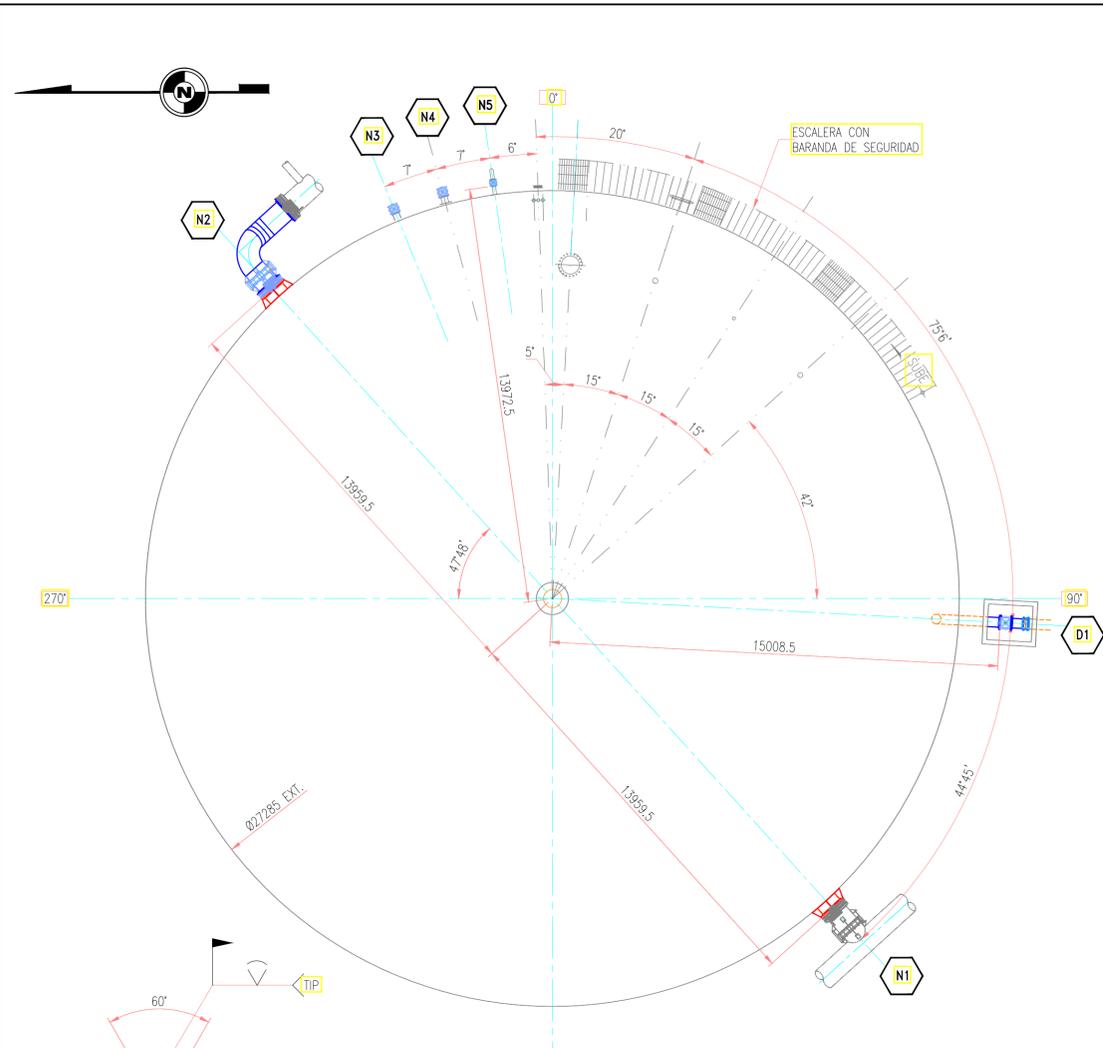
LEYENDA

(N)	NUOVO
(E)	EXISTENTE

4.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS.
5.- TODAS LAS MEDIDAS DEBERAN SER CONFIRMADAS POR LA INFORMACION DEL VENDOR (TANQUE EMPERNADO).

