



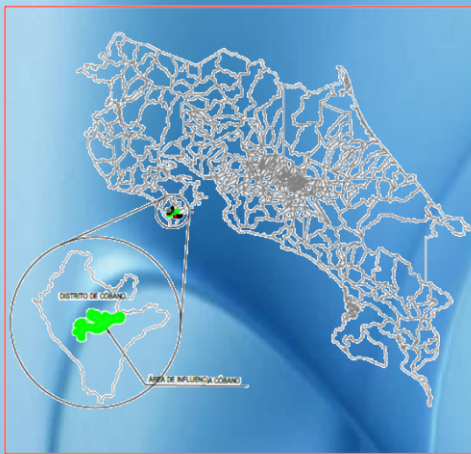
**Banco Centroamericano de  
Integración Económica  
Instituto Costarricense de  
Acueductos y Alcantarillados**

**seinco**

**HIDROTECNIA**  
CONSULTORES S.A.

# “FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DE VARIOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE BCIE II-AYA FASE II” Concurso Privado Internacional PREA-02/2013

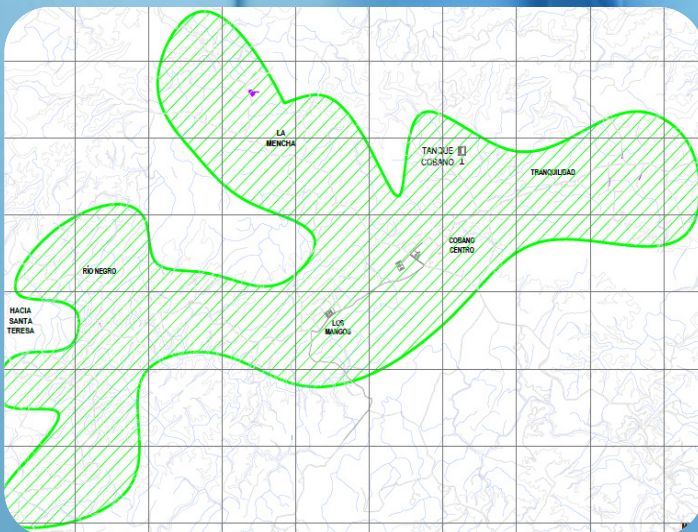
**Cóbano**



Producto 4: Informe Final de  
Diseño

Producto 5: Especificaciones  
Técnicas Generales y  
particulares del Proyecto

Producto 6: Planos de la Obras



**DICIEMBRE 2014**



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL  
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Jorge Luis Zapata Arroyo**

---

---

**N° Cédula:** 2-0564-875

---

**Dependencia:** Gerencia General

---

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC) la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [gerenciageneral@aya.go.cr](mailto:gerenciageneral@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5090

**JORGE LUIS ZAPATA**  
**ARROYO (FIRMA)**

Firmado digitalmente por JORGE  
LUIS ZAPATA ARROYO (FIRMA)  
Fecha: 2022.08.29 19:48:12 -06'00'

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Concurso Privado Internacional PREA-02/2013 “Factibilidad y diseño final de mejoras de varios Sistemas de Agua Potable BCIE II-AyA Fase II”..... 1**

**Producto 4: Informe Final de Diseño - Producto 5: Especificaciones Técnicas Generales y Particulares del proyecto/COBANO/diciembre de 2014..... 1**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL DOCUMENTO</b>	<b>12</b>
1.1	Introducción.....	12
<b>2</b>	<b>PROYECTO PROPUESTO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS</b>	<b>13</b>
2.1.1	Fuentes de agua.....	13
2.1.2	Tanques y estructuras.....	13
2.1.3	Campos de pozos y equipos de bombeo. ....	15
2.1.4	Líneas de conducción-impulsión. ....	16
2.1.5	Redes de distribución.....	17
2.1.6	Sistemas eléctricos y de control.....	18
<b>3</b>	<b>PRESENTACIÓN DE LAS OBRAS</b>	<b>19</b>
3.1	Introducción.....	19
3.1.1	Tanque de Cóbano .....	19
3.1.2	Campos de pozos. ....	21
3.1.3	Líneas de conducción y distribución.....	25
3.1.4	Redes de distribución.....	29
3.1.5	Lista de planos del acueducto de Cóbano (Producto 6) .....	31
<b>4</b>	<b>TRABAJOS DE CAMPO Y ESPECIALES.....</b>	<b>32</b>
4.1	Estudios de suelos.....	32
4.2	Topografía .....	34
4.3	Diseño eléctrico y de control para campo de Pozos Ario y Las Delicias y tanque de Cóbano... 34	
4.3.1	Sistemas eléctricos, generalidades. ....	34
4.3.2	Aspectos generales de los campos de pozos y tanque de Cóbano.....	35
4.3.3	Control automático de la iluminación exterior.....	35
4.3.4	Control de operación de estaciones de bombeo de San Ramón de Ario y Las Delicias. Tanque de Cóbano.....	36
4.3.5	Sistema de seguridad .....	38
4.3.6	Señales tanque remoto .....	38
4.3.7	Sistema automático de control .....	38
4.4	Diseño Estructural .....	42
<b>5</b>	<b>DISEÑO HIDRÁULICO</b>	<b>43</b>
5.1	Diseño Hidráulico de líneas de conducción e impulsión .....	43
5.1.1	Diseño de la línea de impulsión de San Ramón de Ario .....	43
5.1.2	Diseño de la línea de impulsión Campo de pozos Las Delicias hasta interconexión de línea de San Ramón de Ario a Tanque de Cóbano.....	43

5.2	Determinación del golpe de ariete de líneas de impulsión.....	44
5.2.1	Cálculo de las transientes hidráulicas. ....	44
5.2.2	Parámetros de cálculo .....	45
5.2.3	Resultados del cálculo del golpe de ariete .....	45
5.2.4	Conclusiones.....	47
5.3	Diseño Hidráulico de Tanques.....	47
5.3.1	Tanque de almacenamiento.....	47
<b>6</b>	<b>PROYECCIONES DE POBLACIÓN .....</b>	<b>48</b>
6.1	Proyecciones de población .....	48
<b>7</b>	<b>PROYECCIONES DE DEMANDA DE AGUA .....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>CÁLCULO DE TARIFA .....</b>	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>50</b>
9.1.1	Costos anuales .....	50
<b>10</b>	<b>DISEÑO ELECTROMECAÁNICO Y DE CONTROL. ....</b>	<b>52</b>
<b>11</b>	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS DISEÑADAS .....</b>	<b>52</b>
11.1	Operación de los Sistemas. ....	52
11.1.1	Pozos San Ramón de Ario .....	53
11.1.2	Pozos de Las Delicias. ....	53
11.2	Puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas.....	54
11.2.1	Introducción.....	54
11.2.2	Puesta en marcha .....	54
11.2.3	Puesta en marcha de los equipos de los pozos San Ramón de Ario y Las Delicias. ....	54
11.2.4	Puesta en marcha de las líneas de impulsión .....	55
11.2.5	Puesta en marcha del tanque del proyecto. ....	56
11.3	Manuales de Mantenimiento y Emergencia.....	58
11.3.1	Equipos electromecánicos de los pozos. ....	58
11.3.2	Líneas de impulsión, conducción y redes de distribución. ....	60
11.3.3	Tanques de almacenamiento. ....	62
<b>12</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES. ....</b>	<b>68</b>
12.1	Tubería a Presión y Accesorios de Polietileno de Alta Densidad.....	68
12.2	Tubería y Accesorios de Hierro Dúctil: .....	68
12.3	Tuberías de Acero.....	69
12.4	Válvulas Hidráulicas.....	70
12.4.1	Generalidades .....	70
12.4.2	Materiales y Construcción .....	71
12.4.3	Funciones de las válvulas hidráulicas del proyecto .....	72
12.4.4	Válvula Reductora de Presión (VRP) .....	72

12.4.5	Válvula de altitud y boya (VAT) .....	73
12.4.6	Válvula sostenedora de presión/retención (VSP/VRT).....	73
12.4.7	Válvula de alivio (VAL) .....	73
12.4.8	Válvulas del proyecto. ....	74
12.5	Válvula de Compuerta .....	75
12.6	Válvula de Aire Combinada o de Doble Acción .....	75
12.7	Juntas de desmontaje autorestringida .....	76
12.8	Junta flexible para unir extremos lisos .....	76
12.9	Sistema de cloración .....	77
12.9.1	Pesaje de cilindros .....	77
12.9.2	Cilindro de 68 kg para gas cloro .....	78
12.9.3	Sistema de cloración con gas cloro .....	79
12.9.4	Medidor de flujo .....	81
12.9.5	Válvula inteligente para control de cloro .....	83
12.9.6	Sistema de medición de cloro residual.....	85
12.9.7	Bomba booster para eyector de cloro.....	86
12.9.8	Sistema de detección de fugas de gas cloro .....	87
12.9.9	Equipos de seguridad para cuarto de cloración.....	89
	<b>ANEXO 1: Geotecnia-Estudios de Suelos.....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXO 2: Topografía .....</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXO 3: Cálculos Hidráulicos .....</b>	<b>156</b>
<b>1</b>	<b>CÁLCULO DEL AFORO .....</b>	<b>157</b>
1.1	Campo de pozos San Ramón de Ario .....	157
1.2	Campo de pozos Las Delicias.....	158
1.3	Cálculo de rebose en tanque de Cóbano .....	159
1.4	Cálculo de limpieza en tanque de Cóbano.....	159
1.5	Tabulación de Cóbano .....	159
	<b>ANEXO 4: Memoria Estructural .....</b>	<b>160</b>
<b>1</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL .....</b>	<b>161</b>
1.1	Memoria de cálculo sujeción de pozo.....	161
1.2	Memoria de cálculo: paso sobre el rio Las Delicias .....	163
1.3	Memoria de cálculo: casetas .....	195
1.4	Memoria del tanque de almacenamiento .....	200

1.5	Memoria de cálculo bloques de anclaje .....	248
1.6	Memoria de cálculo de válvulas .....	252
1.7	Memoria de cálculo: paso Quebrada .....	278
1.8	Diseño de bloques de anclaje PVC en TEE.....	289
1.9	Justificación de no colocar bloques de anclajes en PEAD.....	291
	<b>ANEXO 5: Análisis registral y legal de los terrenos a adquirir .....</b>	<b>295</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>296</b>
1.1	Terreno San Ramón de Ario .....	296
1.2	Terreno de Cerro Bonito.....	298
1.3	Terreno de Las Delicias .....	300
	<b>ANEXO 6: Estudio Hidrogeológico .....</b>	<b>302</b>
<b>1</b>	<b>ESTUDIO HIDROGEOLOGICO.....</b>	<b>303</b>
1.1	Introducción.....	303
1.1.1	Antecedentes.....	303
1.2	Ubicación del área de estudio .....	304
1.3	Objetivo general .....	305
1.4	Aspectos Geológicos .....	306
1.4.1	Complejo de Nicoya .....	307
1.4.2	Formación Montezuma .....	308
1.4.3	Depósitos Cuaternarios Aluviales – parte media-baja de la cuenca del río Ario .....	308
1.5	Hidrogeología.....	309
1.5.1	Pozos perforados.....	309
1.5.2	Modelo hidrogeológico conceptual – perfiles hidrogeológicos .....	311
1.5.3	Sector de La Esperanza.....	311
1.5.4	Sector de Las Delicias.....	313
1.6	Potencial de perforación de nuevos pozos .....	316
1.6.1	Sector de La Esperanza .....	316
1.6.2	Sector de Las Delicias.....	316
1.7	Recarga Potencial en la cuenca del río Ario .....	317
1.8	Conclusiones.....	318
	<b>ANEXO 7: Especificaciones Generales y Particulares del Proyecto (PRODUCTO 5)</b>	
	<b>.....</b>	<b>320</b>

<b>1</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES .....</b>	<b>321</b>
1.1	Representantes de la propiedad y del contratista .....	321
1.1.1	Personal del contratista .....	321
1.1.2	Ordenes al contratista.....	322
1.1.3	Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto .....	322
1.1.4	Alteraciones y/o limitaciones del programa de trabajo .....	323
1.1.5	Plan de autocontrol .....	324
1.1.6	Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras .....	326
1.1.7	Señalización de las obras durante su ejecución.....	326
1.1.8	Mantenimiento de servidumbre y servicios .....	327
1.1.9	Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos. ....	328
1.1.10	Acceso a las obras.....	328
1.1.11	Explosivos y equipos para explosivos .....	329
1.1.12	Acopios.....	331
1.1.13	Equipos, maquinarias y medios auxiliares a aportar por el contratista .....	332
1.1.14	Facilidades para la inspección .....	333
1.1.15	Trabajos a cargo del contratista .....	333
1.1.16	Subcontratos .....	334
1.1.17	Obligaciones y responsabilidades .....	335
1.1.18	Gastos de carácter general a cargo del contratista .....	336
1.2	Especificación Técnica Sistema de Instrumentación y Control.....	337
1.2.1	Objeto .....	337
1.2.2	Alcance .....	337
1.2.3	Instrumentación y control. Especificaciones Generales.....	338
1.2.4	Criterios generales. Instrumentación de campo .....	340
1.2.5	Unidades .....	342
1.2.6	Instrumentación de campo .....	342
1.2.7	Medición de Cloro Residual .....	349
1.2.8	Telecomunicación .....	356
1.3	Documentación a presentar por el Ofertante y el Adjudicatario .....	361
1.4	Tubería y piezas fabricadas de Acero .....	363
1.4.1	Tuberías .....	363
1.5	Revestimientos de superficies de tuberías y piezas de Acero .....	364
1.5.1	Preparación de Superficies.....	365
1.5.2	Pinturas para Revestimiento Externo. Tuberías, accesorios y piezas metálicas Enterradas 367	367
1.5.3	Pinturas para Revestimiento Externo. Tuberías, accesorios y piezas metálicas Aéreas...	369
1.5.4	Pinturas para Recubrimiento Interno de Tuberías, Accesorios y Piezas Metálicas.....	371
1.6	Especificaciones Técnicas de Soldadura .....	372
1.6.1	Alcance .....	372
1.6.2	Documentación de referencia .....	372
1.6.3	General.....	373
1.6.4	Ejecución de la Soldadura.....	378
1.7	Tubería a Presión y accesorios de Hierro Dúctil .....	381

1.8	Tubería a presión y accesorios de Polietileno de Alta Densidad .....	382
1.9	Montaje e instalación de Tuberías y Equipos .....	382
1.9.1	Condiciones particulares para el montaje de la tubería .....	382
1.9.2	Montaje de tubería .....	383
1.9.3	Condiciones particulares para el montaje de Equipo Mecánico.....	385
1.9.4	Condiciones particulares para el montaje de Equipos de Instrumentación .....	386
1.10	Equipos de Bombeo.....	388
1.10.1	Datos técnicos a ser suministrados por el Fabricante.....	388
1.10.2	Pruebas.....	389
1.10.3	Marcas.....	389
1.10.4	Motores sumergibles.....	390
1.10.5	Barril a presión.....	393
1.10.6	Tuberías, válvulas y accesorios de succión y descarga .....	393
1.11	Válvulas de Compuerta .....	394
1.12	Válvulas Hidráulicas.....	395
1.12.1	Descripción general de las Válvulas Hidráulicas .....	395
1.12.2	Materiales y Construcción .....	396
1.12.3	Funciones de las válvulas hidráulicas del proyecto .....	397
1.12.4	Válvula Sostenedora de presión (VSP).....	397
1.12.5	Válvula Reductora de Presión (VRP) .....	397
1.12.6	Válvula Sostenedora de Presión y Altitud (VSP/VAT) .....	398
1.12.7	Válvula de alivio (VAL).....	399
1.12.8	Válvula anticipadora de golpe de ariete (VAN).....	399
1.12.9	Válvula sostenedora de presión/retención (VSP/VRT).....	399
1.12.10	Cierre lento .....	400
1.12.11	Pruebas.....	400
1.12.12	Marcas y/o señales en las válvulas.....	400
1.12.13	Garantía.....	401
1.12.14	Pinturas .....	401
1.12.15	Preparación para la transportación .....	401
1.12.16	Calibración y capacitación .....	401
1.13	Válvula de Mariposa con Actuador .....	401
1.13.1	Actuador .....	402
1.14	Juntas de Desmontaje .....	404
1.15	Inspecciones y pruebas .....	405
1.16	Pruebas de Presión.....	406
1.17	Ensayos no destructivos.....	407
1.18	Valores Garantizados.....	407
1.19	Hojas de Registro.....	408



1.20	Marcados .....	408
1.21	Contradicciones entre Documentos .....	408
1.22	Especificaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones Generales. ....	409
1.22.1	Especificaciones eléctricas generales.....	409
1.22.2	Sistema de media tensión y transformadores. ....	409
1.22.3	Redes de media tensión subterráneas.....	410
1.22.4	Transformadores de distribución en aceite. ....	410
1.22.5	Cable de media tensión 34.5kV. ....	415
1.22.6	Cable de baja tensión. ....	415
1.22.7	Accesorios de media y baja tensión. ....	415
1.22.8	Redes de media tensión aérea. ....	416
1.22.9	Sistema de baja tensión y alumbrado. ....	417
1.22.10	Centro de control de motores (CCM). ....	418
1.22.11	Tableros de Control. Apartado de Control de AASA .....	420
1.22.12	Transformador seco (TS). ....	423
1.22.13	Centro de carga secundario (CCS). ....	424
1.22.14	Supresor de transitorios (TVSS).....	425
1.22.15	Accesorios menores de la instalación eléctrica: tomacorrientes, apagadores, tomacorrientes especiales de mantenimiento. ....	425
1.22.16	Sistema de puesta a tierra.....	427
1.23	Limpieza y rectificación del terreno .....	428
1.23.1	Corte y Relleno .....	429
1.23.2	Excavación Estructural .....	430
1.24	Base compactada de Lastre o Material Granular .....	432
1.25	Concreto .....	433
1.25.1	Condiciones generales .....	433
1.25.2	Resistencia del concreto.....	434
1.25.3	Cemento.....	434
1.25.4	Agua.....	435
1.25.5	Agregados .....	435
1.25.6	Aditivos.....	435
1.25.7	Mezclado.....	436
1.25.8	Colocación y vibrado del concreto.....	436
1.25.9	Control de resistencia.....	437
1.25.10	Encofrados y obra falsa.....	438
1.25.11	Juntas de construcción .....	439
1.25.12	Curado del concreto .....	439
1.25.13	Reparación de defectos en el concreto .....	440
1.25.14	Concreto expuesto o aparente .....	440
1.26	Varilla de Refuerzo.....	441
1.27	Mampostería .....	443
<b>2</b>	<b>ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE ACERO.....</b>	<b>445</b>

2.1	Resistencia y especificaciones .....	445
2.2	Planos de taller .....	446
2.3	Soldadura.....	446
2.4	Pintura .....	447
2.5	Erección y montaje .....	449
2.6	Losas de piso .....	449
2.7	Entrepisos pretensados .....	450
2.7.1	Impermeabilización de losas de concreto y muros de retención .....	451
2.7.2	Juntas de expansión .....	452
2.7.3	Pavimentos.....	452
2.7.4	Conformación sub-rasante: .....	453
2.7.5	Sub-base.....	453
2.8	Base Granular .....	455
2.9	Base estabilizada con Cemento Portland .....	458
2.9.1	Requisitos para la construcción: .....	459
2.10	Capa de Imprimación.....	461
2.11	Pavimentos Bituminosos .....	464
2.12	Capa de Liga.....	467
2.13	Pavimento de Concreto.....	469
2.14	Estabilización de Base con Cemento Portland.....	472
2.14.1	Agregados .....	472
2.15	Enzcatado de Zonas Verdes .....	473
2.16	Especificaciones Arquitectónicas .....	474
2.16.1	Especificación de cubierta: .....	474
2.16.2	Especificación de ventanas, puertas y portones .....	475
2.16.3	Pisos Cerámicos .....	477
2.16.4	Azulejo.....	477
2.16.5	Acabado de paredes .....	478
2.16.6	Mezclado de repello.....	480
2.16.7	Revestimiento .....	483
2.16.8	Cielos Suspendidos .....	483
2.16.9	Aleros.....	484
2.16.10	Pintura.....	484
2.16.11	Superficies de Concreto .....	486
<b>ANEXO 8: Equipos de bombeo .....</b>		<b>489</b>

**ANEXO 9: Memoria de Cálculo de Cloración ..... 493**

**1 MEMORIA DE CÁLCULO DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS .....494**

1.1	Demanda de Cloro Gaseoso para Desinfección y Residual .....	494
1.1.1	Tipo y Cantidad de Cilindros .....	496
1.1.2	Tipo de Dosificación.....	497
1.1.3	Intercambio de Cilindros.....	498
1.1.4	Bomba Reforzadora a “Booster” .....	498
1.1.5	Balanza Electrónica Dual.....	498
1.1.6	Detector de Fugas de Gas Cloro .....	498
1.1.7	Equipo de Seguridad:.....	500
1.1.8	Caseta de Cloración: .....	500