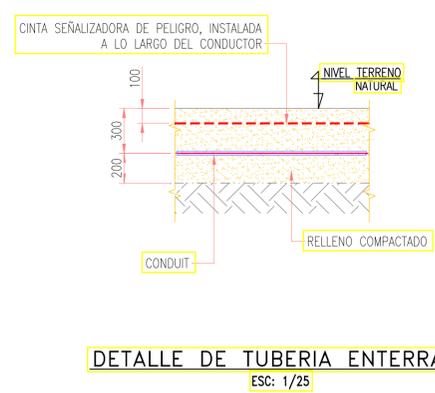
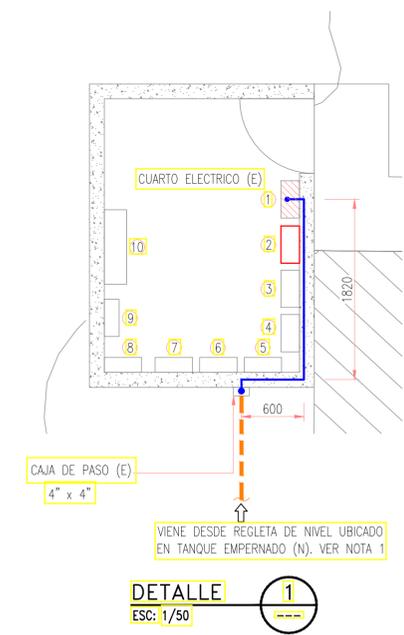
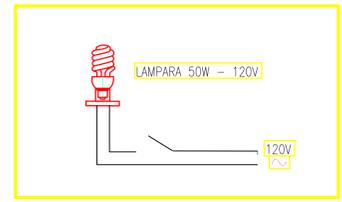
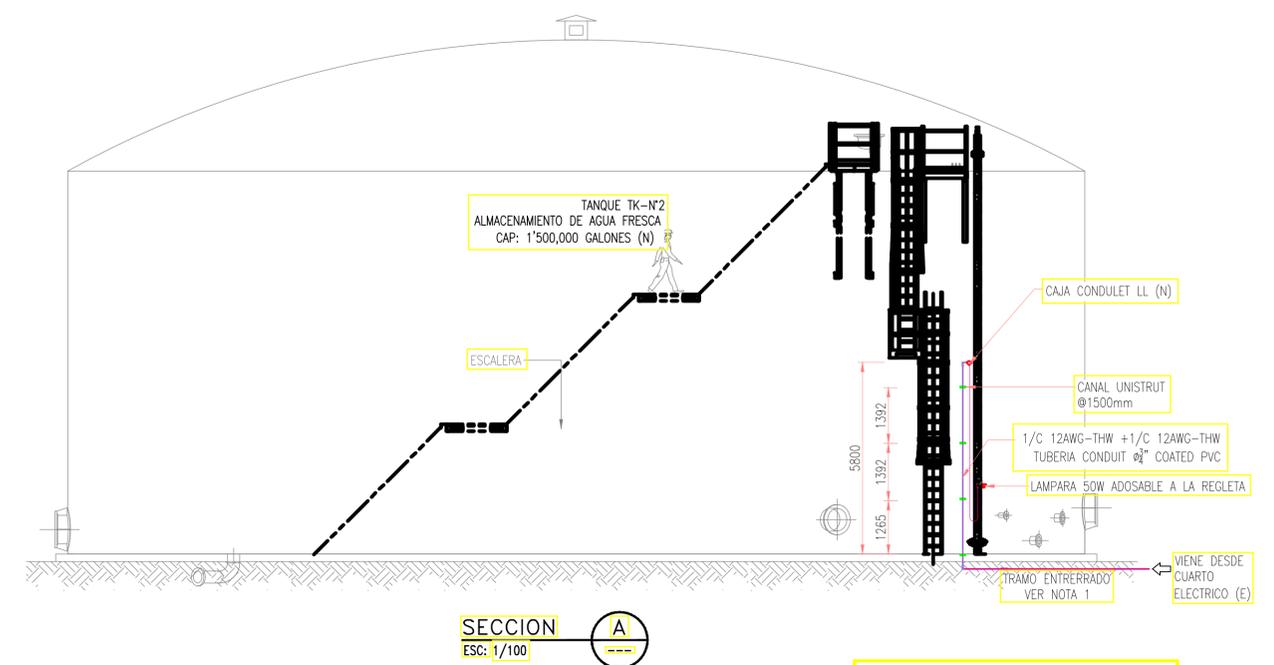
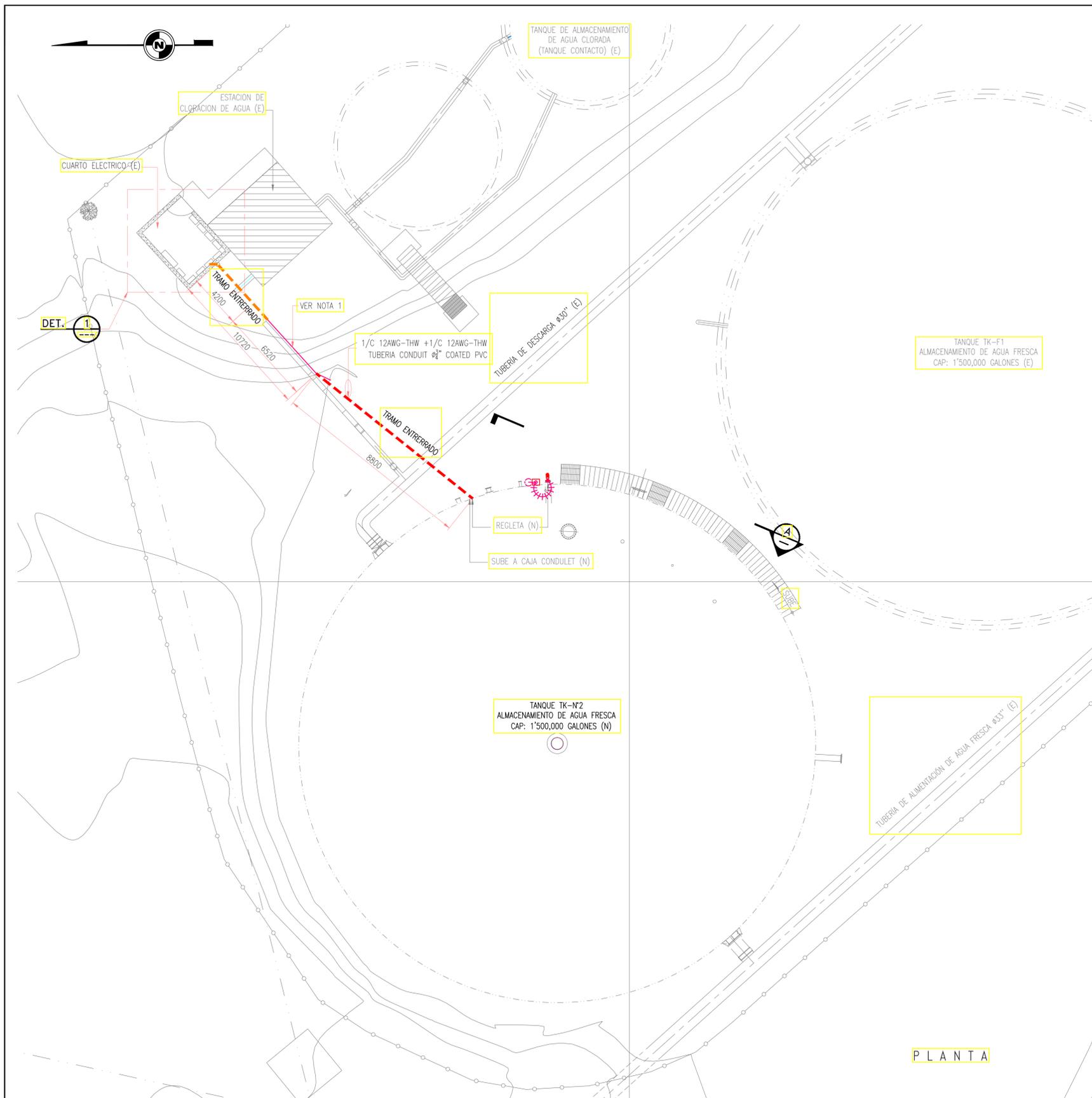
No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (NG):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION				SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU	TOQUEPALA - CONCENTRADORA	MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACION TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA 5800M3	CIMENTACION DEL TANQUE - ENCOFRADO Y ARMADURA	ADVERTENCIA	PROY. DIB.	ESC:	NONE	
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA									
5								DIBUJO	R. VENTURA		SET. 2015									
4								DISEÑO	F. GUTIERREZ		SET. 2015									
3								JEF. GRAL./COORD.	J.V. / L.P.		SET. 2015									
2	SE MODIFICARON ELEVACIONES Y MODIFICARON DATOS	D. QUEZADA	R. JARA	E. TALAVERA	MARZO 2017			APROBACION	A. ARENAS											
1	SE ADICIONARON VISTAS, PEDESTAL P-1 Y MODIFICARON DATOS	R. VENTURA	F. GUTIERREZ	J. VALDIVIA	FEB. 2016			APROB. PARA CONSTRUC.	J. PEREZ											