**Índice de Figuras**

Figura 3-1	Ubicación y obras del sitio de tanque de Cóbano. ....	20
Figura 3-2	Diseño de sitio y ubicación de bombas de campo de pozos San Ramón de Ario .....	22
Figura 3-3	Diseño de sitio y ubicación de bombas en campo de pozos Las Delicias .....	24
Figura 3-4	Línea de impulsión de campo de pozos de San Ramón de Ario a Tanque de Cóbano.....	26
Figura 3-5	Línea de impulsión de campo de Pozos las Delicias a interconexión de línea de campo de pozos Ario a Tanque. ....	28
Figura 3-6	Red del acueducto de Cóbano.....	30
Figura 5-1:	Envolventes de presiones estacionarias y transientes– Pozo Ario a Tanque de Cóbano: Sin protecciones contra golpe de ariete .....	45
Figura 5-2:	Envolventes de presiones estacionarias y transientes– Pozo Las Delicias a interconexión con línea desde Pozo Ario, Sin protecciones contra golpe de ariete .....	47
Figura 1-1	Plano Catastro pozos San Ramón de Ario .....	297
Figura 1-2	Plano Catastro del tanque de Cóbano.....	299
Figura 1-3	Plano Catastro terreno Las Delicias .....	301
Figura 1-1	Ubicación del área de estudio de La Esperanza .....	304
Figura 1-2	Ubicación del Área de estudio Las Delicias .....	305
Figura 1-3	: Mapa Geológico La Esperanza .....	306
Figura 1-4	Mapa Geológico Las Delicias.....	307
Figura 1-5	Mapa Hidrogeológico La Esperanza/.....	312
Figura 1-6	Perfil Hidrogeológico La Esperanza .....	312
Figura 1-7	Mapa Hidrogeológico Las Delicias/ .....	314
Figura 1-8	Perfil Hidrogeológico Las Delicias.....	315
Figura 1-9	Dirección de flujo regional del Acuífero Montezuma .....	315
Figura 1-1:	Gráfica para tamaños de boquillas de 10 lb/día. ....	498
Figura 1-2:	Gráfica para tamaños de boquillas de 25 lb/día. ....	499
Figura 1-3:	Gráfica para tamaños de boquillas de 50 lb/día. ....	499

### *Índice de Cuadros*

Cuadro 3-1: Resumen de obras de Zona de Presión para Cóbano.....	29
Cuadro 3-2: Lista de planos de las obras .....	31
Cuadro 6-1 Tasas de hacinamiento por vivienda Censo 2011 .....	48
Cuadro 6-2 Proyección de población del distrito .....	49
Cuadro 6-3 Proyección de población del sistema.....	49
Cuadro 7-1 Proyección de demanda con 30% ANC .....	49
Cuadro 9-1 Costos de operación y mantenimiento del proyecto.....	51
Cuadro 12-1: Válvulas hidráulicas del proyecto.....	74
Cuadro 1-1 Listado de pozos en la zona de estudio, sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano, provincia de Puntarenas.....	309
Cuadro 1-2 Información hidrogeológica de los pozos, sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano .....	310
Cuadro 1-3 Información de armados y litología de los pozos seleccionados.....	310
Cuadro 1-4: Recarga potencial hacia los acuíferos .....	317

---

## 1 Introducción y objetivos del documento

### 1.1 Introducción

---

El presente informe contiene los resultados del diseño final de las obras objeto de este estudio, que contempla las mejoras al sistema de abastecimiento de agua del acueducto de Cóbano. Estas obras fueron definidas por medio de una evaluación de alternativas y del análisis de los diseños preliminares, luego de plantear a través de un diagnóstico de los sistemas, las mejores opciones para poder satisfacer la demanda de agua de este sistema hasta el año 2040. Así, las propuestas que se plantearon en la Fase de Factibilidad y del Anteproyecto, determinan las obras a diseñar, que de forma resumida se explican como sigue:

- Implementación de campo de pozos en la zona de San Ramón de Ario; donde se incluye la limpieza de los dos pozos existentes para la puesta de operación de los mismos. Es de señalar, que estos dos pozos fueron construidos por el AyA.
- Implementación al sistema de bombeo del pozo de Las Delicias, básicamente con el cambio de equipos y mejoras a los elementos del pozo existente. Adicionalmente se requiere la perforación e implementación de dos pozos nuevos en este mismo sitio.
- Ampliación y mejoras a red de distribución de Cóbano que la vez requerirá de un nuevo tanque de almacenamiento de unos 250 m<sup>3</sup>; este tanque se sitúa al costado este del tanque de 400 m<sup>3</sup> existente, con el fin de suplir las necesidades del sistema hasta el año 2040. A partir de ahí, se distribuye el agua por medio de la línea de distribución existente, con las mejoras y ampliaciones correspondientes, en las diferentes redes y ramales de distribución.

## **2 Proyecto propuesto y justificación de las obras**

Luego del análisis para determinar la mejor alternativa del nuevo sistema de suministro del acueducto de Cóbano, la cual propone la incorporación de un mayor caudal de producción, por medio de dos campos de pozos, San Ramón de Ario y Las Delicias, al tanque existente y uno nuevo, ubicados en el Cerro Bonito, para luego distribuir el agua según las demandas hasta el año horizonte 2040; se determinaron que las obras a desarrollar para el diseño definitivo, según las conclusiones del anteproyecto son las siguientes:

### **2.1.1 Fuentes de agua**

Las fuentes de agua para el acueducto de Cóbano, consisten en la implementación de dos campos de pozos que actualmente se encuentran ubicados en terrenos propios o alquilados para este fin por el AyA; cada uno de estos dos sitios contienen los pozos existentes y nuevos pozos a construir, implementación de líneas de impulsión, para lograr incorporarlos al acueducto de Cóbano con la producción requerida hasta el tanque de Cerro Bonito. Desde el punto de vista hidrogeológico, para ambos campos de pozos se realizó un análisis con los datos existentes, cuyos resultados se detallan en el Anexo 6 de este informe.

### **2.1.2 Tanques y estructuras.**

Para lograr regular la demanda de agua del sistema de Cóbano, se propone ampliar el sitio de almacenamiento por medio de la construcción de un tanque adicional, cuyo volumen sería de 250 m<sup>3</sup>; este tanque se instalará en la misma propiedad del tanque existente contiguo al mismo en Cerro Bonito, para lo cual se deberán demoler estructuras existentes y adecuar algunas, según el diseño que se propone.

Las obras a implementar en los tanques a construir en el sistema de Cóbano son las siguientes:

En los planos que se adjuntan para la ampliación de este sitio de almacenamiento, se muestran los detalles de este nuevo tanque con la interconexión del existente de 400 m<sup>3</sup>, que se resume de la siguiente forma:

- ✓ El tanque pequeño existente será demolido para poder construir el tanque nuevo, y algunas de las tuberías serán removidas para realizar esta ampliación.
- ✓ El tanque a construir tiene una capacidad de 250 m<sup>3</sup> con una altura de 4 m, por lo cual la altitud será de 218.3 m.s.n.m y su nivelación sea sobre la cota de 214,05 m.s.n.m, de tal forma que se nivelen las cargas de agua de los dos tanques, el nuevo y el existente de 400 m<sup>3</sup>.
- ✓ El tanque propuesto es de concreto con unas dimensiones de 8 m x 8 m x 4 m de alto, medidas internas y de nivel de agua.
- ✓ La tubería de entrada de este nuevo tanque, proveniente de los campos de pozos nuevos será interconectada con las tuberías de entrada al tanque existente, para que ambas operen con los dos tanques paralelamente. Ambas contendrán válvulas de altitud con boya cuando los tanques se llenen.
- ✓ La tubería de salida del tanque existente se conectará con la tubería nueva de salida del tanque nuevo, la cual a su vez, contendrá una prevista para que pueda ser ampliada en el futuro.
- ✓ Las tuberías de limpieza y rebose del nuevo tanque se interconectarán a las cajas existentes del tanque actual, con la interconexión al sistema pluvial de la calle de acceso existente.
- ✓ Este nuevo tanque como al existente se le instalarán válvulas hidráulicas de altitud de cierre lento, cuando ambos tanques se hayan llenado.
- ✓ Además del tanque de 250 m<sup>3</sup>, se construirá una caseta de control y de cloración del agua que proviene de los campos de pozos para los dos tanques.
- ✓ La entrada al tanque será remodelada, para colocar un portón de acceso para todas las estructuras, accesos a los dos tanques, así como mejoras en los cerramientos de protección de las estructuras.

### **2.1.3 Campos de pozos y equipos de bombeo.**

Tal como se indicó anteriormente los campos de pozos serán implementados de la siguiente forma:

#### **2.1.3.1 San Ramón de Ario**

- Los dos equipos de bombeo serán con motor sumergible y operarán directamente con la línea de impulsión hasta la conexión de los tanques de Cerro Bonito.
- Los equipos de bombeo a instalar serán entonces de:
  - Pozo 1: Bomba de 20 HP para 5 l/s
  - Pozo 2: Bomba de 50 HP para 15 l/s
- En este campo de pozos, se propone una calle de acceso con pavimento de lastre con una longitud aproximada de 335 m, que se refiere a la servidumbre de la propiedad del AyA.
- Dentro del sitio de los pozos, se propone una configuración de tal forma que cualquier grúa pueda operar fácilmente sin problemas. Las calles serán de lastre con cuneta y aceras a su alrededor. La evacuación pluvial de la calle de acceso y de operación de los pozos será hacia el Río Ario y toda la propiedad contendrá los cerramientos y portones correspondientes.
- Además de estas obras civiles, se propone iluminación de todo el acceso como del campo de pozos.

#### **2.1.3.2 Las Delicias**

- Los tres equipos de bombeo serán con motor sumergible y operarán directamente a la línea de impulsión hasta los tanques de Cerro Bonito, la cual se conectará con la línea de impulsión que proviene del Campo de Pozos de Ario.
- Los equipos de bombeo a instalar serán entonces de:
  - 3 equipos de bombeo al Tanque de Cóbano para un caudal total de los tres pozos de  $Q = 23.81$  l/seg con  $H = 105.8$  m.



- Incluye motor y bomba para 20 HP
- Dentro del sitio de los pozos, se propone una configuración de tal forma que cualquier grúa pueda operar fácilmente sin problemas. Las calles serán de lastre con cuneta y aceras a su alrededor.
- La evacuación pluvial y de operación de los pozos será hacia la quebrada del fondo de la propiedad por medio de una tubería pluvial y toda la propiedad que contenga las obras contendrá los cerramientos y portones correspondientes.
- Además de estas obras civiles, se propone iluminación de todo el acceso como del campo de pozos.

#### **2.1.4 Líneas de conducción-impulsión.**

Para las líneas conducción/impulsión se requiere de las siguientes obras:

- La línea de campo de pozos San Ramón de Ario al Tanque de Cóbano se compone de los siguientes elementos:
  - ✓ Tubería en HD de 200 mm DN, clase 40 para una longitud aproximada de 0,96 km
  - ✓ Tubería en PEAD de 212,4 mm diámetro interno, 273,05 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 0,280 km, RD 9
  - ✓ Tubería en PEAD de 232,6 mm diámetro interno, 273,05 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 0,288 km, RD 13,5
  - ✓ Tubería en PEAD de 212,4 mm diámetro interno, 273,05 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 3,965 km, RD 9
  - ✓ Tubería en PEAD de 232,6 mm diámetro interno, 273,05 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 1,000 km, RD 13,5
- La línea campo de pozos Las Delicias a interconexión con línea que viene de campo de pozos Ario al Tanque de Cóbano se compone de los siguientes componentes:

- ✓ Tubería en PEAD de 159 mm para una longitud aproximada de 2,1 km
- ✓ Tubería en PEAD de 186,6 mm diámetro interno, 219,08 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 1,819 km, RD 13,5
- ✓ Tubería en PEAD de 179,3 mm diámetro interno, 219,08 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 2,480 km, RD 9
- ✓ Tubería en PEAD de 186,6 mm diámetro interno, 219,08 mm diámetro externo para una longitud aproximada de 2,580 km, RD 13,5

### **2.1.5 Redes de distribución.**

Los cambios en la red de distribución del acueducto de Cóbano, según las modelaciones hidráulicas, son las siguientes:

- Se considera que el cambio de la red de Cóbano abarca aproximadamente unos 9,3 km con diámetros mayoritariamente de 114,3 mm diámetro externo en material PEAD RD 13,5.
- La red de Cóbano tendrá una ampliación con tuberías principalmente en la parte central y norte de la red, correspondientes a los sectores de Los Mangos y La Mencha, respectivamente.
- Del tanque de Cóbano, la línea existente de distribución existente de 200 mm de acuerdo con los cálculos hidráulicos es suficiente para las necesidades futuras.
- Para el sector de Santa Fe, de la línea de distribución se deberá instalar una tubería de distribución de 100 mm de PEAD con una longitud de unos 4 kms. Es de mencionar que esta línea será colocada en el mismo trazo de la tubería de impulsión del Campo de Pozos de Ario.

## **2.1.6 Sistemas eléctricos y de control.**

### **2.1.6.1 San Ramón de Ario**

- Sistema trifásico: transformador de pedestal de 112,5 KVA, voltaje secundario: 277/480 VCA y transformador de 15 KA para 120/208 VCA.
- Este campo estará conectado con el tanque de Cóbano, por medio de un sistema sensor de presión en el campo de pozos para la parada de operación de los pozos y con temporizador (timers) para el arranque de los mismos.
- Se ha solicitado un estudio de ingeniería al ICE para instalar la extensión de línea trifásica aérea al poste indicado e instalación de transformador de pedestal de 112,5 KVA, conexión secundaria en estrella 277/480 VCA.
- Tanques remotos de Cóbano: El sistema eléctrico de los tanques remotos será monofásico 120/240 VCA.

### **2.1.6.2 Las Delicias**

- Sistema trifásico: transformador de pedestal de 75 KVA, voltaje secundario: 277/480 VCA y transformador de 15 KVA para 120/208 VCA
- Este campo estará conectado con el tanque de Cóbano, por medio de un sistema sensor de presión en el campo de pozos para la parada de operación de los pozos y con temporizador (timers) para el arranque de los mismos.
- Se ha solicitado un estudio de ingeniería al ICE para instalar la extensión de línea trifásica aérea al poste indicado e instalación de transformador de pedestal de 75 KVA, conexión secundaria en estrella 277/480 VCA.
- Tanques remotos de Cóbano: El sistema eléctrico de los tanques remotos será monofásico 120/240 VCA.

## 3 Presentación de las obras

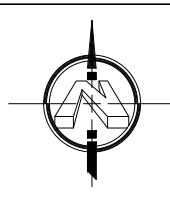
### 3.1 Introducción.

Las obras según lo descrito arriba, se presentan a continuación por medio de figuras con detalles la implementación de las mismas, según el orden dado anteriormente.

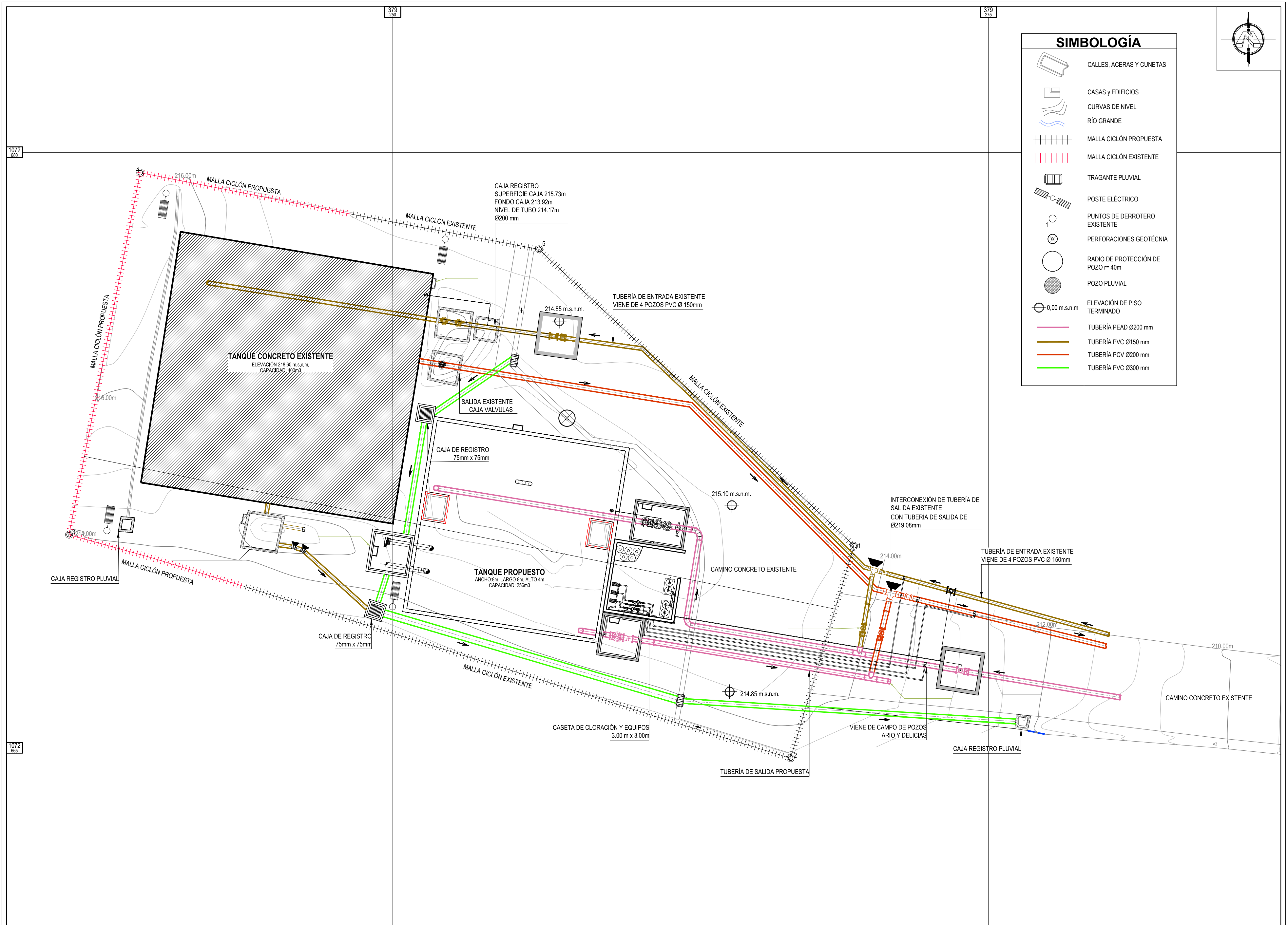
#### 3.1.1 Tanque de Cóbano

Las obras que se contemplan en este sitio son las siguientes:

- Demolición del tanque pequeño de concreto existente.
- Tanque cuadrado de concreto asentado, el mismo se ubicará en el costado sur-oeste del lote donde se ubica el tanque existente.
- El volumen efectivo del tanque es  $250 \text{ m}^3$ . Las elevaciones serán de tal forma, que opere en paralelo con el tanque existente.
- Las tuberías de entrada y salida tendrán una caja de registro cada una, tal como se indica en los planos.
- Las tuberías de entrada, tendrán una válvula hidráulica de boya cierre lento, de tal forma que las bombas que operan en Cóbano dejen de funcionar por controles de presión.
- Por tener el tanque nuevo menor elevación que el tanque existente de  $400 \text{ m}^3$ , a la salida del nuevo se colocará una válvula de retención de tal forma, de tal forma que cuando este se llene, el tanque existente siga llenando sin ningún problema.
- La evacuación pluvial del sitio del tanque como las aguas de los reboses y limpiezas de los dos tanques, será conectada al sistema pluvial de la calle de acceso existente, para lo cual se deberá reparar o reconstruir la caja de registro inicial.
- En la figura 3-1 se muestra la ubicación de las obras descritas



SIMBOLOGÍA	
	CALLES, ACERAS Y CUNETAS
	CASAS y EDIFICIOS
	CURVAS DE NIVEL
	RÍO GRANDE
	MALLA CICLÓN PROPUESTA
	MALLA CICLÓN EXISTENTE
	TRAGANTE PLUVIAL
	POSTE ELÉCTRICO
	PUNTOS DE DERROTERO EXISTENTE
	PERFORACIONES GEOTÉCNIA
	RADIO DE PROTECCIÓN DE POZO r= 40m
	POZO PLUVIAL
	ELEVACIÓN DE PISO TERMINADO
	TUBERÍA PEAD Ø200 mm
	TUBERÍA PVC Ø150 mm
	TUBERÍA PCV Ø200 mm
	TUBERÍA PVC Ø300 mm



PERSONAL RESPONSABLE: ING. EUGENIO AZOFEIFA BOLAÑOS

PROYECTO:  
"FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CÓBANO BCIE II-AYA FASE II"

CONTENIDO:  
UBICACIÓN Y OBRAS TANQUE



ESCALA: 1:100  
ARCHIVO:  
FECHA: ENERO 2015  
FIGURA: 3.1

### **3.1.2 Campos de pozos.**

Los dos campos de pozos a implementar serán de la siguiente forma:

#### **3.1.2.1 San Ramón de Ario**

---

Impulsa el agua hasta el tanque de Cóbano y la estación de bombeo tendrá siguientes parámetros.

- Se instalarán dos bombas sumergibles en pozo para bombear el agua hasta el tanque de Cóbano.
- Los tableros de control se instalarán en la caseta nueva a instalar.
- El sistema operará por medio de sistemas de telemetría hasta el tanque de Cerro Bonito.
- Las potencias de estas dos bombas, son de 20 HP para el pozo #1 y 50 HP para el pozo #2.

En la Figura 3-2 se muestra el diseño de sitio y la ubicación de la configuración de estas dos bombas.



SIMBOLOGÍA	
	CALLES, ACERAS Y CUNETAS
	CASAS y EDIFICIOS
	CURVAS DE NIVEL
	RÍO GRANDE
	MALLA CICLÓN PROPUESTA
	TRAGANTE PLUVIAL
	POSTE ELÉCTRICO
	PUNTOS DE DERROTERO EXISTENTE
	PERFORACIONES GEOTÉCNIA
	RADIO DE PROTECCIÓN DE POZO r= 40m
	POZO PLUVIAL
	DIRECCIÓN Y PENDIENTE DE CALLE
	TUBERÍA HD Ø200 mm
	TUBERÍA PLUVIAL DE PVC Ø375 mm ASTM 3034, F949

PROFESIONAL RESPONSABLE:  
ING. EUGENIO AZOFEIFA BOLAÑOS

PROYECTO:  
DISEÑO DE SITIO DE SAN RAMÓN DE ARIO

CONTENIDO:  
"FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CÓBANO BCIE II-AYA FASE II"



ESCALA: 1:750  
ARCHIVO:  
FECHA: ENERO 2015

FIGURA:  
3.2

### ***3.1.2.2 Las Delicias***

---

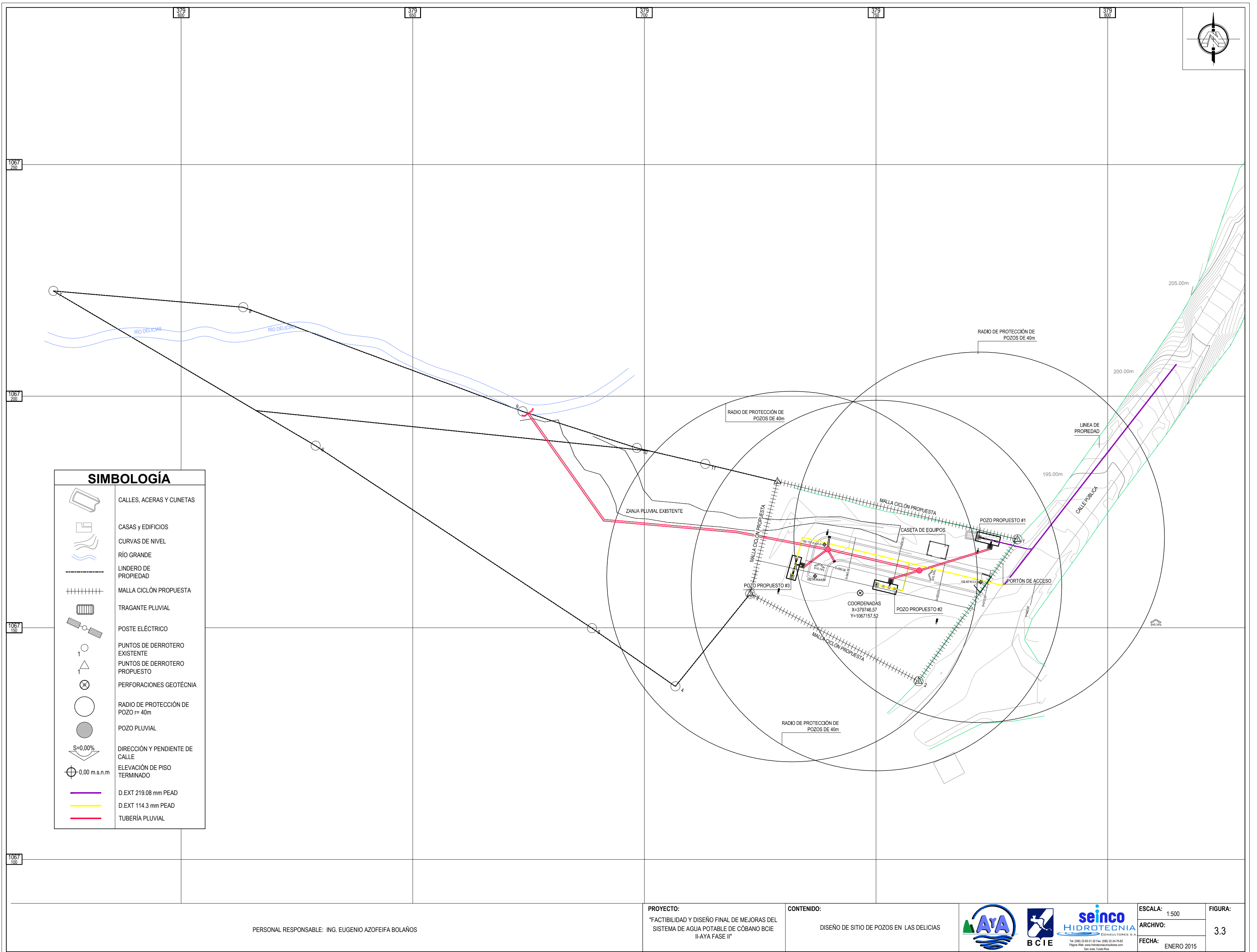
Impulsa el agua hasta la interconexión de la línea de Las Delicias a la interconexión con la línea del campo de pozos de San Ramón de Ario, pero claramente con la carga de los tanques de Cerro Bonito.

Se propone para esta estación los siguientes parámetros.

- Se instalarán tres bombas sumergibles en pozo para bombear el agua hasta el tanque de Cóbano
- Los tableros de control se instalarán en la caseta nueva a colocar.
- El sistema operará por medio de telemetría hasta el tanque de Cerro Bonito.
- Las potencias de estas tres bombas, son de 20 HP para un caudal total de 23 l/s para los tres pozos.

En la Figura 3-3 se muestra el diseño de sitio y la ubicación de la configuración de estas tres bombas.





SIMBOLOGÍA	
	CALLES, ACERAS Y CUNETAS
	CASAS y EDIFICIOS
	CURVAS DE NIVEL
	RÍO GRANDE
	LINDERO DE PROPIEDAD
	MALLA CICLÓN PROPUESTA
	TRAGANTE PLUVIAL
	POSTE ELÉCTRICO
	PUNTOS DE DERROTERO EXISTENTE
	PUNTOS DE DERROTERO PROPUESTO
	PERFORACIONES GEOTÉCNIA
	RADIO DE PROTECCIÓN DE POZO r= 40m
	POZO PLUVIAL
	DIRECCIÓN Y PENDIENTE DE CALLE
	ELEVACIÓN DE PISO TERMINADO
	D.EXT 219.08 mm PEAD
	D.EXT 114.3 mm PEAD
	TUBERÍA PLUVIAL

PERSONAL RESPONSABLE: ING. EUGENIO AZOFEIFA BOLAÑOS

PROYECTO:  
"FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CÓBANO BCIE II-AYA FASE II"

CONTENIDO:  
DISEÑO DE SITIO DE POZOS EN LAS DELICIAS

Logos for AYA, BCIE, and seinco HIDROTECNIA CONSULTORES S.A. The seinco logo includes contact information: Tel: (506) 22 63 31-32 Fax: (506) 22 24 76 82, Pagina Web: www.hidrotecniaconsultores.com, San José, Costa Rica.

ESCALA:	1:500	FIGURA:	3.3
ARCHIVO:			
FECHA:	ENERO 2015		

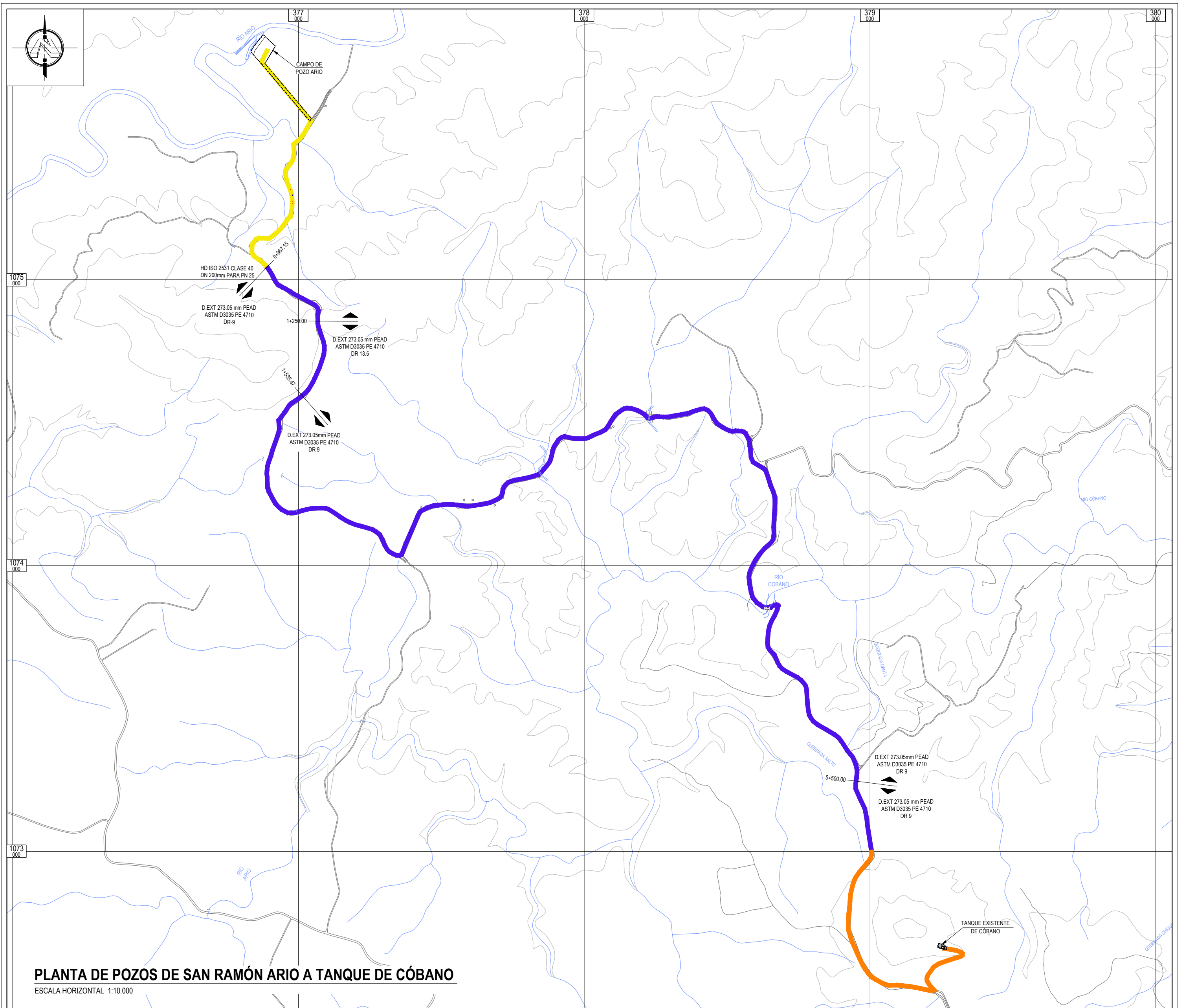
### **3.1.3 Líneas de conducción y distribución.**

#### ***3.1.3.1 Línea de impulsión de campo de pozos de San Ramón de Ario a Tanque de Cóbano***

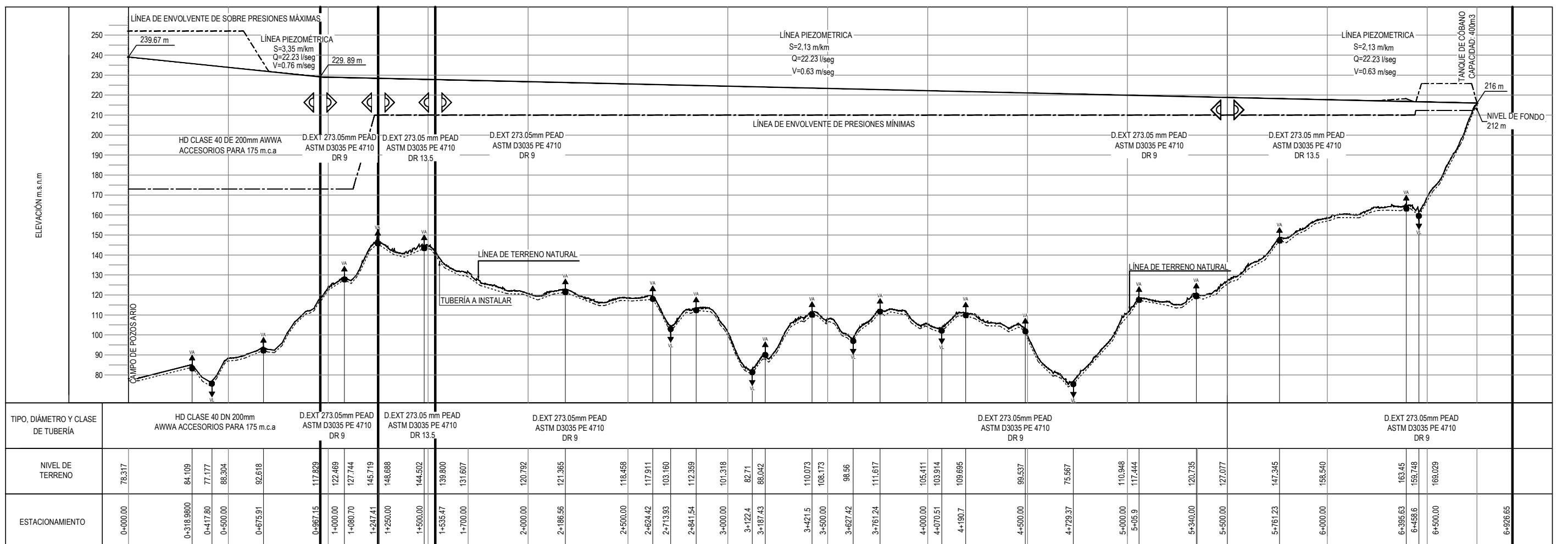
Esta línea operará por impulsión. La descripción de la línea con detalle es el siguiente:

- Se propone que la tubería a instalar sea de 200 mm diámetro nominal en HD para presiones de 160 m.c.a para los primeros 960 m y luego cambie a PEAD para presiones de 120 m.c.a, es decir, 273,05 mm diámetro externo de PEAD.
- El diámetro de la línea será de 273,05 mm de diámetro externo en material PEAD, para una longitud de 6.700 metros.

En la Figura 3-4 se muestra la ruta seleccionada desde el campo de pozos Ario hasta el Tanque de Cóbano.



**PLANTA DE POZOS DE SAN RAMÓN ARIO A TANQUE DE CÓBANO**  
ESCALA HORIZONTAL 1:10.000



**PERFIL DE POZOS DE SAN RAMÓN DE ARIO A TANQUE DE CÓBANO**  
ESCALA HORIZONTAL 1:20.000  
ESCALA VERTICAL 1:2000

PROFESIONAL RESPONSABLE:

ING. EUGENIO AZOFEIFA BOLAÑOS

PROYECTO:

IMPULSIÓN DE SAN RAMÓN DE ARIO A TANQUE DE CÓBANO

CONTENIDO:

"FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CÓBANO BCIE II-AYA FASE II"



ESCALA:

ARCHIVO:

FECHA: ENERO 2015

FIGURA:

3.4

---

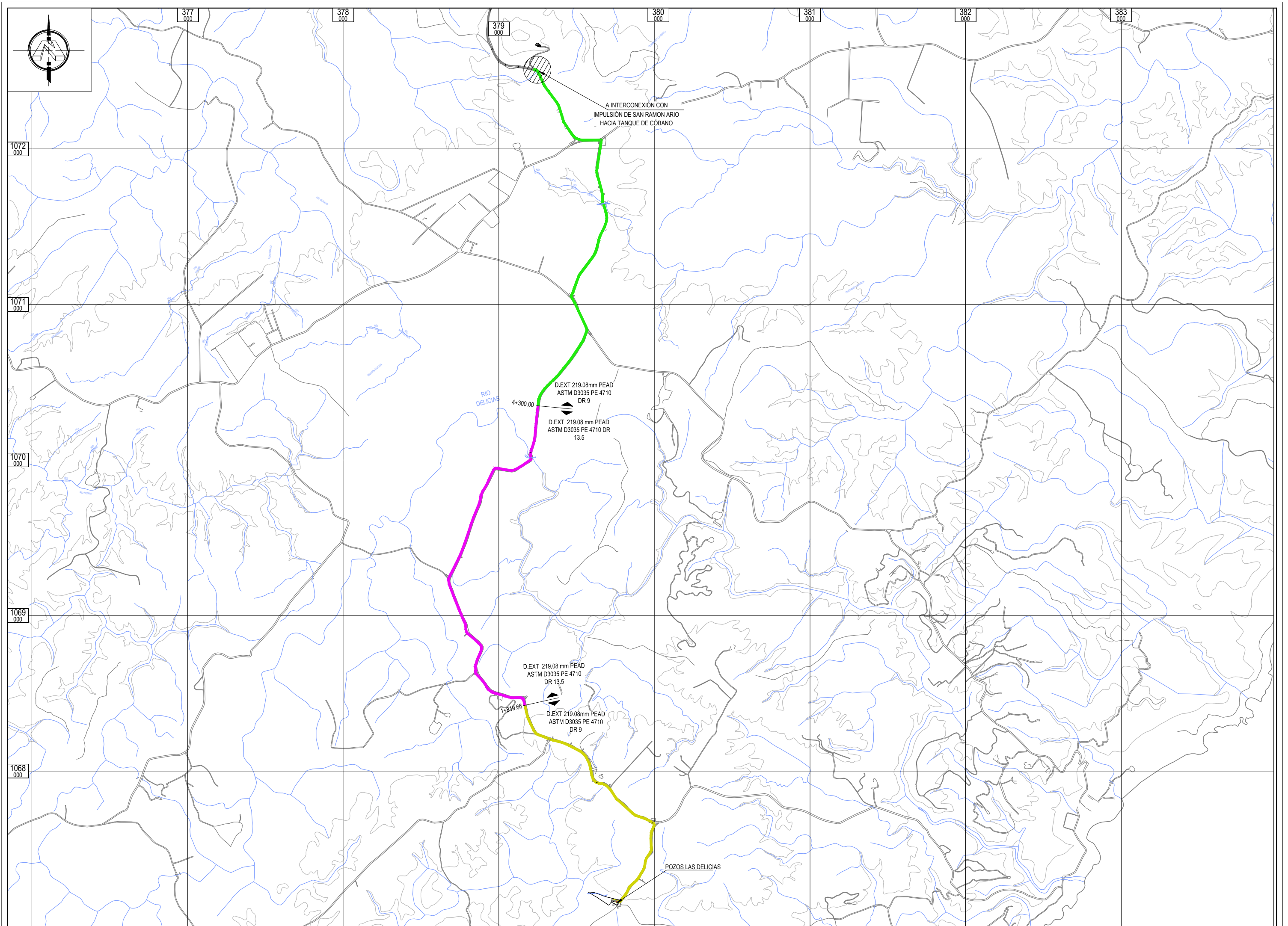
### ***3.1.3.2 Línea de impulsión de campo de Pozos las Delicias a interconexión de línea de campo de pozos Ario a Tanque.***

---

Para esta línea se propone lo siguiente:

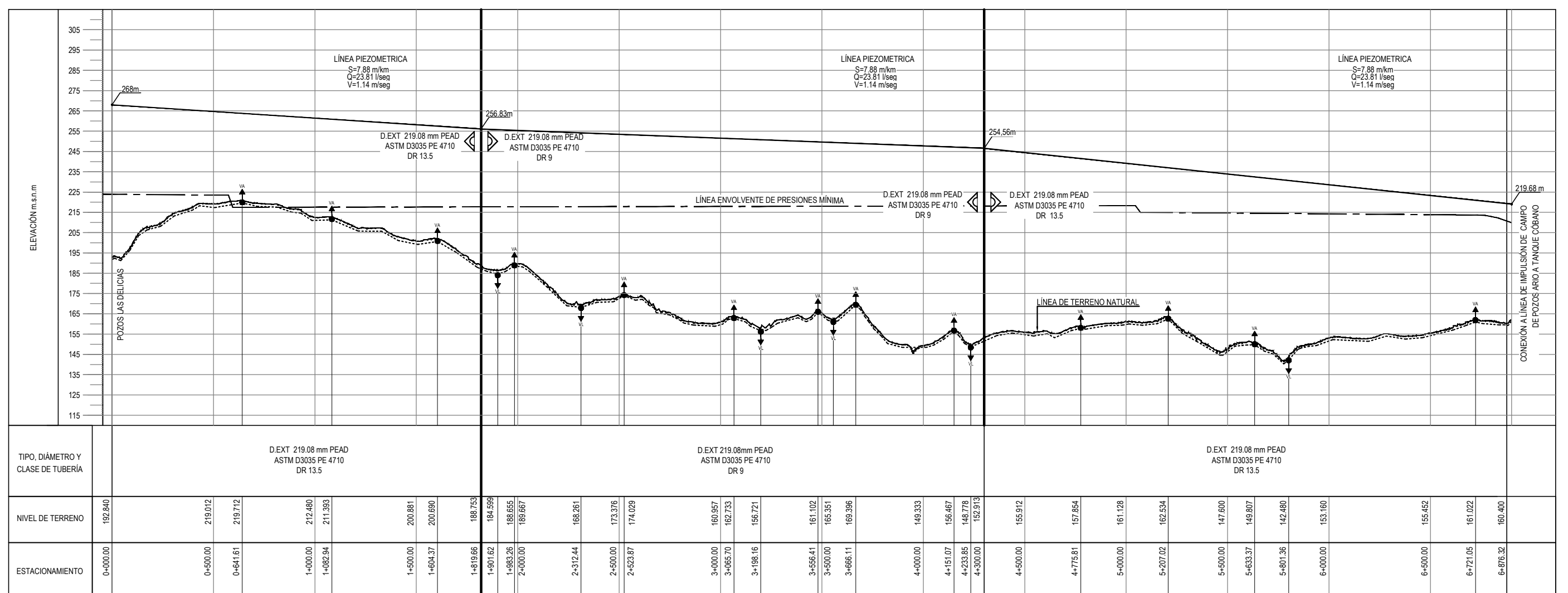
- La tubería a instalar será de PEAD para presiones de 100 m.c.a, con un diámetro de 219.08 mm, diámetro externo.
- La interconexión con la línea de impulsión de Ario será en la entrada de la calle de acceso del tanque de Cerro Bonito.
- La longitud de la línea será de 6.800 metros.

En la Figura 3-5 se muestra la ruta de dicha línea.