PLANO N°: **SPCC N°02**



NOTAS:
1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MM.
2.- EL CONTRATISTA DEBERA VERIFICAR LAS MEDIDAS EN CAMPO.
3.- EL TANQUE Y SUS DIMENSIONES SON REFERENCIAL, VER PLANOS VENDOR.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (NG):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION				 SUPERINTENDENCIA INGENIERIA DE PLANTA CENTRAL INGENIERIA DE PLANTA	TOQUEPALA - CONCENTRADORA MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACION TANQUE EMPERNADO PARA EL ALMACENAMIENTO DE AGUA 5800M3 CONEXIONES A TANQUE TK-02	ADVERTENCIA SI ESTA PARA NO IRDE 1 EL DIBUJO NO ESTA A ESCALA	PROY. DIB. ESC: NONE JOB Nº: 2710-49 PLANO Nº: SPCC N°03
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA				
5								DIBUJO	R. VENTURA		SET. 2015				
4								DISENO	L. PALOMINO		SET. 2015				
3								JEF.GRAL./COORD.	J.V. / L.P.		SET. 2015				
2	SE MODIFICARON DATOS	D. QUEZADA	R. JARA	E. TALAVERA	MARZO 2017			APROBACION	A. ARENAS						
1	NO BRIDAS, SE ADICIONA BRIDA N4, UBICACION DE EJES Y NOTA 3	L. OVIEDO	L. PALOMINO	J. VALDIVIA	FEB. 2016	2710-5-103	ARREGLO GENERAL TUBERIAS - TANQUES TK-F2/TK-F1	APROB. PARA CONSTRUC.	J. PEREZ						



- 1) TABLERO DE DISTRIBUCION (E)
- 2) BOMBA #1 (E)
- 3) BOMBA #2 (E)
- 4) BOMBA DE LIMPIEZA (E) TRANSFORMADOR 480-240 VAC (E) BREAKER PRINCIPAL (E)
- 5) NIVEL DE AGUA FRESCA (E)
- 6) NIVEL DE AGUA RECUPERADA (E)
- 7) TABLERO DE INSTRUMENTACION (E)
- 8) PANEL DE WIRELESS (E)
- 9)
- 10) CONCENTRADORA 4100-PC-001 (E)

LEYENDA	
(N)	NUEVO
(E)	EXISTENTE

NOTA:
 1.- LA RUTA MOSTRADA, LA CONTRATISTA DE CONSTRUCCIÓN DEFINIÓ EN CAMPO.
 2.- LA CONTRATISTA DE CONSTRUCCIÓN VERIFICÓ LAS MEDIDAS EN CAMPO.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (NG):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA
5								DIBUJO	E.A. / R.V.		DIC. 2015
4								DISEÑO	J. ALTAMIRANO		DIC. 2015
3						2710-5-103	ARREGLO GENERAL TUBERIAS - TANQUES TK-F2/TK-F1	JEF.GRAL./COORD.	J.V. / L.P.		DIC. 2015
2						2710-5-104	PLANO DE PLANTA, ELEVACION Y DETALLES - TANQUE TK-F2	APROBACION	A. ARENAS		
1	CAMBIO DEL TABLERO 1 DE ALIMENTACION Y CAMBIO DE RUTA	D. QUEZADA	R. JARA	J. OBREGON	MARZO 2017	2710-5-104	PLANO DE PLANTA, ELEVACION Y DETALLES - TANQUE TK-F2	APROBACION	A. ARENAS		

SOUTHERN COPPER
SOUTHERN PERU

SUPERINTENDENCIA INGENIERIA DE PLANTA
CENTRAL INGENIERIA DE PLANTA

APROB. PARA CONSTRUC. J. PEREZ

TOQUEPALA - CONCENTRADORA

MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACION
TANQUE EMPERNADO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA
5800M3