**PLANTA DE POZOS DE LAS DELICIAS INTERCONEXIÓN DE SAN RAMÓN DE ARIO A TANQUE DE CÓBANO**

ESCALA HORIZONTAL 1:20.000



**PERFIL DE POZOS DE LAS DELICIAS INTERCONEXIÓN DE SAN RAMÓN DE ARIO A TANQUE DE CÓBANO**

ESCALA HORIZONTAL 1:20.000  
ESCALA VERTICAL 1:2000

<b>PROFESIONAL RESPONSABLE:</b> ING. EUGENIO AZOFEIFA BOLAÑOS	<b>PROYECTO:</b> IMPULSION DE CAMPO DE POZOS DE LAS DELICIAS	<b>CONTENIDO:</b> "FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CÓBANO BCIE II-AYA FASE II"		<b>ESCALA:</b> <b>ARCHIVO:</b> <b>FECHA:</b> ENERO 2015	<b>FIGURA:</b> 3.5
--	---	---	--	---	-----------------------

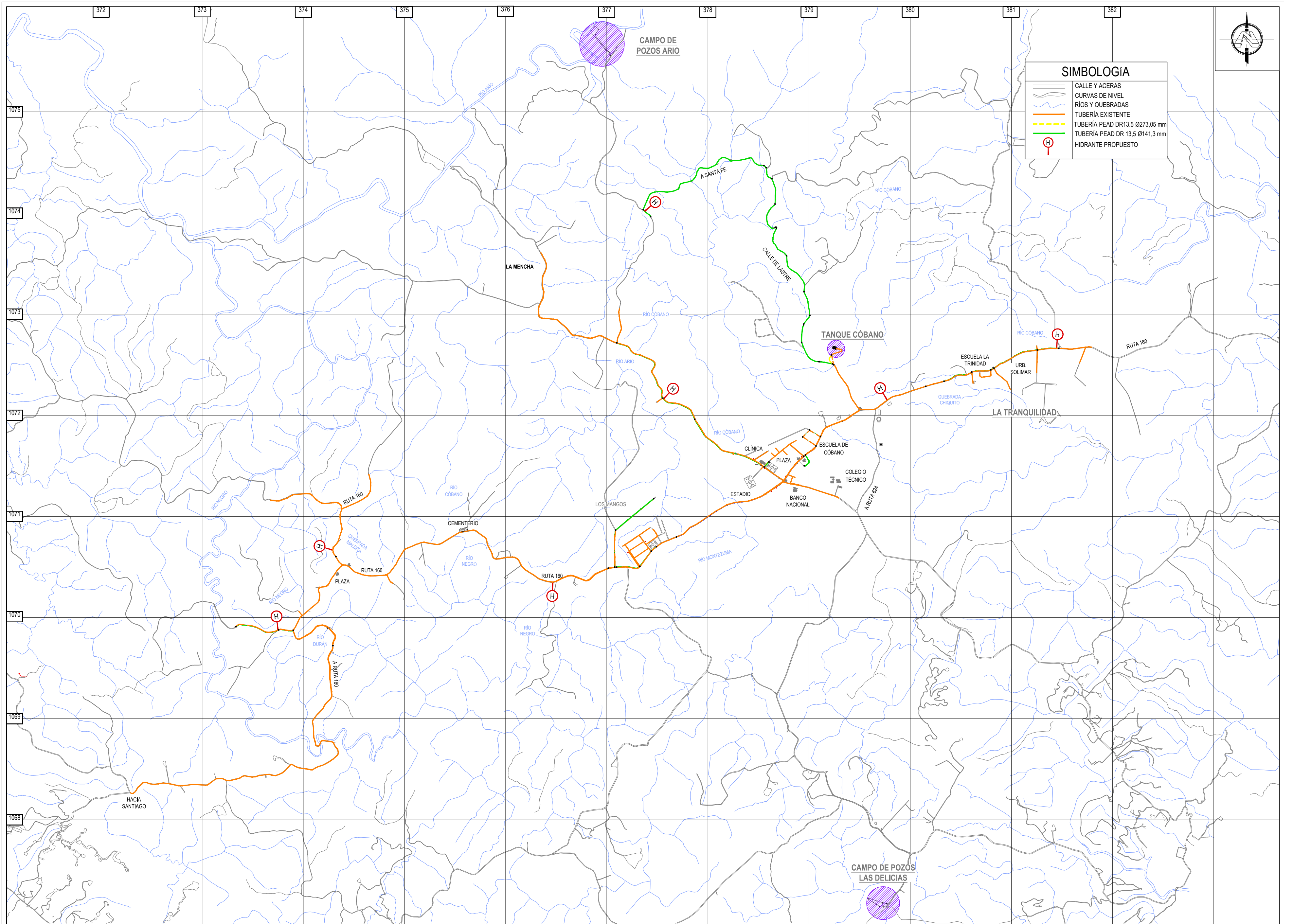
### 3.1.4 Redes de distribución.

Para la red de Cóbano, se muestran el resumen de las tuberías a instalar, así como el número de hidrantes a instalar. De igual forma, la Figura 3-6 muestra de forma general la red, donde se indican las tuberías existentes y las propuestas.

**Cuadro 3-1: Resumen de obras de Zona de Presión para Cóbano.**

Sector	Diámetro (mm)	Material	Longitud (m)
Cóbano	114,3	PEAD	7.091
	219,08	PEAD	2.294
Total			9.385
Hidrantes			5

Fuente: Elaboración propia



SIMBOLOGÍA	
	CALLE Y ACERAS
	CURVAS DE NIVEL
	RÍOS Y QUEBRADAS
	TUBERÍA EXISTENTE
	TUBERÍA PEAD DR13.5 Ø273,05 mm
	TUBERÍA PEAD DR 13.5 Ø141,3 mm
	HIDRANTE PROPUESTO

### 3.1.5 Lista de planos del acueducto de Cóbano (Producto 6)

En el Cuadro 3-2 se muestra el índice de los planos de las obras antes descritas.

**Cuadro 3-2: Lista de planos de las obras**

NOMENCLATURA	CONTENIDO
0-01	Especificaciones estructurales
1-01	Diseño de sitio general de San ramón de ario
1-02	Diseño de terrazas de San Ramón de ario
1-03	Planta y perfil de desfogue pluvial de San Ramón de ario
1-04	Planta mecánica de San ramón de ario
1-05	Secciones de diseño de San ramón de ario
1-06	Detalle de pozo #1 de San ramón de ario
1-07	Detalle de pozo #2 de San ramón de ario
1-08	Caseta de equipos
1-09 A 1-14	Láminas eléctricas San ramón de ario
1-15 A 1-27	Planta y perfil de línea de impulsión San ramón de ario a tanque de Cóbano
1-28	Cajas de válvulas y desfogue pluvial
1-29	Detalles de bloques de anclaje
1-30	Diseño de sitio de tanque de Cóbano
1-31	Lámina de demolición del tanque de Cóbano
1-32	Diseño de terrazas de tanque
1-33	Planta y perfil de desfogue pluvial tanque de Cóbano
1-34	Planta mecánica tanque de Cóbano
1-35	Secciones de diseño de tanque de Cóbano
1-36	Caseta de equipos
1-37	Cajas de entrada, salida y limpieza de tanque
1-38 A 1-41	Sistema de cloración
1-42	Diseño estructural de tanque de Cóbano
1-43 A 1-48	Láminas eléctricas tanque de Cóbano
1-489	Diseño de sitio de Las Delicias
1-50	Diseño de terrazas de Las Delicias
1-51	Planta y perfil de desfogue pluvial de Las Delicias
1-52	Planta mecánica de Las Delicias
1-53	Secciones de diseño de Las Delicias
1-54	Detalle de pozo Las Delicias
1-55	Caseta de equipos
1-56 A 1-61	Láminas eléctricas Las Delicias
1-62 A 1-73	Planta y perfil de línea de impulsión Las Delicias a interconexión con tanque de Cóbano
1-74 a 1-76	Pasos de río
2-00 A 2-22	Red
3-01 A 3-03	Detalles generales

Fuente: Elaboración propia



---

## 4 Trabajos de Campo y Especiales.

En este apartado, se presentan un resumen de los trabajos de campo y especiales, que se han realizado para los diseños de las obras descritas y los resultados de forma completa se presentan como anexos a este informe.

### 4.1 Estudios de suelos

---

El estudio de suelos abarcó los siguientes aspectos:

- Perfil estratigráfico típico para la instalación de todas las obras de concreto.
- Variación de la capacidad de soporte admisible con la profundidad.
- Pruebas para las líneas de impulsión, especialmente para los tramos donde ubicarían puentes o pasos subterráneos de las tuberías.
- Posibles problemas geotécnicos asociados con los materiales presentes.
- Profundidad del nivel freático.
- Sistemas de cimentación que mejor se adaptan a las condiciones del terreno.
- Recomendaciones geotécnicas para diseño de obras.

En consecuencia, dadas las características del suelo encontrado en los sitios en donde se realizaron los sondeos exploratorios se recomienda lo siguiente:

- El perfil estratigráfico identificado consistente en un perfil típico de suelos residuales producto de la meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias que subyacen el suelo superficial, de acuerdo a la información geológica disponible (1) se puede determinar que en la zona del proyecto se ubican sedimentos clásticos compuestos por areniscas, lutitas y aglomerados. De esta forma, se puede mencionar que el comportamiento de los suelos analizados es típico en el sentido en que su comportamiento geomecánico mejora conforme la profundidad, se debe hacer notar que las profundidades alcanzadas oscilan entre 1,00 m y 3,25m de

---

## **4 Trabajos de Campo y Especiales.**

En este apartado, se presentan un resumen de los trabajos de campo y especiales, que se han realizado para los diseños de las obras descritas y los resultados de forma completa se presentan como anexos a este informe.

### **4.1 Estudios de suelos**

---

El estudio de suelos abarcó los siguientes aspectos:

- Perfil estratigráfico típico para la instalación de todas las obras de concreto.
- Variación de la capacidad de soporte admisible con la profundidad.
- Pruebas para las líneas de impulsión, especialmente para los tramos donde ubicarían puentes o pasos subterráneos de las tuberías.
- Posibles problemas geotécnicos asociados con los materiales presentes.
- Profundidad del nivel freático.
- Sistemas de cimentación que mejor se adaptan a las condiciones del terreno.
- Recomendaciones geotécnicas para diseño de obras.

En consecuencia, dadas las características del suelo encontrado en los sitios en donde se realizaron los sondeos exploratorios se recomienda lo siguiente:

- El perfil estratigráfico identificado consistente en un perfil típico de suelos residuales producto de la meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias que subyacen el suelo superficial, de acuerdo a la información geológica disponible (1) se puede determinar que en la zona del proyecto se ubican sedimentos clásticos compuestos por areniscas, lutitas y aglomerados. De esta forma, se puede mencionar que el comportamiento de los suelos analizados es típico en el sentido en que su comportamiento geomecánico mejora conforme la profundidad, se debe hacer notar que las profundidades alcanzadas oscilan entre 1,00 m y 3,25m de

profundidad con una media de 1.45m de profundidad, lo cual indica la presencia de un suelo saprólito de consistencia rígida a esa profundidad.

- Para las perforaciones **P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9 (campo de pozos Ario, línea de impulsión Ario-Tanque Cóbano, línea de impulsión Ario-Tanque Cóbano paso de río, Tanque Cóbano, línea de impulsión Delicias-tanque Cóbano, línea de impulsión Delicias-tanque Cóbano paso de río, Campo de pozos Las Delicias, Tanque de Cóbano)** se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas utilizando un nivel de desplante mínimo de 0.55 metros de profundidad con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.
- En lo que respecta a la perforación P2 (línea de impulsión de Ario-tanque Cóbano) se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas utilizando un nivel de desplante mínimo de 1.00 metros de profundidad con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.
- En todos los casos, los niveles de cimentación recomendados corresponden a un nivel de desplante mínimo y pueden variar conforme las cargas impuestas por la superestructura según indique el profesional responsable del diseño estructural. En todos los casos se recomienda el desarrollo del sistema de transmisión de las cargas de la superestructura al suelo utilizando los valores de capacidad de carga admisible mostrados en el cuadro 3 del Anexo 1.
- Adicionalmente, como se mencionó se recomienda la remoción de 0.55 metros de la capa de suelo superficial con presencia de materia orgánica.
- Para la estructura de ambos campos de pozos, San Ramón de Ario y Delicias; así como para el sitio del tanque, se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas, siendo el nivel de desplante mínimo de 0,55 metros de profundidad; esto con el objetivo de

colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.

- Las estructuras se deberán diseñar y construir siguiendo las normas y especificaciones indicadas en el "Código de Cimentaciones de Costa Rica" y el "Código Sísmico de Costa Rica", considerando en general el terreno como tipo S3.

En el **Anexo 1** del presente informe, se adjunta el estudio de suelos.

## 4.2 Topografía

Para estos trabajos, la nivelación se hizo para las líneas de impulsión de los dos campos de pozos al tanque de Cóbano. En el **Anexo 2** se presenta la metodología utilizada y los resultados de dichos trabajos.

## 4.3 Diseño eléctrico y de control para campo de Pozos Ario y Las Delicias y tanque de Cóbano.

### 4.3.1 Sistemas eléctricos, generalidades.

Para los campos de pozos y tanque de Cóbano, se han considerado los siguientes aspectos:

#### 4.3.1.1 San Ramón de Ario

- Sistema trifásico: transformador de pedestal de 112,5 KVA, voltaje secundario: 277/480 VCA y transformador de 15 KVA para 120/208 VCA.
- Se solicitó un estudio de factibilidad al ICE para instalar la extensión de línea trifásica aérea al poste indicado e instalación de transformador de pedestal de 112,5 KVA, conexión secundaria en estrella 277/480 VCA. Se debe de solicitar un estudio de ingeniería

Las Delicias

- Sistema trifásico: transformador de pedestal de 75 KVA, voltaje secundario: 277/480 VCA y transformador de 15 KVA para 120/208 VCA.
- Se solicitó un estudio de factibilidad al ICE para instalar la extensión de línea trifásica aérea al poste indicado e instalación de transformador de pedestal de 75 KVA, conexión secundaria en estrella 277/480 VCA. Se debe de solicitar un estudio de ingeniería

#### **4.3.1.2 Tanque de Cóbano**

- El sistema eléctrico de los tanques remotos será monofásico 120/240 VCA. Se solicitó un estudio de factibilidad al ICE para instalar la extensión de línea monofásica aérea al poste indicado e instalación de transformador de poste de 15 KVA, conexión secundaria 120/240 VCA. Se debe de solicitar un estudio de ingeniería

#### **4.3.2 Aspectos generales de los campos de pozos y tanque de Cóbano.**

- Cada estación tendrá un sistema de monitoreo de energía PM820
- Cada estación tendrá SPD (supresión de transientes de voltaje)
- Cada estación tendrá un sistema de puesta a tierra, a base de componentes con soldadura exotérmica, se incluirá en el sistema la puesta a tierra todos los elementos metálicos de la estación, el valor final de la malla será inferior a 5 ohmios, existirá la facilidad de medición del sistema.
- Todos los equipos eléctricos y de telecomunicaciones estarán en gabinetes y serán alambrados, programados en fábrica, no se permitirá el uso de equipos en cajas de diferentes tamaños unidos por tuberías.

#### **4.3.3 Control automático de la iluminación exterior.**

El control automático de iluminación se hará por medio de los interruptores digitales programables, tipo intermatic 120 VCA, 30 amperios

#### **4.3.4 Control de operación de estaciones de bombeo de San Ramón de Ario y Las Delicias. Tanque de Cóbano**

El control de estas estaciones está compuesto por los siguientes elementos:

- Control del pozo 1 y 2 para San Ramón de Ario por medio de sensores de presión.
- Control del pozo 1, 2 y 3 para Las Delicias por medio de sensores de presión.
- Comunicación interna.
- Control de los tanques remotos de Cóbano existente y nuevo y sistema automático de cloración
- Fuente de energía: 24 VCD, con cargador y baterías
- Switch Ethernet
- RTU
- Unidades de entrada/salida analógicas y digitales
- Pantalla de operador
- Software de programación, con histórico
- Programación en conjunto del sistema
- Capacitación del sistema
- Puertos Ethernet o RS-485
- El sistema de control tendrá las siguientes estaciones Ethernet protocolo Modbus sobre TCP/IP o Modbus RS485 (Modbus RTU):
- Variador de frecuencia bomba 1 y bomba 2 para el caso de San Ramón de Ario
- Variador de frecuencia bomba 1,2 y 3 para el caso de Las Delicias
- Tanque existente y nuevo de Cóbano, sistema de cloración
- Tablero principal (PM820)
- Cable modem
- Señales pozo 1 y 2 para el caso de San Ramón de Ario
- Señales pozo 1, 2 y 3 para el caso de Las Delicias
- Entradas analógicas: 4-20 MA

- Señal de presión
- P1: presión de tubería bomba de pozo 1
- P2: presión de tubería bomba de pozo 2
- P3: presión de tubería bomba de pozo 3 solamente para Las Delicias
- Señal de nivel: digital
- CN1: nivel en la fosa bomba 1
- CN2: nivel en la fosa bomba 2
- CN3: nivel en la fosa bomba 3, solamente para Las Delicias
- Entradas a puerto Modbus:
- Señal de caudal: Modbus
- Q1: caudal en la tubería de la bomba del pozo 1
- Q2: caudal en la tubería de la bomba del pozo 2
- Q3: caudal en la tubería de la bomba del pozo 3, solamente para Las Delicias
- Monitoreo del sistema:
- Por medio de los puertos Ethernet con protocolo Modbus sobre RCP/IP o Modbus RT485 (Modbus RTU)
- Monitoreo de la estación:
- El sistema será capaz de monitorear y/o controlar:
- Medición de la calidad de la energía (en el tablero principal)
- Operación de cada bomba (variadores de frecuencia)
- Estado de los indicadores de nivel, caudal y presión
- Sistema de cloración en el tanque de Cóbano
- El sistema de control de cada estación está gobernado por unidades RTU, estos equipos tienen protocolo de comunicación externa DNP3 y protocolo de comunicación interna Modbus, esta configuración permitirá en un futuro integrar cada estación a un sistema Scada externo, para el monitoreo, control y programación del RTU en forma remota
- Los RTU tienen la facilidad de Datalog recuperación automática de información perdida en una transmisión remota

#### **4.3.5 Sistema de seguridad**

Cada usuario tendrá su código de acceso al sistema, así como su categoría de acceso a las distintas opciones de menú, el acceso se podrá realizar internamente mediante la red LAN o externamente vía internet.

#### **4.3.6 Señales tanque remoto**

Las señales del tanque remoto controlan la operación del sistema automático de cloración y las señales de nivel de los tanques existente y remoto

El tanque existente y el nuevo de Cóbano están interconectados, por lo tanto los niveles preestablecidos en ambos deben ser similares, en caso de una diferencia de +/- 10 cms en cualquier nivel se generará una alerta al sistema pero no se interrumpirá la operación.

#### **4.3.7 Sistema automático de control**

##### **4.3.7.1 Operación de las bombas**

##### **San Ramón de Arío**

- La señal de arranque o parada del sistema de pozos de San Ramón de Arío será gobernado por los switch de presión de cada bomba
- Las bombas 1 y 2 serán controladas por el procesador de la estación por medio de los puertos ethernet protocolo modbus sobre TCP/IP o puerto modbus RS-485 (modbus RTU) de cada variador de frecuencia.
- Arrancará solo una bomba a la vez, (las bombas 1 y 2) nunca arrancarán las dos bombas simultáneamente
- Las bombas 1 y 2 tendrán un variador de frecuencia, con puerto ethernet protocolo modbus sobre TCP/IP ó puerto modbus RS-485 (modbus RTU)
- Ninguna bomba operará en forma continua por más de 18 horas en un período de 24 horas



- Ninguna bomba arrancará si existe bajo nivel en su respectiva fosa o si existe una señal externa o interna en la estación que inhiba su arranque, la señal de arranque y pare a cada bomba será enviada por el procesador al puerto de cada variador de frecuencia.
- Las bombas serán controladas por medio de la señal de presión de su tubería respectiva P1 o P2, la bomba apagará en el nivel alto (pre programado) y arrancará nuevamente en el nivel bajo (pre programado x horas) después de acuerdo a la programación del sistema

El sistema será capaz de generar las siguientes alarmas,

- Bajo nivel de pozo 1
- Bajo nivel de pozo 2
- Alta presión en tubería del pozo 1
- Alta presión en tubería del pozo 2
- Ausencia de energía en el control de pozo
- Falla en el variador de frecuencia bomba 1
- Falla en el variador de frecuencia bomba 2

### **Las Delicias**

- La señal de arranque o parada del sistema de pozos de Las Delicias será gobernado por los switch de presión de cada bomba
- Las bombas 1, 2 y 3 serán controladas por el procesador de la estación por medio de los puertos Ethernet protocolo Modbus sobre TCP/IP o puerto Modbus RS-485 (Modbus RTU) de cada variador de frecuencia.
- Arrancará solo una bomba a la vez, (las bombas 1, 2 y 3) nunca arrancarán dos bombas simultáneamente
- Las bombas 1, 2 y 3 tendrán un variador de frecuencia, con puerto Ethernet protocolo Modbus sobre TCP/IP ó puerto Modbus RS-485 (Modbus RTU)

- Ninguna bomba operará en forma continua por más de 18 horas en un período de 24 horas
- Ninguna bomba arrancará si existe bajo nivel en su respectiva fosa o si existe una señal externa o interna en la estación que inhiba su arranque, la señal de arranque y pare a cada bomba será enviada por el procesador al puerto de cada variador de frecuencia.
- Las bombas serán controladas por medio de la señal de presión de su tubería respectiva P1, P2 o P3, la bomba apagará en el nivel alto (pre programado) y arrancará nuevamente en el nivel bajo (pre programado x horas) después de acuerdo a la programación del sistema

El sistema será capaz de generar las siguientes alarmas,

- Bajo nivel de pozo 1
- Bajo nivel de pozo 2
- Bajo nivel de pozo 3
- Alta presión en tubería del pozo 1
- Alta presión en tubería del pozo 2
- Alta presión en tubería de pozo 3
- Ausencia de energía en el control de pozo
- Falla en el variador de frecuencia bomba 1
- Falla en el variador de frecuencia bomba 2
- Falla en el variador de frecuencia bomba 3

### **Tanque de Cóbano**

- Los tanques de Cóbano existente y nuevo tendrán un sistema de medición analógica de nivel, por medio de esta señal en un futuro se podrá controlar la operación de pozos o sistemas de pozos en forma remota
- Sistema de cloración, el sistema de cloración de Cóbano está formado por tres sistemas: sistema de cloración 1, 2 y 3. Los sistemas 1 y 2 se ubican en la tubería

de entrada al tanque, el cloro se dosificará automáticamente por medio de los sensores de flujo de cada tubería de entrada. El sistema de cloración 3, se ubica a la salida de los tanques la dosificación del cloro se realizará automáticamente de acuerdo al valor del analizador de cloro residual en la tubería de salida del tanque

El sistema será capaz de generar las siguientes alarmas,

- Ausencia de energía en el control del tanque
- Bajo nivel en tanque remoto existe
- Bajo nivel en tanque remoto nuevo
- Fuga de cloro
- Bajo nivel en los cilindros de cloro (por medio de las balanzas)
- Alto o bajo nivel de cloro residual en la tubería de salida
- Alertas del sistema
- El sistema será capaz de generar las siguientes alertas:
- Ausencia de señal nivel del tanque existente en Cóbano EA1
- Ausencia de señal nivel del tanque nuevo en Cóbano EA2

#### ***4.3.7.2 Sistema de seguridad***

---

- Sistema de seguridad: cada usuario tendrá su código de acceso al sistema, así como su categoría de acceso a las distintas opciones de menú, el acceso se podrá realizar internamente mediante la red LAN o externamente vía internet
- Por medio de los puertos ethernet protocolo modbus sobre TC/IP o puerto modbus RS-485 (modbus RTU) de cada equipo, existirá la facilidad de monitoreo de los valores de su operación, así mismo –mediante programación previa- el sistema de control podrá ser capaz de liberar señales de alarma u comandos de acción ante eventos pre programados

#### **4.3.7.3 Información histórica**

---

El sistema debe de ser capaz de almacenar datos históricos de los diferentes parámetros de los equipos de acuerdo a la programación realizada y la capacidad de memoria de cada equipo.