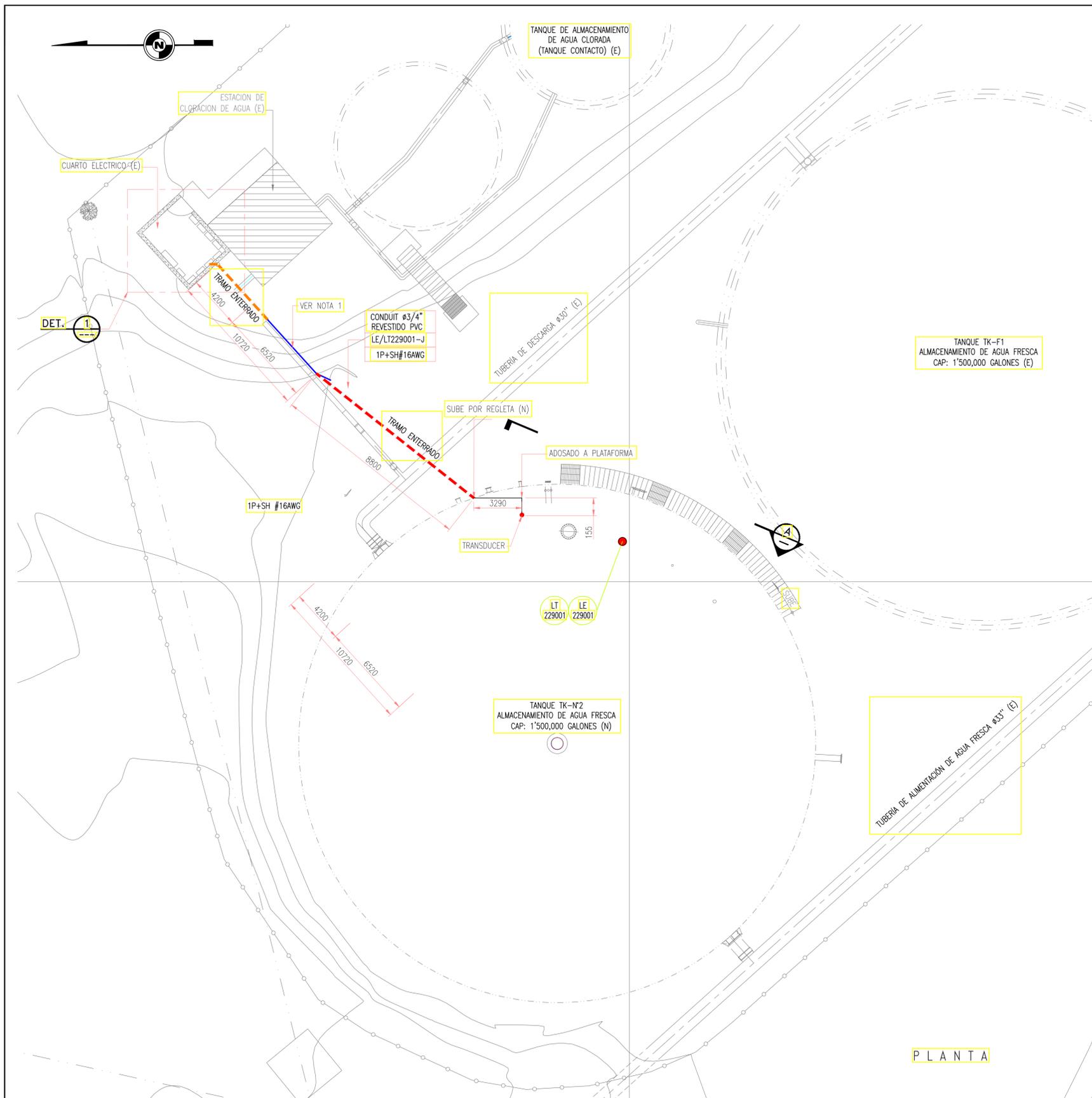
ELECTRICA-ILUMINACION Y CANALIZACION EN REGLETA

ADVERTENCIA: SI ESTA TABLA NO MIDE 1\"/>

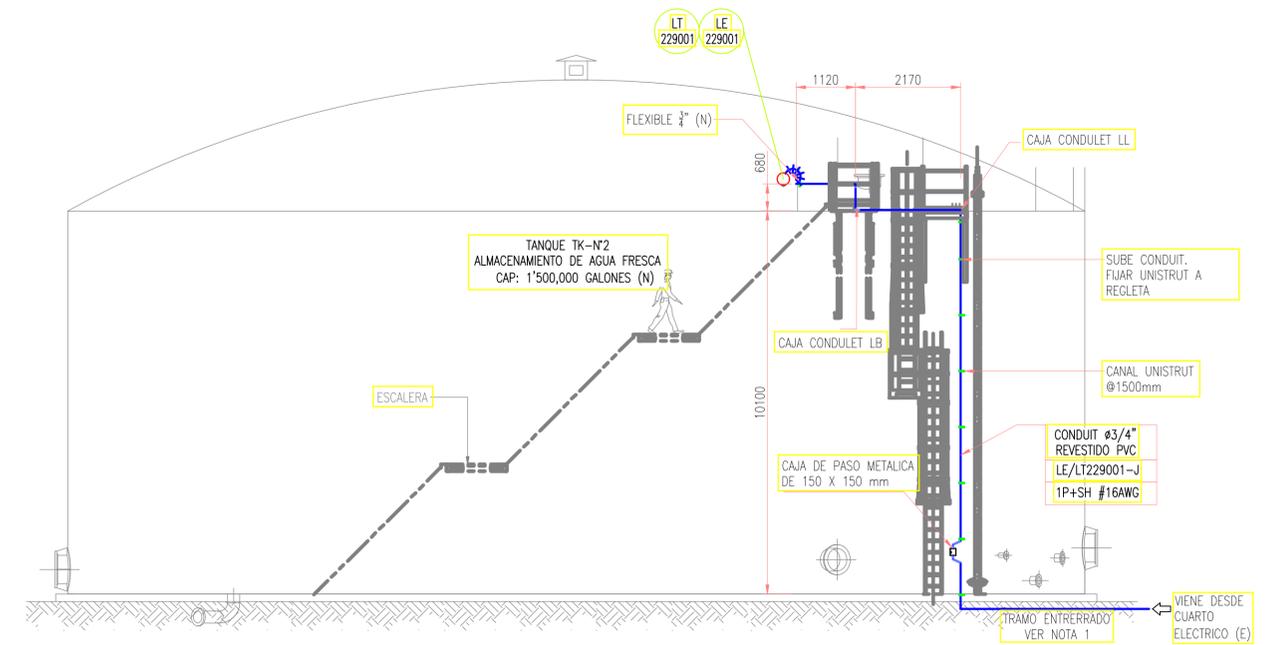
PROY. DIB. ESC: NONE

JOB Nº: 2710-49

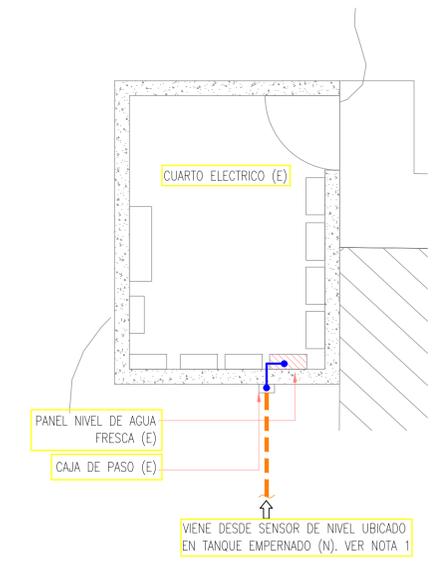
PLANO Nº: SPCC N°04



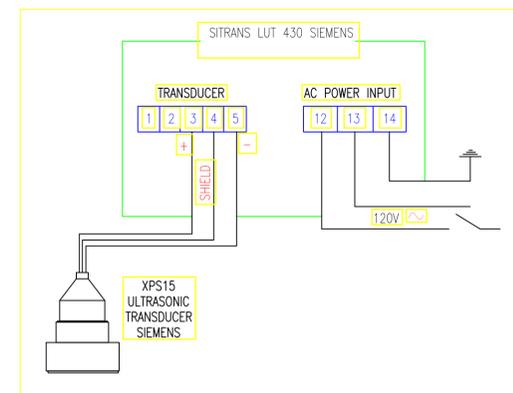
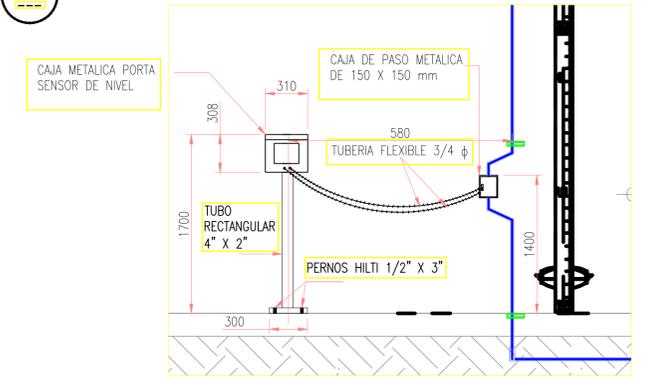
PLANTA



SECCION A-A
ESC: 1/100



DETALLE 1
ESC: 1/50



LEYENDA	
(N)	NUEVO
(E)	EXISTENTE

NOTA:
1.- LA RUTA MOSTRADA, LA CONTRATISTA DE CONSTRUCCIÓN DEFINIO EN CAMPO.
2.- LA CONTRATISTA DE CONSTRUCCIÓN VERIFICO LAS MEDIDAS EN CAMPO.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (NG):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION					
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA		
5													
4													