Programación del sistema: Se debe de realizar la programación integral del sistema en conjunto con el cliente y tomando en consideración sus necesidades específicas, se crearán todas las pantallas necesarias, se incluirán las acciones por seguir para cada alarma del sistema.

#### **4.3.7.4 Capacitación del sistema:**

---

Se debe de impartir una capacitación formal sobre la operación del sistema, a un grupo de seis personas, con el objetivo de programar y operar el sistema en forma total, así mismo el personal debe de tener los conocimientos necesarios para programar cambios, adiciones y mejoras al sistema.

### **4.4 Diseño Estructural**

---

En el diseño estructural del tanque y de las otras estructuras, se han considerado, que para el diseño de elementos de concreto se utiliza la especificación ACI Manual of Concrete Practice, ACI 350-06 la cual establece requerimientos de durabilidad y resistencia en estructuras especiales de concreto. Para la determinación de las fuerzas de empuje de fluidos se sigue los lineamientos del ACI Manual of Concrete Practice, ACI 350.3-06 [ref. 2], ajustando los parámetros de demanda sísmica según el CSCR-2010. Para la determinación de los parámetros del suelo se sigue las recomendaciones del Código de Cimentaciones de Costa Rica y los modelos estructurales fueron elaborados en el programa de análisis estructural SAP 2000 v14.2.0 de la empresa Computers and Structures que utiliza elementos finitos tipo "Shell" de 0.5 m x 0.5 m en promedio.

Las características principales de los tanques son las siguientes:

Parámetro	Tanque 250 m <sup>3</sup>
Dimensiones internas	8 m x 8 m
Altura de pared interna	4,0 m
Altura máxima de líquido	4,0 m
Losa de techo	Lisa
Altura total de losa de techo	2,5 m
Tipo de cimentación	Losa de fundación
Desplante	0,55 m

Es de mencionar, que de acuerdo con los resultados de los estudios geotécnicos, la estructura del tanque de Cóbano, fundamentalmente, no requiere de fundaciones especiales, y las mismas son las que se proponen y se indican en los planos. En el **Anexo 4**, se presenta la memoria de cálculo del diseño estructural del tanque de Cóbano, así como las especificaciones técnicas estructurales.

## 5 Diseño Hidráulico

En este apartado, se presentan la metodología de los resultados de los cálculos hidráulicos de los diferentes componentes a diseñar, especialmente las líneas de conducción y los tanques de almacenamiento y de carga, descritos anteriormente.

### 5.1 Diseño Hidráulico de líneas de conducción e impulsión

#### 5.1.1 Diseño de la línea de impulsión de San Ramón de Ario

Para esta línea se han considerado los siguientes aspectos para su diseño:

- Caudal de diseño:  $Q = 24 \text{ l/seg.}$
- Tubería de PEAD de clase de DR 13 y DR 17
- El cálculo se realizó por medio del programa WaterCad.

#### 5.1.2 Diseño de la línea de impulsión Campo de pozos Las Delicias hasta interconexión de línea de San Ramón de Ario a Tanque de Cóbano.

Para esta línea se han considerado los siguientes aspectos para su diseño:

- Caudal de diseño:  $Q = 22 \text{ l/seg.}$
- Tubería de PEAD de clase de DR 17
- El cálculo se realizó por medio del programa WaterCad.

## 5.2 Determinación del golpe de ariete de líneas de impulsión.

De igual forma, se verificó el golpe de ariete para esta línea de impulsión, cuyo principal resultado es que se debe colocar válvulas de aire en el trayecto de la impulsión.

### 5.2.1 Cálculo de las transientes hidráulicas.

Se utilizó el programa de cálculo computarizado HAMMER, el cual permite simular el sistema hidráulico y sus componentes e incorporar los parámetros principales del análisis:

- Características de la bombas
- Material de tubería y tipo.
- Celeridad de las ondas transientes

El sistema se analiza primero sin considerar mecanismos de protección contra el golpe de ariete. Si de este primer análisis resultan necesarias protecciones o mecanismos para amortiguar las presiones producidas por las transientes hidráulicas, el análisis continúa con base en mecanismos de protección o de mitigación a proponer.

Del estudio del sistema de bombeo San Ramón de Ario al Tanque de Cóbano, no resultan necesarias protecciones ni mecanismos de amortiguamiento para evitar sobrepresiones.

En cuanto al sistema de bombeo de Las Delicias a la interconexión de línea de San Ramón de Ario a tanque de Cóbano durante la fase de bajas presiones no se presentarían presiones negativas, sin embargo, se recomienda la instalación de válvulas de aire de 75 mm, en el punto alto del perfil del tramo Las Delicias - Tanque.

### **5.2.2 Parámetros de cálculo**

En los cálculos se utilizaron los siguientes parámetros, adicionalmente a los mencionados antes:

- Para la impulsión de San Ramón de Ario al tanque de Cóbano, se consideran líneas de impulsión de tubería PEAD con DR 17 y DR 11.
- Para la impulsión de Las delicias a línea de impulsión de San Ramón de Ario al tanque de Cóbano, se consideran líneas de impulsión de tubería PEAD DR 17 y DR 13.
- Solamente para la línea de impulsión de San Ramón de Ario se considera un tramo de tubería en HD, cuyo coeficiente de Hazen Williams es de 110.
- Coeficiente C de Hazen Williams  $C = 130$
- Existen válvulas check a la descarga de los sistemas de bombeo.

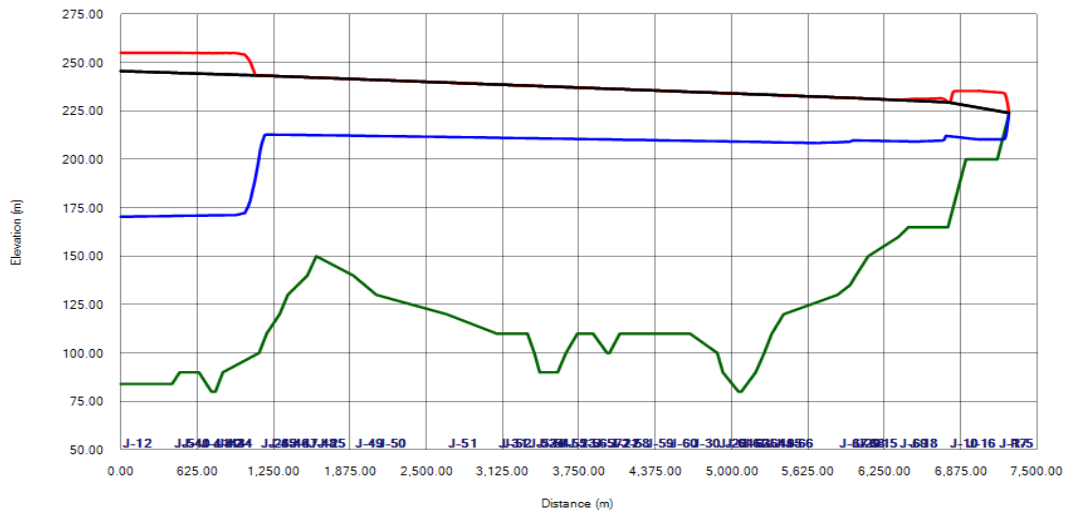
### **5.2.3 Resultados del cálculo del golpe de ariete**

Las tuberías propuestas según cualquiera de las alternativas estudiadas, responden sin problema a las sobrepresiones máximas producidas por el golpe de ariete, las cuales son relativamente pequeñas o nulas en todos los casos.

#### **5.2.3.1 San Ramón de Ario**

En la Figura 5-1 se presenta el perfil del terreno, la línea piezométrica en condición estacionaria (antes del apagado del sistema de bombeo) y las líneas envolventes de las presiones máximas y mínimas originadas por el golpe de ariete, sin ninguna protección contra la onda transiente.

***Figura 5-1: Envolventes de presiones estacionarias y transientes– Pozo Ario a Tanque de Cóbano: Sin protecciones contra golpe de ariete***



Fuente: Elaboración Propia

- Línea verde: Terreno
- Línea azul: Envoltente de presiones mínimas
- Línea negra: Piezométrica, flujo estacionario.
- Línea roja: Envoltente de sobrepresiones máximas.

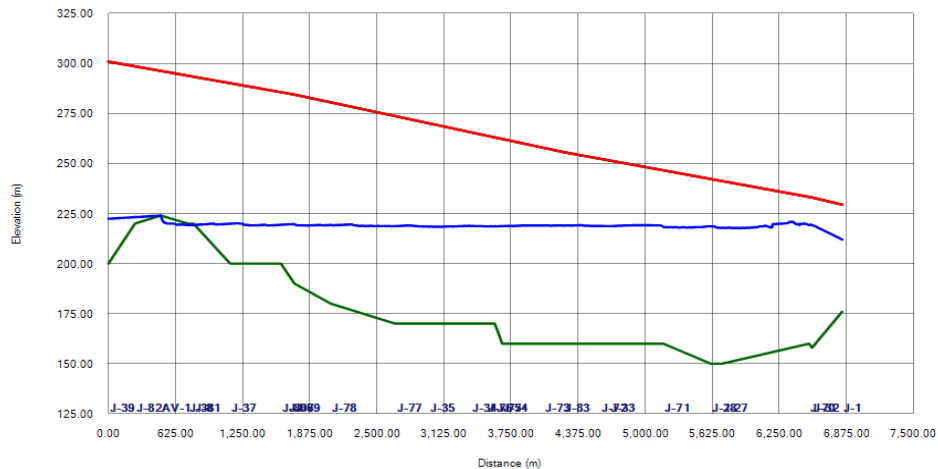
Nótese que al que al apagarse los pozos se presenta una caída de presión que no llega en ningún caso a ser negativa, en tanto que la sobrepresión posterior supera la línea piezométrica estacionaria, solamente por unos pocos mca, en el tramo inicial propuesto en tubería de hierro dúctil.

### 5.2.3.2 *Las Delicias*

De acuerdo con los resultados mostrados, la única protección necesaria en este caso, para evitar presiones negativas, es la instalación de válvulas de aire de 75 mm, en el punto alto del perfil del tramo Las Delicias - Tanque. Con referencia al perfil más detallado mostrado en AutoCAD, se recomienda instalar dos válvulas de aire de 75 mm: una en la estación 0+327 y la otra en la estación 0+918.



**Figura 5-2: Envolventes de presiones estacionarias y transientes– Pozo Las Delicias a interconexión con línea desde Pozo Ario, Sin protecciones contra golpe de ariete**



Fuente: Elaboración Propia

## 5.2.4 Conclusiones

Las sobrepresiones resultantes del golpe de ariete, aún sin protección alguna, son relativamente pequeñas y no presentan inconveniente para las tuberías propuestas.

## 5.3 Diseño Hidráulico de Tanques

### 5.3.1 Tanque de almacenamiento.

Para el tanque de Cóbano, se han considerado los siguientes aspectos:

- Hidráulicamente se ha considerado una sola entrada para las tuberías del campo de pozos de San Ramón de Ario y Las Delicias en 200 mm, para un caudal total 40 l/s.
- Para las dos tuberías de entrada, sea del campo de pozos o de los pozos existentes, se han considerado válvulas hidráulicas sostenedoras y de altitud/boya, de tal forma que no existan reboses en caso que el sistema operacional no funcione.

- La tubería de salida para la distribución, se ha determinado en un diámetro de 200 mm para un caudal máximo horario 45 l/seg, y se interconecta con la tubería de salida existente.
- La tubería de rebose y limpieza resultaron de diámetros de 200 mm.

En el **Anexo 3** se muestran los resultados de las corridas de computadora de las redes y las líneas de tubería diseñadas, así como los cálculos de las tuberías de salida, entrada y rebose de los tanques.

## 6 Proyecciones de población <sup>1</sup>

### 6.1 Proyecciones de población

Para determinar esta población del sistema, se han considerado cual es la contribución del distrito de Cóbano desde el punto de vista de población, al sistema que actualmente opera el AyA. Para esto en primera instancia se determinó la proyección de población para el distrito y luego para el sistema de Cóbano, contabilizando las conexiones que pertenecen al sistema, considerando una tasa por vivienda de 3,2, resultado del Censo del Año 2011, tal como se muestra en el Cuadro 6.1.

**Cuadro 6-1 Tasas de hacinamiento por vivienda Censo 2011**

Población	Total año Censo 2011	Hacinamiento personas/vivienda
Cóbano	7.494	3,2
Mediana		3,2
Promedio		3,2

Fuente: Elaboración propia con datos del INEC

La población de diseño del distrito se muestra en el Cuadro 6.2, donde se indica además la tasa de crecimiento propuesta para según esa proyección.

<sup>1</sup> Tomado del Producto1: Análisis de Factibilidad del Proyecto, sección de proyecciones de población

**Cuadro 6-2 Proyección de población del distrito**

Distrito	Proyección	2.014	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035	2.040
Cóbano	Población de diseño distrito	8.344	8.679	10.323	12.137	14.111	16.242	18.545
	Tasa anual de crecimiento %		4,01%	3,53%	3,29%	3,06%	2,85%	2,69%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEC

Con estas proyecciones se determinó para el sistema la población final hasta el año 2040, de acuerdo con los datos de conexiones domiciliarias del sistema, para el año 2014 y con ello la población del sistema hasta el año 2040, según se aprecia en el Cuadro 6.3.

**Cuadro 6-3 Proyección de población del sistema.**

Descripción	2014	2015	2020	2025	2030	2035	2040
CONEXIONES PROYECTADAS	808	840	999	1.175	1.366	1.572	1.795
POBLACION PROYECTADA	2.585	2.689	3.198	3.760	4.371	5.031	5.745

Fuente: Elaboración propia con datos del INEC y de Cantonal de Cóbano.

## 7 Proyecciones de demanda de agua<sup>2</sup>

El siguiente cuadro 7.1 con base en la proyección de población del sistema y con los datos de consumo actual (facturación) y asumiendo que la meta para el año 2040 es reducir al 30% de ANC, los déficits que se obtienen tanto en la demanda promedio como la máxima diaria, son los mostrados en el Cuadro 7.1:

**Cuadro 7-1 Proyección de demanda con 30% ANC**

Descripción	2.014	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035	2.040
POBLACION PROYECTADA	2.585	2.689	3.198	3.760	4.371	5.031	5.745
DOTACION BRUTA EN LPPD	351	351	340	329	325	320	315
DEMANDA PROMEDIO DIARIA TOTAL (L/SEG)	10,5	10,9	12,6	14,3	16,4	18,6	21,0
DEMANDA MAXIMA DIARIA (L/SEG)	12,5	13,0	15,0	17,2	19,8	22,5	25,4

<sup>2</sup> Tomado del Producto1: Análisis de Factibilidad del Proyecto, sección de proyecciones de demanda y de la sección balance de agua.

DEMANDA MAXIMA HORARIA (L/SEG)	14,0	17,7	20,7	23,9	27,5	31,4	35,5
PRODUCCION ACTUAL (L/SEG)	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
DEFICT (L/SEG)	3,3	3,8	5,9	8,1	10,6	13,3	16,2

Fuente: Elaboración propia.

## 8 Cálculo de Tarifa

No se calcula ninguna tarifa, en vista de que el AyA no tiene tarifas por proyecto ni por Ciudad ni por Región, dado que las mismas son globales, es decir, que incluyen todos los ingresos y gastos de todos los sistemas administrados por el Instituto en el país, y dada esta situación no tiene ninguna lógica la estimación de una tarifa de un proyecto específico. Sin embargo, en el estudio de análisis de alternativas, en donde se estima el costo uniforme del agua en colones/m<sup>3</sup>, a valor presente, este valor corresponde a la tarifa que se debería cobrar si el Instituto estableciera en un futuro el cobro de tarifas por proyecto.

## 9 Costos de operación y mantenimiento<sup>3</sup>

### 9.1.1 Costos anuales

El flujo de los costos anuales está determinado por la operación y el mantenimiento de las nuevas obras, requeridas para satisfacer el déficit entre la demanda promedio diaria y la producción promedio de las fuentes.

Los costos anuales proyectados pueden ser divididos conceptualmente en dos categorías:

<sup>3</sup> Tomado del Producto1: Análisis de Factibilidad del Proyecto, sección de análisis económico y producto 11.

**Costos variables:** Son los costos que varían de acuerdo a la cantidad de agua producida. Corresponden básicamente a los costos de operación o producción de los campos de pozos, se ha considerado la profundidad de las cargas dinámicas de los pozos. En esta categoría se incluyen también los costos de productos químicos, en este caso solamente gas cloro, y de energía eléctrica para operar equipos de bombeo de los pozos. Los costos variables en cada alternativa se han calculado dependiendo del caudal suministrado anualmente.

Para el cálculo del costo de gas cloro, se realizó una estimación de acuerdo con los consumos usuales, según las siguientes dosificaciones: 3 mg/l para el cloro.

**Costos fijos:** Son los costos que no dependen de los volúmenes producidos. Pueden más bien asociarse a la magnitud de las inversiones y están compuestos principalmente por los costos de mantenimiento y mano de obra. Se estima anualmente como el 2% del costo de las inversiones realizadas.

**Cuadro 9-1 Costos de operación y mantenimiento del proyecto**

Gastos anuales US\$											
Admón.	O&M				POTENCIA	ENERGIA	POTENCIA CORREG.	ENERGIA CORREG.	QUÍMICOS		Total gastos anuales
	Mano de obra		Materiales						Kw	Kw-hr	
	Personal Calificado	Personal No Calificado	Costo comp. extranjero	Costo comp. nacional							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	10.509	517,70	9.983	-	317	82.020
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	11.530	517,70	10.953	-	352	83.024
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	12.551	517,70	11.923	-	386	84.028
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	14.593	517,70	13.863	-	420	86.002
7.347	9.796	28.768	-	50.581	544.949	15.683	517,70	14.899	-	488	112.398
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	16.774	517,70	15.935	-	525	88.179
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	17.864	517,70	16.971	-	561	89.252
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	18.955	517,70	18.007	-	598	90.325
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	20.046	517,70	19.043	-	634	91.397
7.347	9.796	28.768	-	50.581	544.949	21.315	517,70	20.249	-	671	117.930
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	22.584	517,70	21.455	-	713	93.888

Gastos anuales US\$											
Admón.	O&M				POTENCIA	ENERGIA	POTENCIA CORREG.	ENERGIA CORREG.	QUÍMICOS		Total gastos anuales
	Mano de obra		Materiales						Kw	Kw-hr	
	Personal Calificado	Personal No Calificado	Costo comp. extranjero	Costo comp. nacional							
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	23.853	517,70	22.660	-	756	95.136
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	25.122	517,70	23.866	-	798	96.384
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	26.391	517,70	25.072	-	841	97.632
7.347	9.796	28.768	-	88.518	544.949	27.738	517,70	26.352	-	883	162.181
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	29.086	517,70	27.631	-	928	100.279
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	30.433	517,70	28.911	-	973	101.604
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	31.780	517,70	30.191	-	1.018	102.929
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	33.127	517,70	31.471	-	1.063	104.254
7.347	9.796	28.768	-	50.581	544.949	34.559	517,70	32.831	-	1.108	130.950
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	35.991	517,70	34.192	-	1.156	107.068
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	37.423	517,70	35.552	-	1.204	108.476
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	38.855	517,70	36.913	-	1.252	109.884
7.347	9.796	28.768	-	25.291	544.949	40.288	517,70	38.273	-	1.300	111.293

Fuente: Elaboración propia.

## 10 Diseño Electromecánico y de Control.

Para el diseño eléctrico y de control, se han seguido los criterios expuestos anteriormente en la sección 3.1.5 (Producto 6), y todos los detalles del mismo, se muestran en dichos planos eléctricos

## 11 Operación y mantenimiento de las Obras Diseñadas

### 11.1 Operación de los Sistemas.

Para la operación de los sistemas, de los pozos de San Ramón de Ario y Las Delicias, se han considerado los siguientes aspectos:

### **11.1.1 Pozos San Ramón de Ario**

- Estos pozos operarán alimentando a los tanques de Cóbano.
- La capacidad de la línea es de 22,3 l/seg.
- Al llegar el Tanque de Cóbano, por medio de una señal de electrodos en el mismo, hará que los pozos operen o no, sea por alto nivel o bajo nivel.
- Además, los pozos tendrán controles de nivel del agua, en caso de que disminuyan los niveles estáticos de los mismos.
- A la entrada del tanque de Cóbano, se deberá instalar una válvula de altitud y boya, de tal forma que cierre la entrada del agua en caso de que telemetría no funcione. Para esto se instalará un "switch" de presión para el pare de las bombas de los pozos.

### **11.1.2 Pozos de Las Delicias.**

- Estos pozos operarán alimentando a los tanques de Cóbano.
- La capacidad de la línea es de 23,81 l/seg.
- Al llegar al tanque de Cóbano, por medio de una señal de electrodos en el mismo, hará que los pozos operen o no, sea por alto nivel o bajo nivel.
- Además, los pozos tendrán controles de nivel del agua, en caso de que disminuyan los niveles estáticos de los mismos.
- A la entrada del tanque de Cóbano, se deberá instalar una válvula de altitud y boya, de tal forma que cierre la entrada del agua en caso de la telemetría no funcione. Para esto se instalará un "switch" de presión para el pare de las bombas de los pozos.

## **11.2 Puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas.**

### **11.2.1 Introducción**

Esta sección presenta la versión preliminar del manual de la puesta en marcha y mantenimiento, de las obras antes indicadas.

### **11.2.2 Puesta en marcha**

La puesta en marcha da inicio una vez que todas las obras, los equipos de los pozos San Ramón y las Delicias, tuberías de impulsión y conducción, y el tanque de almacenamiento de forma individual y se hayan probado, desinfectado y lavado. Por lo tanto el sistema está listo para operar y el AyA ha dado la aprobación para iniciar operación.

### **11.2.3 Puesta en marcha de los equipos de los pozos San Ramón de Ario y Las Delicias.**

Para la puesta en marcha de los equipos de bombeo de los pozos, se procederá con las siguientes labores:

- Los equipos de los pozos se pondrán en marcha para cada una de las bombas mediante el encendido del motor, con la válvula de compuerta primera cerrada hasta alcanzar la presión de diseño. Una vez alcanzada esta presión, la válvula de limpieza se irá abriendo poco a poco hasta alcanzar que el agua esté limpia. Luego se empieza a cerrar esta válvula de limpieza y se abre poco a poco la de descarga del pozo, conforme la línea de impulsión empieza a llenar, manteniendo la presión de operación de diseño.
- Dado que la válvula hidráulica sostenedora y check hará la regulación en forma automática, esta válvula permitiría el llenado paulatino de la línea, manteniendo a la bomba dentro de su rango de operación normal.
- Toda la operación, será monitoreada por caudales y presiones con los datos de los medidores electromagnéticos y de los sensores de presión, a través de los sistemas



de telemetría instalados, de forma tal que ante cualquier incongruencia o señal de mal funcionamiento, pueda suspenderse la operación para el análisis de lo actuado.

- Paralelamente, la operación será monitoreada en sitio del campo de pozos, el pozo mismo, como en los tanques de Cerro Bonito.
- De la misma forma que los elementos hidráulicos, se monitoreará las variables eléctricas en los tableros de control, conexiones eléctricas, transformador, con revisión en sitio.
- Como parte de la puesta en marcha, se probará el par de los equipos de bombeo, así como la válvula de limpieza ubicada cerca.
- Para los elementos secundarios como la iluminación, tomas, se probarán en sitio con toda la carga disponible para determinar la capacidad del sistema.
- Se recibe el visto bueno de la inspección del AyA.

#### **11.2.4 Puesta en marcha de las líneas de impulsión**

Los siguientes pasos, conlleva la puesta en operación de la línea de impulsión de San Ramón de Ario y Las Delicias.

- Antes de arrancar los equipos de los pozos, se asegurará que todas las válvulas de compuerta hacia las válvulas de aire estén abiertas y que todas las válvulas de aire estén operativas. Igualmente, se asegurará que las válvulas de limpieza estén cerradas.
- Se asegurará que las válvulas de entrada y de salida al tanque estén abiertas y que las de limpieza estén cerradas.
- Luego de que la línea está llena, se verificará el ingreso de agua a los tanques de Cerro Bonito, con caudal suficiente de acuerdo con la capacidad del equipo del pozo.
- Se monitoreará el sistema con especial atención mediante el sistema de telemetría y los instrumentos de control en forma especial durante 24 horas, haciendo los ajustes necesarios, -básicamente en lo referente a la válvula hidráulica de las

bombas de los campos de pozos y a los parámetros de control automático del sistema-, verificando los parámetros eléctricos e hidráulicos. Una vez lograda la estabilidad y la normalidad, el sistema pasará a operación normal.

- Se verificará correcto funcionamiento del control del apagado y encendido del equipo, según niveles programados en el tanque de succión y la cámara de entrada a al tanque.
- Se recibe el visto bueno de la inspección del AyA.

### **11.2.5 Puesta en marcha del tanque del proyecto.**

Los pasos a seguir para puesta en marcha de los tanques son los siguientes:

- Inspección preliminar del tanque nuevo.
- Calibración de las bombas dosificadoras de cloro.
- Calibración de las válvulas de altitud y sostenedora, con boya de las tuberías de entrada, así como la válvula de retención en la salida del tanque nuevo.
- Llenado del tanque nuevo, simultáneamente con la desinfección de las estructuras y el inicio de la dosificación de cloro.
- Verificación durante el llenado del tanque que no se presenten fisuras en las paredes del mismo.
- Inicio del abastecimiento al sistema de distribución.
- Se recibe el visto bueno de la inspección del AyA

A continuación, una breve explicación de cómo orientar cada uno de estos pasos dentro del instructivo de operación.

#### **11.2.5.1 Inspección preliminar**

Se requiere de una evaluación pormenorizada de las obras, dándole énfasis a los siguientes aspectos:

- Presencia visual de daños.

- Funcionamiento de válvulas, compuertas y equipos.
- Capacitación previa de las maniobras de operación y mantenimiento al personal responsable del mismo. Se recomienda que durante la puesta en marcha del tanque estén presentes el ingeniero encargado de la supervisión del sistema.

#### ***11.2.5.2 Operaciones iniciales***

---

Antes del llenado del tanque, deben efectuarse las siguientes labores:

- Limpieza general del tanque, que debe quedar libre de polvo, residuos de construcción y cualquier otra impureza que signifique peligro de contaminación.
- Calibración y revisión detallada del equipo de cloración para el tanque.

#### ***11.2.5.3 Llenado del tanque nuevo***

---

Al iniciar el llenado del tanque, es recomendable llenarlo con un caudal inferior al caudal de diseño. Se recomienda de un 30% a un 50%.

#### ***11.2.5.4 Desinfección***

---

La desinfección con cloro es el proceso final para la puesta en marcha. La principal actividad de operación en el proceso de desinfección es el control del cloro residual.

El cloro residual en el tanque será revisado en línea por los instrumentos y sistema de control, y debe mantenerse en el siguiente rango: Concentración de cloro residual: de 0,5 a 1,0 mg/l.

Tanto la dosificación del cloro como también el control del cloro residual, se hará de forma automática mediante el empleo de la válvula inteligente propuesta, que permite la regulación de la dosificación y mediante un control de los niveles de cloro residual, se retroalimenta para corregir las dosis aplicadas, de acuerdo con el sistema de control que se explicó con anterioridad.

## 11.3 Manuales de Mantenimiento y Emergencia.

### 11.3.1 Equipos electromecánicos de los pozos.

#### 11.3.1.1 *Objetivo del proceso de mantenimiento y emergencia.*

Mantener las instalaciones y los equipos electromecánicos en las mejores condiciones de operación que garanticen la continuidad del servicio de transporte del agua, hasta los tanques de Cóbano, tanto para condición normal de operación como de emergencia. Para esto el mantenimiento incluye fundamentalmente lo siguiente:

- Mantener el pozo en condiciones óptimas de operación, especialmente libre de la presencia de sólidos y verificación periódica por medio de videos, al menos de forma anual.
- Verificación de niveles dinámicos y estáticos, con pruebas de bombeo, al menos de forma anual.
- Mantener las instalaciones del sistema de bombeo y valvulería en óptimas condiciones, para la operación de la impulsión del agua para los tanques.
- Minimizar los posibles desperfectos y/o mal funcionamiento por falta de mantenimiento preventivo de las instalaciones y/o el sistema de bombeo.
- Operar de la mejor manera posible el pozo en casos de emergencia.
- Presencia visual de daños y su prevención.

Es de señalar, que para el mantenimiento de las estructuras de concreto como las metálicas, es válido lo que se presenta en los tanques de almacenamiento más adelante, en la forma en que deben ser tratadas para lograr una vida útil mayor y de mejor calidad.

#### 11.3.1.2 *Personal requerido*

Para este proceso se requiere de un cuarto de tiempo de un ingeniero eléctrico y de control, un cuarto de tiempo de un técnico asistente de ingeniería y un operario calificado a tiempo completo

### ***11.3.1.3 Secuencia operacional***

---

Los responsables de las instalaciones y operación de los sistemas de bombeo de agua de los pozos, realizarán inspección, mantenimiento y reparaciones de los sistemas a su cargo, de acuerdo a la periodicidad definida según manual del puesto y a requerimientos específicos de los fabricantes y manual de mantenimiento de las instalaciones (hidráulicas, sanitarias, eléctricas, estructuras, seguridad, sistema telemetría –para las que corresponda-), garantizando el buen funcionamiento de operación del sistema integral de bombeo.

Según el trabajo a realizar (revisión de parámetros eléctricos de las acometidas eléctricas, transformador y tableros, ajuste de válvulas, para garantizar la adecuada carga de bombeo, velocidad y caudales de impulsión y la carga a presión, entre otros de acuerdo a las especificaciones técnicas de las bombas y de los equipos instalados).

Salvo requerimientos particulares les corresponde hacer reparaciones mayores de las bombas y de su sistema eléctrico incluido la telemetría (desarmado, reparación y armado), dado que estas tareas le corresponden a un experto (normalmente subcontratado).

Para todas las actividades se llenará el informe de mantenimiento e inspección; de considerar que se requiere de apoyo inmediato para mejorar y prevenir problemas de operación del sistema de bombeo del agua o de las instalaciones o en su medio ambiente (incluida la seguridad), el Ingeniero Encargado, preparará un informe detallado para informar y pedir apoyo para que se tomen las medidas correctivas y preventivas y en caso de considerarlo urgente, hace el informe verbal y luego escrito.

### ***11.3.1.4 Puntos críticos para casos de emergencia***

---

Estos eventos se presentan cuando exista un deterioro de las instalaciones, de su seguridad, o un grado de deterioro de los equipos de bombeo y su sistema eléctrico incluido la telemetría, que puedan impedir un adecuado impulsión del agua, inmediata o inminente en el corto plazo, o que se presenten algún deterioro al medio ambiente de las instalaciones de bombeo, que no esté en manos del encargado de solucionar de forma

inmediata, se deberá informar de forma inmediata a su jefatura. Se deberá elaborar un informe descriptivo y puntual de la situación, de existir cámara fotográfica disponible, debe obtener imágenes que avalen y den soporte a sus apreciaciones.

De igual forma, otro evento importante de emergencia es la suspensión del suministro de energía eléctrica, que deberá ser monitoreado permanentemente por el responsable de la operación, de manera tal que se tomen las medidas pertinentes para que la adecuada operación de las instalaciones de los pozos y la falta de energía eléctrica no cause mayores problemas a estos pozos.

#### ***11.3.1.5 Casos de emergencia***

---

Para los casos de emergencia, según los aspectos mencionado en el párrafo anterior, se deberá tener previsto lo siguiente:

- Mantener un inventario de equipos de bombeo, de válvulas y accesorios, de equipos eléctricos, para el cambio inmediato por desperfectos de alguno de estos elementos.
- Para casos de suspensión del suministro de energía, se deberá instalar un grupo electrógeno, que no se incluye en este proyecto.
- No se prevé casos de inundación en dos campos de pozos.

### **11.3.2 Líneas de impulsión, conducción y redes de distribución.**

#### ***11.3.2.1 Objetivo del proceso de mantenimiento y emergencia.***

---

Conducir y garantizar el flujo de agua desde de los pozos a los tanques y de estos a la red, en las mejores condiciones sanitarias, de limpieza y seguridad.

- Mantener las tuberías en óptimas condiciones.
- Minimizar roturas y fugas por agentes naturales o ambientales, como humanos en el sistema de impulsión y conducción

- Prever y corregir daños posibles.

### ***11.3.2.2 Personal requerido***

---

Para este proceso se requiere de un 10% del tiempo de un ingeniero civil, un 10 % de técnico asistente de ingeniería y un 10 % de un operario calificado, que recorra todo el sistema en forma semanal.

### ***11.3.2.3 Secuencia operacional***

---

El equipo responsable de este sistema, realizará inspección visual (y no visual), mantenimiento y reparaciones del sistema de conductos, de acuerdo a la periodicidad definida según manual del puesto y a requerimientos específicos, garantizando el buen funcionamiento de los conductos.

Según el trabajo a realizar: limpieza y desmonte, verificación de no fugas a lo largo del trayecto de conducción, desde la estructura de salida de los pozos hasta los tanques de Cóbano y de estos a la red, revisión de válvulas de aire y limpieza, registros de salida y drenajes, inspección de posibles acciones correctivas por agentes naturales o humanos, reacondicionamiento general de la obra, reconstrucción y/o reubicación de la estructura de conducción, en caso necesario se ejecuta cualquiera de estas funciones de acuerdo a las necesidades para garantizar que no existan fugas o se trasladen agentes contaminantes. Para todas las actividades se llenará un informe de inspección, pero de considerar que se requiere de apoyo inmediato para mejorar y prevenir desmejoras en la calidad del agua, haciendo un informe detallado para informar y pedir apoyo para que se tomen las medidas correctivas y preventivas. En caso de considerarlo urgente, el Ingeniero Jefe hará el informe verbal y luego escrito.

### ***11.3.2.4 Puntos críticos para casos de emergencia***

---

Que existan roturas o fugas en la línea de impulsión y/o conducción, que puedan impedir una adecuada conducción del agua, que existan posibles contaminantes en su trayectoria

que ante una fuga o rotura, que causen daños al área de paso y/o contaminen el agua que va a los tanques, que exista un deterioro desde la fuente, o que se presente algún deterioro al medio ambiente en el trayecto de conducción, por deterioro de los conductos de agua que no esté al alcance del equipo de O&M solucionar en forma inmediata y/o que deba ser informado en forma inmediata a su jefatura.

Se deberá elaborar un informe descriptivo y puntual de la situación, obtener imágenes que avalen y den soporte a sus apreciaciones.

Que no existan autorizaciones para hacer las inspecciones a lo largo de los conductos, por pasar por propiedades en manos de terceros que no permitan su acceso o que no estén actualizados los planos de conducción que permitan en forma visual (y no visual) determinar la inspección de daños de los conductos.

#### ***11.3.2.5 Casos de emergencia***

---

Para los casos de emergencia, según los casos anteriores, se deberá tener previsto lo siguiente:

- Mantener un inventario de tuberías, válvulas y accesorios, para el cambio inmediato por desperfectos de alguno de estos elementos.
- Monitorear los pasos de los ríos para los casos de avenidas máximas, con el control en sitio para determinar el comportamiento de los puentes de las tuberías.
- Preparar un programa de emergencia para reparación de tramos de tuberías o de los pasos de los ríos mencionados.

### **11.3.3 Tanques de almacenamiento.**

#### ***11.3.3.1 Objetivo del proceso de mantenimiento y emergencia.***

---

La operación normal tiene por objetivos las siguientes actividades:

- Control de caudales de entrada y salida, así como los niveles de tanque.



- Control de dosificación de cloro en los tanques.
- Ajuste de dosificación del cloro en caso de ser requerido.
- Lavado de tanque de forma periódica al menos cada seis meses.
- Limpieza de la casa de operaciones y mantenimiento de las áreas verdes adyacentes.
- Control de calidad de forma permanente.

En general, la operación normal comprende todas las actividades destinadas a que el tanque almacene y distribuya el caudal para el cual fue diseñado, con la calidad estipulada por las normas correspondientes. Esto excluye cualquier actividad que deba desarrollarse en caso de reducción parcial o total del caudal de diseño.

#### ***11.3.3.2 Personal requerido***

---

Para este proceso se requiere de un ingeniero o profesional especialista en este campo de forma general (civil o tecnólogo en construcción), además de peones misceláneos para actividades de mejoramiento.

#### ***11.3.3.3 Secuencia operacional***

---

El personal responsable de estas estructuras, realizará inspección visual (y no visual), mantenimiento y reparaciones de las mismas, en casos menores, de acuerdo a la periodicidad definida según manual del puesto y a requerimientos específicos, garantizando el buen funcionamiento de los conductos. En casos de daños graves, se deberá preparar un informe para que los especialistas estructurales, propongan las soluciones más adecuadas.

Según el trabajo a realizar: limpieza y pintura de las estructuras y equipos, verificación de las estructuras y de las instalaciones mecánicas, desmonte de toda la zona de la estructura. Además se deberá revisar, toda la valvulería de entrada, salida, limpieza y rebose, registros de salida y drenajes, inspección de posibles acciones correctivas por agentes naturales o humanos, reacondicionamiento general de la obra, reconstrucción y/o reubicación de la estructura en caso de daños menores. Para todas las actividades se llenará un informe de

inspección, pero de considerar que se requiere de apoyo inmediato para mejorar y prevenir desmejoras en la calidad del agua, haciendo un informe detallado para informar y pedir apoyo para que se tomen las medidas correctivas y preventivas. En caso de considerarlo urgente, el Ingeniero Jefe hará el informe verbal y luego escrito.

#### ***11.3.3.4 Mantenimiento de las estructuras.***

---

El mantenimiento es requerido tanto por las obras civiles como por los equipos electromecánicos de los tanques y de forma en general, se recomienda el siguiente contenido para dicho manual, que será elaborado en forma definitiva en la fase de puesta en marcha del tanque, considerando la realidad propia del sistema, los equipos realmente instalados y sus manuales de operación y mantenimiento.

- Mantenimiento de obras civiles
- Mantenimiento de válvulas
- Mantenimiento de dosificadores
- Mantenimiento de equipos de bombeo y de sistemas eléctricos

Se conocen como obras civiles aquellas estructuras de concreto reforzado, mampostería u otros materiales que conforman las principales edificaciones de los tanques u otras estructuras. Por simplicidad, algunos elementos de tipo mecánico como válvulas y tuberías se incluyen en las labores de mantenimiento de obras civiles.

#### ***11.3.3.5 Mantenimiento de obras civiles***

---

##### ***➤ Estructuras de concreto***

El concreto reforzado en contacto con agua requiere de labores de mantenimiento por las siguientes razones:

- Daños estructurales causados por sismos, sobrecargas y otros. En estos casos, es necesario el análisis por especialistas para diagnosticar el daño y recomendar la

actividad de restauración. Los daños estructurales severos pueden causar la inhabilitación total de una unidad por lo que se consideran daños de alto riesgo.

- Un ejemplo típico de daño estructural es la producción de fugas. Las fugas en tanques se dan comúnmente en las siguientes partes:

Juntas de construcción

Uniones de tuberías con paredes

Válvulas dañadas

- La reparación de fugas en juntas y uniones de tuberías con paredes se efectúa limpiando el área afectada y aplicando un producto bituminoso adecuado (ejemplo Duoflex). Deben seguirse las instrucciones del fabricante del producto bituminoso.
- En los sistemas de bombeo de los pozos y las líneas de tuberías, el daño estructural más típico ocurre en los bloques de anclaje por vibraciones. En este caso también es necesario el análisis por parte de especialistas.
- Corrosión del concreto por agresividad de las agua. Se produce ataque al carbonato de calcio presente en el concreto dando origen paulatinamente a un aspecto rugoso en la superficie del concreto que progresa reduciendo el recubrimiento del acero de refuerzo. El concreto reforzado utilizado en el proceso constructivo se especifica de resistencia superior a los 280 kg/cm<sup>2</sup> para prevenir el problema de corrosión.

En todo caso, cuando el fenómeno se detecta a tiempo, pueden efectuarse mantenimiento preventivo como el siguiente:

- Protección de la superficie en contacto con el agua por medio de: productos epóxicos, bituminosos u otros recomendados para soportar agresividad del agua.
- Si el daño es avanzado, la solución requiere de sacar temporalmente la unidad de servicio, para efectuar la siguiente labor:
- Limpieza y preparación de la superficie dañada, aplicación de aditivos y colocación de un nuevo revestimiento de concreto que se protege finalmente con un producto epóxico o similar.

- Incrustaciones por precipitados en el caso de aguas alcalinas o por crecimientos biológicos
- Este es el tipo de problema de mantenimiento más benigno cuando se trata de estructuras de concreto reforzado. Usualmente requiere de un raspado por medio de espátulas y limpieza final con cepillos.
- Las incrustaciones ocasionan problemas de operación y mantenimiento cuando se localizan en tuberías y conductos cerrados.

➤ ***Mantenimiento de partes metálicas***

Las obras civiles en tipo de proyectos, usualmente incluyen partes metálicas, tales como tuberías, válvulas, soportes y barandales. Las actividades de mantenimiento deben efectuarse al menos con una frecuencia anual o cuando el supervisor lo considere conveniente. En general estas actividades son las siguientes:

- Limpieza y remoción de incrustaciones o productos de corrosión, grasas, crecimientos biológicos y materias extrañas.
- Evaluación del estado para establecer si procede la renovación total o parcial del material.
- Aplicación de base anticorrosiva
- Aplicación de recubrimiento epóxico o similar
- Las partes metálicas que complementan un proceso de tratamiento deben sacarse de operación para que reciban las actividades de mantenimiento.

➤ ***Mantenimiento general***

Las actividades usuales son las siguientes:

- Pintura de casetas, techos, cercas
- Recorte del césped (zonas verdes)

- Limpieza de pozos de registro
- Reparación de taludes y caminos
- Recolección de escombros y basuras
- Renovación de rótulos de aviso
- Reparaciones varias en: casetas, portones, equipos de bombeo.

Suspensión del funcionamiento total o parcial del sistema: Las actividades de mantenimiento de obras civiles usualmente provocan la salida de operación de alguno de los campos de pozos lo cual es causa de:

- Sobrecarga temporal del sistema de bombeo de los pozos.
- Reducción del abastecimiento a la población
- Incumplimiento de normas de calidad del agua

#### ***11.3.3.6 Puntos críticos para casos de emergencia***

---

Que existan roturas o fugas en las estructuras como daños graves, que puedan impedir un adecuado almacenamiento, conducción y distribución del agua, que existan posibles contaminantes en la estructura, que cause daño al sistema y/o contaminen el agua almacenada, o que se presenten algún deterioro al medio ambiente, que no esté al alcance del equipo de O&M, solucionar en forma inmediata y/o que deba ser informado en forma inmediata a su jefatura, por ejemplo en casos de sismos de gran magnitud.