3													
2						2710-5-103	ARREGLO GENERAL TUBERIAS - TANQUES TK-F2/TK-F1	JEF.GRAL./COORD.	C. ALEGRE	J.V. / L.P.		SET. 2015	
1	CAMBIO DE LA ALIMENTACION DEL PANEL DE NIVEL DE AGUA Y CAMBIO DE RUTA	D. QUEZADA	R. JARA	J. OBREGON	MARZO 2017	2710-5-104	PLANO DE PLANTA, ELEVACION Y DETALLES - TANQUE TK-F2	APROBACION	A. ARENAS			SET. 2015	

SOUTHERN COPPER
SOUTHERN PERU

SUPERINTENDENCIA INGENIERIA DE PLANTA
CENTRAL INGENIERIA DE PLANTA

APROB. PARA CONSTRUC. J. PEREZ

TOQUEPALA - CONCENTRADORA

MONTAJE ELECTROMECANICO Y PUESTA EN OPERACION
TANQUE EMPERNADO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA
5800M3

ELECTRICA-UBICACION DE INSTRUMENTO Y CANALIZACION

ADVERTENCIA: SI ESTA BARRA NO TIENE EL DIBUJO NO ESTA A ESCALA

PROY. DIB. ESC: NONE

JOB Nº: 2710-49

PLANO Nº: SPCC N°05