Se deberá elaborar un informe descriptivo y puntual de la situación, de existir cámara fotográfica disponible, debe obtener imágenes que avalen y den soporte a sus apreciaciones.

#### ***11.3.3.7 Casos de emergencia***

---

Para los casos de emergencia, según los casos anteriores, se deberá tener previsto lo siguiente:

- Mantener un inventario de tuberías, válvulas y accesorios, para el cambio inmediato por desperfectos de alguno de estos elementos.
- Monitorear ríos cercanos para los casos de avenidas máximas, para determinar posibles inundaciones en las obras de almacenamiento.
- Preparar un programa de emergencia para reparación de las estructuras, en caso de presentarse daños menores y consultar con especialistas contratados, para casos graves de las mismas, de tal forma que se propongan obras de reparación para estos casos de emergencia.
- Socialización y aceptación del diseño con los beneficiarios

---

## **12 Especificaciones Técnicas Especiales.**

### **12.1 Tubería a Presión y Accesorios de Polietileno de Alta Densidad**

Las tuberías de PEAD cumplirán con la norma ASTM D3035, fabricados con PE 4710, del DR indicado en los planos.

Los accesorios de PEAD cumplirán con la norma ASTM D3261, fabricados con PE 4710, del DR indicado en los planos.

Las bridas a utilizar con tuberías de PEAD se taladrarán serán para ser usadas en tubería con diámetro exterior IPS, perforadas según la norma ISO 7005.

La presión de trabajo máxima será 70 y la presión de prueba será de 100 m.c.a.

### **12.2 Tubería y Accesorios de Hierro Dúctil:**

La tubería de hierro dúctil fundido centrifugado y accesorios, serán para uso con agua potable, con unión a presión (Push on Joint ) o de junta mecánica, o bridada según se indique en los planos. Cumplirá norma ISO 2531.

Las bridas serán perforadas según norma ISO 7005-2.

## 12.3 Tuberías de Acero

La tubería de acero para uso en agua potable, será fabricada conforme a norma AWWA C-200, según ASTM A-53, Grado B.

La tubería deberá estar recubierta externamente con:

- Tuberías enterradas: "Coal Tar" según norma AWWA C-203, con cinta de recubrimiento según AWWA C-214 o con recubrimiento de poliolefina según AWWA C-215.
- Tuberías expuestas o dentro de cajas de registro: Revestimiento epóxico según AWWA 210 o AWWA C 213.
- Juntas soldadas enterradas: Deberán cubrirse con bandas termocontraíbles de poliolefina, según AWWA C- 216.

La tubería deberá ser revestida internamente con mortero de cemento según AWWA C-205 o revestimiento epóxico según AWWA C-210 o AWWA C-213.

Los accesorios estándar –codos de 11,25°, 22,5°, 45°, 90°, reducciones, tees, etc, deberán ser elaborados en fábrica de acero norma ASTM A234, Grado WPB, cédula 40, dimensiones según ANSI B16.9.

Piezas especiales que deban elaborarse en sitio, se fabricarán con la misma tubería a colocar, con dimensiones de acuerdo con AWWA C-208, y con requerimientos de soldadura según AWWA C-206, manteniéndose los requerimientos de revestimiento y recubrimiento establecidos para la tubería principal.

Las bridas de las tuberías de acero, serán según ISO 7005-1.

## 12.4 Válvulas Hidráulicas

### 12.4.1 Generalidades

El cuerpo de las válvulas de control presenta características comunes a las diferentes aplicaciones o funciones bajo las que pueden operar, las cuales son determinadas principalmente por los "pilotos" de control.

La válvula se compone de tres componentes principales, además de los pilotos de control:

- El cuerpo principal de la válvula, el cual podrá ser de tipo oblicuo "Y" o de tipo recto.
- El actuador, que es la única pieza móvil, consistente en un diafragma y en un disco o en un pistón, dependiendo del diseño de la válvula, que se mueven según las presiones arriba o abajo del conjunto, cerrando o abriendo la válvula. Las válvulas de diafragma podrán ser de una cámara o de doble cámara.
- La tapa o cubierta de la válvula, que permite su inspección y mantenimiento sin que se requiera retirarla de la línea de tubería.

Las siguientes son las principales características que deberán cumplir estas válvulas:

- Para las válvulas de diámetro nominal mayor a 75 mm, el asiento será de acero inoxidable, de tipo no roscado pero reemplazable. El asiento deberá estar sujeto al cuerpo de la misma válvula por medio de tornillos. El asiento deberá ser accesible y de fácil manejo, sin desmontar la válvula de la tubería. El área de asiento deberá estar completamente libre, sin correctores de flujo, rodamiento o soporte del eje central.
- El empaque de disco de cierre será de sección rectangular o plano, fabricada con un elastómero sintético, el cual será contenido y sujetado en



tres puntos dentro de una ranura del cierre. El disco de cierre sellara herméticamente contra el asiento del cuerpo.

- La sección circular transversal libre del anillo del asiento, por donde fluye el líquido, no debe ser menor del 80% del a sección circular del diámetro nominal de la válvula. No se permitirá sección de control reducida.
- Las superficies internas y externas de la válvula serán revestidas con un recubrimiento de fusión tipo "Epoxy Fusion Bounded" con un espesor mínimo de 150 micrones.
- El eje central será de acero inoxidable y serán totalmente guiados mediante uno o dos cojinetes tipo bocina.
- El actuador debe contar con un dispositivo opcional, en el disco de cierre que permita el control estable y exacto de la válvula en casos de operación extremas de caudal, diferencias de presión muy grandes entre la entrada y salida de la válvula.
- Las conexiones serán del tipo bridas taladradas según normas ISO PN10, PN16, PN25 o ANSI B-16.1 o B16.5 según se indique en los planos y en cuadros más adelante.

#### **12.4.2 Materiales y Construcción**

Las válvulas serán fabricadas con los siguientes materiales:

- Cuerpo principal de la válvula y el cobertor o tapa serán de hierro fundido o de hierro dúctil (según la presión nominal) revestidas con poliéster.
- Los componentes internos de la válvula principal, serán de acero inoxidable, bronce o acero revestido.
- Asiento de la Válvula: Acero inoxidable.
- Diafragma y empaques: Neopreno reforzado con malla de Nylon.
- Tuberías de control, serán de cobre de 3/8"

- Manómetros (aguas arriba y abajo) acorde con el rango de presión de trabajo.
- Las válvulas deberán ser suplidas con sus respectivas bridas, pernos, tuercas y empaques, empacados conjuntamente con cada válvula.

### **12.4.3 Funciones de las válvulas hidráulicas del proyecto**

Las válvulas hidráulicas aquí especificadas tendrán las siguientes funciones, que se describen a continuación:

- Sostenedora de Presión/Altitud (VSP/VAT)
- Sostenedora de Presión (VSP)
- Reductora de Presión (PRV)
- Válvula de alivio (VAL)
- Sostenedora de presión/retención (VSP/VRT)

### **12.4.4 Válvula Reductora de Presión (VRP)**

Mediante esta función, la válvula automática de control mantiene una presión constante de salida (aguas abajo) sin importar la fluctuación en el caudal y/o la presión aguas arriba. Sin embargo, si la presión aguas arriba baja por debajo de la presión a reducir, la válvula se abre totalmente.

El piloto reductor detecta la presión existente aguas abajo y modula la apertura y cierre. Cuando dicha presión cae por debajo de la preestablecida, la válvula tiende a abrirse completamente para aumentar la presión aguas abajo y mantener los límites fijados en el piloto; caso contrario si la presión aguas abajo aumenta y supera los límites establecidos en el piloto, la válvula comenzara gradualmente a cerrarse hasta que el valor de la presión aguas abajo sea el establecido durante el ajuste del piloto.

#### **12.4.5 Válvula de altitud y boya (VAT)**

Al instalarse estas válvulas en la entrada a tanques, se dotarán de piloto para cerrar según el nivel del tanque alcance un valor cercano al del nivel de rebalse. Por lo tanto tendrán como función el cierre total de la válvula cuando se haya llegado a un determinado nivel del agua en dichos tanques. La válvula se cerrará hidráulicamente por medio de la transmisión de la presión dada por el nivel del tanque, a través de una tubería que accionará el piloto de la válvula, cuando esta presión supera la presión de cierre prefijada. Cuando el nivel en el tanque es menor que la presión de apertura prefijada en el piloto, la válvula abre nuevamente.

#### **12.4.6 Válvula sostenedora de presión/retención (VSP/VRT)**

Esta válvula –que se colocará en líneas de descarga de los pozos- cumplirá la función de sostenedora de presión, es decir los equipos de bombeo siempre operarán contra la carga para la cual fueron diseñados y adicionalmente actuará como válvula de retención o válvula check, siempre hidráulicamente operada.

La función de válvula de retención se dará mediante la presión diferencial aguas arriba/aguas abajo, actuado sobre el diafragma (o sobre el pistón) de la válvula.

Esta válvula permitirá abrir para permitir el flujo en la dirección requerida y cerrará herméticamente para prevenir el flujo inverso. Tanto la velocidad de cierre como la de apertura, deberán ser ajustables.

#### **12.4.7 Válvula de alivio (VAL)**

Se colocarán en redes de distribución, aguas debajo de las válvulas reductoras de presión, para que actúen abriendo y expulsando agua hacia el exterior, en caso de falla de estas válvulas, impidiendo así que se produzcan sobrepresiones en las redes y alertando sobre la falla mediante el flujo visible hacia el exterior.

Bajo el control y ajuste de un piloto similar al de una válvula sostenedora de presión, operará manteniendo la válvula cerrada mientras la presión es inferior a una presión mínima preajustada. El piloto al detectar una presión mayor a la prefijada produce la apertura de la válvula.

#### 12.4.8 Válvulas del proyecto.

En el siguiente Cuadro 12-1, se muestra la lista de las válvulas hidráulicas que se requieren en el proyecto, según cada obra específica, sea pozos, líneas de tuberías, redes o tanques.

**Cuadro 12-1: Válvulas hidráulicas del proyecto**

Sitio de instalación	Caudal (l/s)		Presión (mca)				Presión de control por piloto	Diam. (mm)	Tipo	Bridas según		Cant
	Min.	Máx.	Aguas Abajo		Aguas Arriba					PN	ISO	
			Min.	Máx.	Min.	Máx.						
Pozo San Ramón de Ario pozo #1	0	5-15	136	156	136	156	156	100	VSP-VRT	PN-25	ISO 7005-2	1
Pozo San Ramón de Ario pozo #2	0	5-15	136	156	136	156	156	150	VSP-VRT	PN-25	ISO 7005-2	1
Pozo Las Delicias	0	7-8	42	75	42	75	75	100	VSP-VRT	PN-25	ISO 7005-2	3
Entrada tanque De Cóbano	0	22	0	4,35	0	4,35	4,35	200	VAT	PN-10	ISO 7005-2	2
Interconexión red PRV 5	4	4	≤ 20	20	≤ 78	78,5	20	100	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 5	4	4	0	0	25	25	25	100	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 6	4	4	≤ 50	50	≤ 62	62	50	100	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 6	4	4	0	0	55	55	55	100	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 9	3	3	≤ 20	20	≤ 70	70	20	100	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 9	3	3	0	0	25	25	25	100	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 2	2	2	≤ 25	25	≤ 61	61	25	75	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 2	2	2	0	0	0	0	30	75	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 4	0,5	0,5	≤ 20	20	≤ 64	64	20	100	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 4	0,5	0,5	0	0	25	25	25	100	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 10	4	4	≤ 20	20	≤ 62	62	20	75	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 10	4	4	0	0	25	25	25	75	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1
Interconexión red PRV 12	3	3	≤ 15	15	≤ 53	53	15	100	VRP	PN-10	ISO 7005-2	1
Alivio de interconexión red PRV 12	3	3	0	0	20	20	20	100	VAL	PN-10	ISO 7005-2	1

---

## 12.5 Válvula de Compuerta

---

Las válvulas de compuerta serán de disco sólido, vástago no ascendente y cumplirán con el estándar AWWA C500, AWWA C-509 O AWWA C-515, recubiertas interiormente con revestimiento epóxico según AWWA C 550 o similar, para una presión de trabajo mínima de 16 Kg/cm<sup>2</sup> o mayor si así lo indican las presiones de trabajo indicadas en los planos. Se aceptarán también válvulas según las normas ISO 5996 para válvulas no enterradas o ISO-7259 para válvulas enterradas.

Las válvulas serán bridadas de acuerdo con los requerimientos de presión, según ISO 7005-2. Las bridas de la válvula de compuerta deberán ser congruentes con las bridas de las piezas o tubería a la que se acoplarán.

El cuerpo será con paso recto.

Abrirán el diámetro nominal completo, y el sentido de rotación para cerrarlas será el de las manecillas del reloj. Cada válvula debe indicar la dirección para abrir. Serán de hierro dúctil o acero, de acuerdo al diámetro, a la presión de trabajo y como lo indiquen los planos.

## 12.6 Válvula de Aire Combinada o de Doble Acción

---

Las válvulas de aire combinadas o de doble acción estarán diseñadas para:

- Descargar aire a altas tasas de flujo, mientras el sistema está siendo llenado con agua.
- Admitir aire dentro del sistema a una alta tasa de flujo, cuando está siendo drenado o durante ondas transientes hidráulicas, a fin romper la presión de vacío.

Liberar el aire atrapado que se acumula en los puntos altos de sistemas presurizados.

Las válvulas de aire deberán estar diseñadas de acuerdo con el estándar AWWA C512 o equivalente, para las presiones indicadas en los planos.

Las conexiones serán mediante bridas ISO 7005-2.

Las válvulas serán fabricadas con los siguientes materiales:

Cuerpo de la válvula y tapa	Hierro fundido o hierro dúctil.
Flotador	Polipropileno o acero inoxidable
Asiento del orificio	Bronce
Asiento del orificio	Buna "N" o goma E.P.D.M.
Pernos, tuercas y arandelas	Acero Galvanizado
Revestimiento interno y externo	Polietileno al horno

## 12.7 Juntas de desmontaje autorestringida

Las juntas de desmontaje auto restringida se utilizan principalmente para conectar válvulas, de manera tal que provean simultáneamente la rigidez de un manguito bridado y permitan el montaje y desmontaje de la válvula mediante la variación de la longitud de la junta.

Esta tipo de junta tiene sus dos extremos bridados, y tiene dos mangas o tambores ajustables uno contra el otro, sellados entre sí por un empaque de goma que se comprime entre las mangas por medio de una brida móvil intermedia adicional.

Sus bridas serán taladradas según ISO 7005-2 para la presión indicada en los planos.

El cuerpo de la junta deberá ser de acero o de hierro dúctil, sus bridas de acero o de hierro dúctil, las tuercas y tornillos serán de acero de alta resistencia revestido con zinc o de acero mejorado de acuerdo con la presión de trabajo. La junta será revestida con pintura epóxica o similar equivalente.

## 12.8 Junta flexible para unir extremos lisos

Esta junta será fabricada según AWWA C-219, para unir tuberías de extremos lisos, de igual o distinto material o de igual diámetro exterior o de diferente diámetro exterior pero del mismo diámetro nominal (unión de transición).

## 12.9 Sistema de cloración

En el presente informe, en el **Anexo 9** se presenta la memoria de cálculo para la determinación de este sistema de cloración.

### 12.9.1 Pesaje de cilindros

#### 12.9.1.1 Descripción general

Báscula digital para pesar cuatro (4) cilindros de cloro de 68 kg, de fabricación americana, con capacidad hasta 158 lb por base o plataforma, con cadena para soporte de cilindros, base y ángulo de fijación de panel y cadenas.

#### 12.9.1.2 Requerimientos

- Un (1) indicador digital con dos (2) displays, cada uno para leer el peso de dos (2) cilindros. Este indicador tiene una salida de 4-20 mA, con lectura digital en kg/día, con unidad propia del usuario e indicación en peso bruto, neto y tara, 120 VAC, 60 Hz.
- Una (1) plataforma fabricada en fibra de vidrio reforzada en material termoplástico de alta resistencia a la corrosión, de 82 cm x 45 cm para montar dos (2) cilindros para cloro de 68 kg.
- Dos (2) cadenas y 1 soporte.
- Transductores, en acero inoxidable, compensados por temperatura.

#### 12.9.1.3 Instalación

Sistema instalado en el piso del cuarto de cloración. El controlador puede ser instalado a una distancia máxima de 62 m.

#### 12.9.1.4 Ubicación:

Pesaje de cloro en los cuatro (4) cilindros del sistema switchover de cloración.

## **12.9.2 Cilindro de 68 kg para gas cloro**

### **12.9.2.1 Descripción general**

Los contenedores y cilindros almacenarán gas cloro de acuerdo con las especificaciones AWWA-B-301-04. Los cilindros serán recipientes verticales con capacidad para 68 kg de cloro y deberán cumplir obligatoriamente con la especificación: DOT 3A480 ó 3AA480 del Departamento de Transportes de los Estados Unidos de Norte América, abalada por el Instituto Del Cloro.

### **12.9.2.2 Cilindro**

Deben ser totalmente nuevos, sin aro de pie, diseñado para funcionamiento vertical el fondo del cilindro debe ser sólido fabricado en acero (grado a ASTM A-285) sin costura y de una sola pieza, sin soldadura provisto de brida roscada en la parte del cuello capuchón protector que cubra la válvula

- Longitud: 1219 - 1442 mm
- Diámetro: 244 - 273 mm
- Espesor pared: 3,5 - 6.3 mm
- Presión de trabajo: 33.6 kg/cm<sup>2</sup> (480 psi)
- Presión de prueba: 56.0 kg/cm<sup>2</sup> (800 psi)
- Capacidad de agua: entre 54.5 y 56.2 kg/cm<sup>2</sup>
- Volumen: 54 - 57 litros
- Peso vacío: 39 - 64 kg deberá tener un acabado a base de pintura anticorrosivo, con dos manos de pintura de aluminio, las pinturas deben ser de calidad reconocida.

### **12.9.2.3 Válvulas**

- 1 con válvula de bronce, tipo "Sherwood 1210x1-b1", fusibles para 70° a 74°C, rosca 3/4NG



#### ***12.9.2.4 Datos de identificación (troquelados en el cuello del cilindro)***

---

- Número de la especificación DOT 3A480 ó 3AA480
- Nombre o símbolo del fabricante
- Número de serie
- Fecha de fabricación
- Fecha de prueba hidrostática
- Peso vacío o tara
- Cantidad: 4 unidades

### **12.9.3 Sistema de cloración con gas cloro**

#### ***12.9.3.1 Descripción general:***

---

Sistema de dosificación de cloro gaseoso, con intercambiador automático ("switchover") para dosificación continua de cloro y trabajar con cuatro (4) cilindros de 68 kg (2+2), con capacidad de 0-50 lb/día, avalado por el instituto americano del cloro, tipo industrial, operado al vacío, para instalar sobre la válvula de "manifold" de cilindros, con control manual de la rata de flujo de cloro por medio de la válvula del rotámetro remoto. Construido en PVC sólido maquinado (no inyectado) con válvula de entrada en PVDF. Equipo con certificación ISO 9001.

#### ***12.9.3.2 Componentes***

---

- Tres (3) cloradores ó unidades de dosificación (reguladores de vacío), con capacidad de 0-50 lb/día cada uno, operados al vacío, instalados sobre manifold del switchover.
- Dos (2) sistemas colectores de cloro, para recibir cloro de hasta tres (3) cilindros de 68 kg y alimentar sistema intercambiador automático.

Incluyendo en cada colector:

- Dos (2) conexiones flexibles, de cobre de 3/8" diámetro externo

- dos (2) válvulas de aislamiento para cloro
- dos (2) válvulas para cloro
- tubería y accesorios: acero al carbón cédula 80 ASTM a106 grado. B (tubo) y acero forjado clase 3000 ASTM a105 (accesorios)
- una (1) resistencia de calentamiento de 25 watts
- Sistema automático de intercambio electrónico, para alternar la operación de cuatro (4) cilindros (2 + 2) y obtener dosificación continua.

Incluye:

- controlador
- 2 switch de presión
- 2 válvulas de bola actuadas electrónicamente
- Tres (3) rotámetro remoto, con válvula de regulación y medidor de 10, 25 y 50 lb/día.
- Tres (3) eyector, con su difusor, capacidad hasta 10, 25 y 50 lb/día, para trabajar con agua a presión y producir la mezcla cloro/agua.
- Tres (3) "manifold "de entrada al eyector, PVC, 3/4", con manómetros y filtro.
- Tres (3) difusor de cloro con válvula de incorporación.
- Tres (3) kit de accesorios de instalación y repuestos estándar de fábrica.

### ***12.9.3.3 Control***

---

El control será automático por medio de la válvula inteligente para control de cloro, o manual por medio de rotámetro.

### ***12.9.3.4 Instalación***

---

Sistema instalado en el cuarto de cloración.

### ***12.9.3.5 Ubicación***

---

Dosificación de cloro para desinfección desde cuarto de cloración.

## **12.9.4 Medidor de flujo**

### ***12.9.4.1 Descripción general***

Sensor de flujo volumétrico de tipo electromagnético, cuyo principio de operación está basado en el principio de la ley de Faraday de inducción electromagnética. Enfocado para aplicaciones de agua potable y aguas residuales, por ejemplo: medición de fluidos conductivos, agua de drenaje, agua potable, agua residual, aguas negras y vertidos. Su diseño debe ser de larga durabilidad y confiabilidad, además de ser de sencilla y rápida instalación y operación. El tubo sensor deberá estar complementado con un convertidor de señales, con precisión no menor a 0.3% y estar configurado en versión remota para montaje en pared. Debe tener funciones de medición continua de flujo volumétrico, velocidad de flujo, conductividad, temperatura de las bobinas del sensor de medición, diagnóstico de función del medidor y aplicación (medición de conductividad, error del electrodo, límite de temperatura ambiente y proceso, tubería vacía). Debe contar con botones para su fácil operación y programación, así como un display gráfico retro iluminado para una cómoda lectura.

### ***12.9.4.2 Sensor***

- Tamaño nominal del medidor: 250 mm (10") y 100 mm (4").
- Conexión a proceso: brida de acero al carbón 150# RF de acuerdo a ASME B16.5.
- Líner o recubrimiento interno: material de hule duro.
- Electrodo de medición: Hastelloy c22.
- Tubo de medición: acero.
- Carcasa: con recubrimiento de pintura epóxica resistente a la corrosión.
- Caja de conexiones para electrónica remota: en acero inoxidable.
- Categoría de protección: IP 68 de fábrica / NEMA 4x/6p.
- Conexión eléctrica: 1/2" NPT.
- Aprobaciones: diseñado para áreas de propósito general.

- Conductividad mínima para medición de: 20  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .
- Rango de temperatura:  $-5\dots+80^{\circ}\text{c}$ .
- Anillos de aterrizamiento: par (2) físicos en acero inoxidable 316 l.
- Calibración: deberá incluir certificado de calibración de fábrica.

#### ***12.9.4.3 Convertidor/indicador***

---

- Montaje: versión remota para montaje en pared.
- Cable de señal: suficiente para tener el convertidor en caseta de operación.
- Funciones de medición continua: flujo volumétrico, velocidad de flujo, conductividad y temperatura de las bobinas del sensor de medición.
- Carcasa de poliamida-policarbonato
- Categoría de protección: IP 67 / nema 4x/6
- Diseñado para áreas de propósito general.
- Alimentación eléctrica: 100...230 VAC 50/60 Hz.
- Conexiones eléctricas: 1/2" NPT.
- Precisión:  $\pm 0.2\%$  del valor medido.
- Pantalla gráfica: LCD con luz de fondo y 4 botones tipo membrana para configuración límite de temperatura ambiente:  $-40\dots+65^{\circ}\text{c}$ .
- Función de detección de tubo vacío.
- Señales de salida: Modbus RS485 + corriente 4-20 mA (activa) + pulsos (activa).

#### ***12.9.4.4 Cable de control***

---

Suministrado por el fabricante del medidor, longitud según ubicación.

#### ***12.9.4.5 Control***

---

Enviará señal analógica de 4-20 mA a la válvula de control de cloro.

#### **12.9.4.6 Instalación**

---

En línea en tubería por medio de contra bridas, con 5 diámetros libres antes y 3 diámetros libres después.

#### **12.9.4.7 Ubicación**

---

Medidor en la tubería y electrónica remota en caseta de cloración.

### **12.9.5 Válvula inteligente para control de cloro**

#### **12.9.5.1 Descripción general**

---

Auto válvula digital de fabricación americana, con capacidad de 0-50 lb/día para la automatización de la dosificación de cloro gaseoso por medio de señales provenientes del analizador de cloro residual en línea y/o de un medidor de caudal en línea.

El equipo debe permitir automatizar la dosificación de cloro gaseoso por medio de una señal de cloro residual o de flujo, o ambas al tiempo.

Los valores de dosificación y residual deben poderse ajustar de acuerdo a las necesidades del usuario. El equipo debe permitir la operación en forma manual cuando sea necesario ó en caso de alguna falla en las señales de flujo o cloro residual. La automatización de la dosificación de gas cloro debe hacerse de forma tal que se aumenta o disminuye el paso del vacío entre el eyector y el clorador, así como incorporar unas condiciones de alarma seleccionables para alto y bajo cloro residual, y flujo bajo. La pantalla debe poder indicar flujo, residual de cloro, "set point" bajo y alto, rata de dosificación y alarmas. La unidad debe estar construida en materiales resistentes a la operación con cloro gaseoso.

#### **12.9.5.2 Características técnicas**

---

- Alimentación eléctrica: 115 VAC/ 60Hz
- Consumo de energía: 20 w
- Grado de protección: NEMA 4x

- Rango de temperatura: -10 a 40°C
- Pantalla: 5 mm, 20 caracteres y 2 líneas
- Dos (2) entradas análogas de 4-20 mA ó 1-5 VDC
- Resolución:  $\pm 12$  bits
- Linealidad: 0.1% o mejor
- Dos (2) salidas: Un contacto que permite dar señales de alarma y una salida de 4-20 mA para registrar la rata de dosificación de cloro

#### ***12.9.5.3 Requerimientos***

---

- Accesorios de tubería bypass
- Rotámetro remoto de 50 ppd
- Panel para montar y accesorios

#### ***12.9.5.4 Control***

---

Precloración: recibirá señal analógica de 4-20 mA proporcional al caudal desde los medidores de flujo.

Postcloración: recibirá señal analógica de 4-20 mA del valor de medición de cloro residual desde el analizador de cloro residual.

#### ***12.9.5.5 Instalación:***

---

Sistema instalado en pared en el cuarto de cloración, cerca del eyector.

#### ***12.9.5.6 Ubicación:***

---

Dosificación de cloro para desinfección y residual en las entradas y salidas del tanque de Cóbano.

## **12.9.6 Sistema de medición de cloro residual**

### ***12.9.6.1 Descripción general***

Analizador de cloro residual, se basa en método de medición amperométrico para determinar los niveles de cloro residual presentes en una línea de agua. Emplea dos electrodos de oro y plata respectivamente que se ponen en contacto directo con la línea de agua a analizar. Su medición es continua, sin depender en métodos de muestra, teniendo un mejor control del proceso. El sistema debe contar con sensor de ph para compensación de la lectura de cloro. Con control PID.

### ***12.9.6.2 Características de medición***

- Rango de temperatura: 0 a 50 °C
- Tasa de flujo de muestra: 500 ml/min
- Presión de flujo de muestra: 5 psi
- Fuente de muestra: continua (los electrodos deben permanecer húmedos con agua fresca)
- Tiempo de respuesta: 4 segundos
- Muestra de agua: suministrada por gravedad o por medio de bomba toma muestra
- Rango: 0 a 5 mg/l (ppm)
- Precisión: 0,033 mg/l ó +/- 1% del rango
- Sensibilidad: 0,001 mg/l (ppm)

### ***12.9.6.3 Características de eléctricas***

- Consumo de energía: 10 w
- Requerimientos de energía: 120vac, 60 Hz
- Salidas: 4-20 mA
- Contactos de relé: 10 amps @ 120 VAC o 24 VDC

#### ***12.9.6.4 Requerimientos***

---

- Accesorios para la adecuación de la línea de muestreo e instalación del sensor para cloro consistentes de:
- Válvula de regulación de presión para la línea de agua de muestreo, presión de trabajo hasta 20 psi. Debe incluir manómetro para la medición de presión de agua en la línea de muestreo de 0-15 psi
- Válvula de control de flujo de la muestra
- Filtro de agua de con dos cartuchos
- Manómetro para agua

#### ***12.9.6.5 Control***

---

Enviará señal analógica de 4-20 mA a la válvula de control de cloro.

#### ***12.9.6.6 Instalación***

---

Sistema instalado en pared en el cuarto de cloración, cerca del eyector.

#### ***12.9.6.7 Ubicación***

---

Medición de agua clorada, máximo 20 diámetros después del punto de aplicación del cloro, a la salida del tanque.

### **12.9.7 Bomba booster para eyector de cloro**

#### ***12.9.7.1 Descripción general***

---

Sistema dúplex alternante para la dosificación del cloro gaseoso. Generará el vacío necesario, al pasar por el eyector de cloro, para la operación de los reguladores de vacío. Tendrá la presión y el caudal necesarios para la operación del sistema de cloración y a la vez vencer la presión de la tubería de agua a clorar.



### ***12.9.7.2 Especificaciones***

---

- Caudal 0.44 l/s (7 gpm) @ 42 metros de carga (60 psi)
- Cabeza de descarga en acero inoxidable
- Tamaño de succión y descarga de 25 mm (1")
- Acoplada a motor de 1/3 hp, 230 VAC/1f/60Hz

### ***12.9.7.3 Control***

---

Bombas operando en automático, ancladas a la bomba de pozo.

### ***12.9.7.4 Instalación***

---

Succionando desde la salida del tanque y descargando en el punto de inyección del cloro inmediatamente después de los medidores de flujo o antes del punto toma muestra.

### ***12.9.7.5 Ubicación***

---

Dentro de la caseta de cloración.

## **12.9.8 Sistema de detección de fugas de gas cloro**

### ***12.9.8.1 Descripción general:***

---

Detector digital de gas cloro en el ambiente, de fabricación americana. Capacidad de detección entre 0 y 10 ppm (partes por millón) de cloro en el aire, con señales visuales y audibles de aviso y peligro en el tablero central. El sensor debe ser de tipo de difusión de gas electroquímico de respuesta rápida en escapes de cloro.

### ***12.9.8.2 Características técnicas***

---

- Sensor remoto para cloro gaseoso.
- Rango: 0-10 ppm
- Resolución: 0.1 ppm

- Tiempo de duración del sensor: entre 18 y 24 meses
- Rango de temperatura: 0 a 50 °C
- Alarmas visuales tipo LED y alarma audible de 90 dD.
- Alimentación eléctrica: 120 ó 240vac, 60Hz
- Consumo eléctrico: máximo 20 watts
- Señal de salida: 4-20 mA ó RS 232 para controladores remotos y PLC
- Pantalla tipo LCD, de dos líneas, 16 caracteres y retroiluminada, la cual muestra la concentración en partes por millón
- Dos (2) contactos relé
- Dos (2) alarmas ajustables de contacto relé para activar aparatos externos
- Batería de respaldo de 12 VDC con celda en gel y para hasta 24 horas de operación continua
- Encerramiento nema 4x

#### ***12.9.8.3 Requerimientos***

---

- Tablero central de control y señalización
- Dos (2) sensores para montaje remoto con un cable de 7.6 m de longitud
- Cable de alimentación AC.

#### ***12.9.8.4 Instalación:***

---

Sensores instalados entre 18" y 24" del piso del cuarto de cloración, distribuidos apropiadamente. Tablero de control en pared.

#### ***12.9.8.5 Ubicación***

---

Detección de fugas de gas en el cuarto de cloración.

## **12.9.9 Equipos de seguridad para cuarto de cloración**

### **12.9.9.1 Kit "a"**

Equipo de emergencia aceptado por el instituto americano de cloro para contenedores de cloro de 68 kg, de fabricación americana. Este kit "a" incluye dispositivos y herramientas para controlar y contener fugas en la válvula tapón fusible y en las paredes del contenedor de cloro. Todas las partes deben estar bien etiquetadas con un número correspondiente; suministrados dentro de una caja resistente a la corrosión fabricada en polipropileno. Incluye una variedad de herramientas de mano, sellos de inspección y sellos de dispositivos. Similar o superior a la marca Indian Springs modelo c-376a.

### **12.9.9.2 Equipos de aire autocontenido**

Aparato de respiración auto-contenido (SCBA), para servicio de cloro, incluyendo máscara facial y respiratoria con cilindro para 30 minutos y con maletín para su transporte. Similar o superior a la marca MSA modelo Hawk II, número de parte 10095800.

### **12.9.9.3 Máscara facial**

- Máscara facial y respiratoria, incluyendo Canister y maletín.
- Similar o superior a la marca 3m serie 6000.

# **ANEXO 1: Geotecnia-Estudios de Suelos**

Ing. Gabriel Vargas Morales  
IC-15220

INFORME GEOP-ES-099-S1-2014

Proyecto  
“Tanque y línea de Conducción de acueducto”

UBICACIÓN  
Cóbano  
Cantón: Puntarenas  
Provincia: Puntarenas

JUNIO DE 2014



San José, 2 de Octubre de 2014

Ingeniero  
Marco Alvarado Cordero  
HIDROTECNIA CONSULTORES  
Presente

Estimado Ingeniero:

Hemos procedido a estudiar el terreno ubicado Cóbano, en el cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas, con el fin de evaluar su aptitud para la construcción de un tanque de elevado y de una línea de conducción para acueducto.

En consecuencia, dadas las características del suelo encontrado en los sitios en donde se realizaron los sondeos exploratorios se recomienda lo siguiente;

- El perfil estratigráfico identificado consistente en un perfil típico de suelos residuales producto de la meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias que subyacen el suelo superficial, de acuerdo a la información geológica disponible <sup>(1)</sup> se puede determinar que en la zona del proyecto se ubican sedimentos clásticos compuestos por areniscas, lutitas y aglomerados. De esta forma, se puede mencionar que el comportamiento de los suelos analizados es típico en el sentido en que su comportamiento geomecánico mejora conforme la profundidad, se debe hacer notar que las profundidades alcanzadas oscilan entre 1.00m y 3.25m de profundidad con una media de 1.45m de profundidad, lo cual indica la presencia de un suelo saprólito de consistencia rígida a esa profundidad.
- Para las perforaciones P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9 se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas **utilizando un nivel de desplante mínimo de 0.55 metros de profundidad** con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.
- En lo que respecta a la perforación P2 se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas **utilizando un nivel de desplante mínimo de 1.00 metros de profundidad** con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.
- En todos los casos, los niveles de cimentación recomendados corresponden a un nivel de desplante mínimo y pueden variar conforme las cargas impuestas por la superestructura según indique el profesional responsable del diseño estructural. En todos los casos se recomienda el desarrollo del sistema de transmisión de las cargas de la superestructura al suelo utilizando los valores de capacidad de carga admisible mostrados en la tabla 3 del informe adjunto.
- Adicionalmente, como se mencionó se recomienda la remoción de 0.55 metros de la capa de suelo superficial con presencia de materia orgánica.



...

## RESUMEN EJECUTIVO

- Según los sondeos realizados en el terreno, se clasifica el suelo como un tipo S3, con una aceleración pico efectiva de diseño de 0.44, para los estratos contenidos entre la superficie y la profundidad explorada, según la clasificación del Código Sísmico de Costa Rica, versión 2010.

Se debe mencionar, que las recomendaciones estipuladas en este informe son válidas únicamente para la profundidad explorada, pues no se puede determinar las condiciones del suelo a profundidades mayores. Por lo tanto, si se quiere conocer las características del suelo a mayores profundidades (por ejemplo para profundidad de cimentación, cortes, etc) se recomienda la realización de sondeos con equipo de perforación por rotación.

De esta forma, quedamos a su disposición para cualquier consulta o aclaración, atentamente;

Ing. Gabriel Vargas Morales  
Ingeniero Director  
GRUPO GEOPASA.

NOTA: Este informe se conforma de 10 páginas como cuerpo central del estudio, un anexo A en el cual se presenta la ubicación de los sondeos realizados, un anexo B con el registro de perforaciones y un anexo C con el registro fotográfico. Este informe NO tiene validez en el caso de faltar una o algunas de las páginas con la información mencionada.



II CONDICIONES DEL SUBSUELO	3
1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	3
2. PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	3
III CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA	5
1. CAPACIDAD SOPORTANTE	5
2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN CSCR – 2016	6
3. EMPUJE DEL SUELO	6
IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8
1. SISTEMA DE CIMENTACIÓN PROPUESTO	8
2. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS	8
3. RECOMENDACIONES PARA EXCAVACIONES Y TALUDES	8
V BIBLIOGRAFÍA	10
ANEXOS	11





Este informe incluye la obtención de datos del subsuelo, mediante perforaciones y ensayos de campo y laboratorio, según lo especificado en las secciones 2.3 y 2.4 del citado Código de Cimentaciones de Costa Rica, 2a Edición.

De esta forma, la información y recomendaciones enunciadas en este informe son de carácter general y específicas para la ubicación puntual en donde se realizaron los sondeos, en consecuencia su uso con fines de diseño queda bajo la responsabilidad del profesional responsable del diseño y construcción de las estructuras civiles.

El proyecto consiste en la construcción colocación de una línea de conducción para acueducto. El proyecto se ubica en Cóbano, cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas. La figura 1 muestra la ubicación geográfica del proyecto.

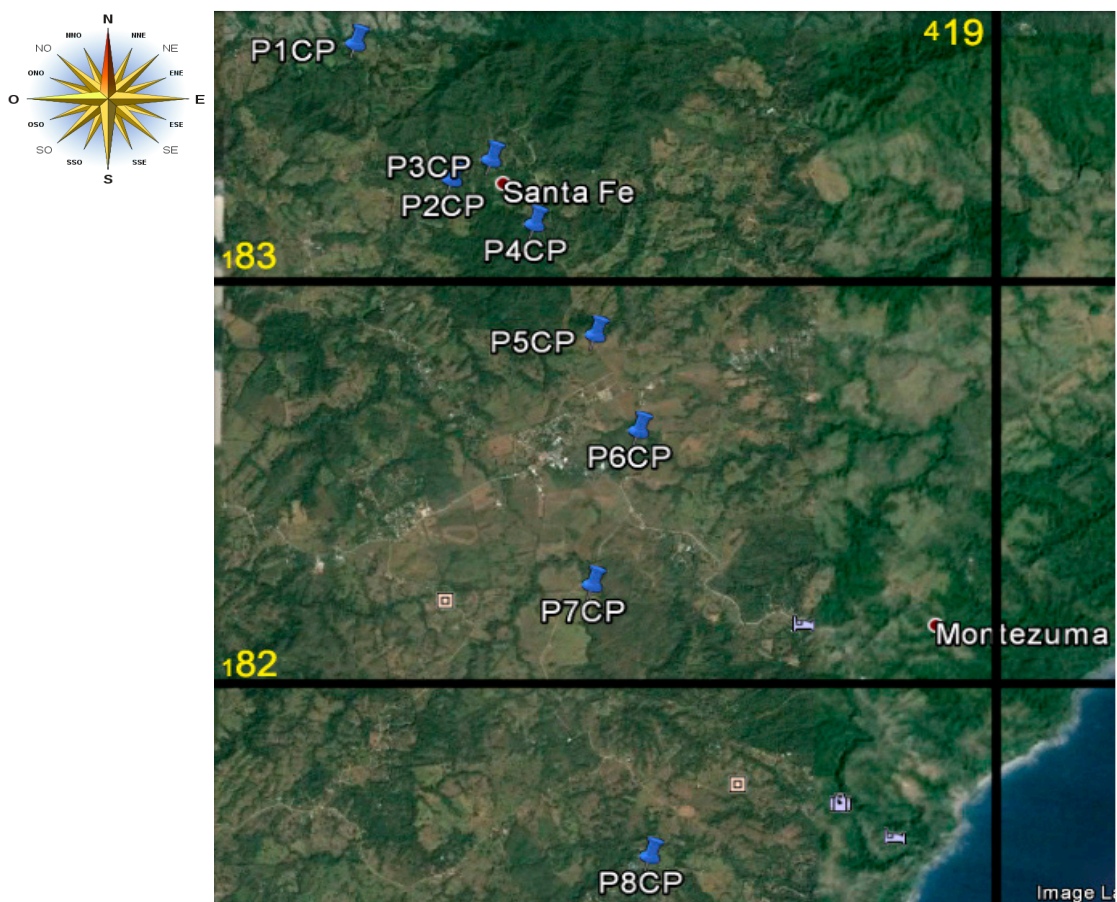


Figura 1. Ubicación geográfica del nuevo proyecto a desarrollar (entregado por el desarrollador)



Se realizaron en total nueve sondeos que se ubicaron a lo largo del sector en donde se pretende colocar un taque elevado y una línea de conducción para acueduto. El terreno se ubica en Cóbano, en el cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas. La ubicación de los sondeos se muestra en el Anexo A del presente informe.

Para realizar los sondeos se utilizó el equipo conocido como “SPT”, por las siglas en inglés de la prueba de penetración estándar (“Standard Penetration Test”), de acuerdo a la normativa ASTM D-1586. Durante esta prueba, se hinca un dispositivo de acero en el suelo estudiado mediante la caída libre de una masa de aproximadamente  $63.5\text{kg} \pm 1\text{kg}$ . Un esquema del equipo utilizado se muestra en la Figura 2.

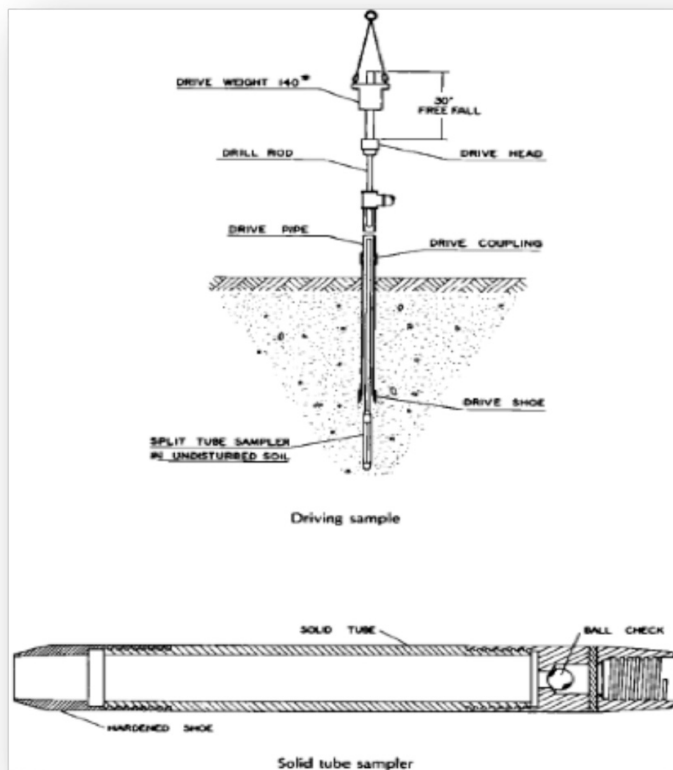


Figura 2. Esquema de equipo spt utilizado para realizar la perforación

El dispositivo hincado proporciona una medida de la consistencia del suelo en toda la profundidad explorada, pues mientras más resistente sea el suelo, mayor será el número de golpes (caída libre de la masa) para forzar la penetración del cono. La información proporcionada puede correlacionarse con propiedades básicas del suelo, como cohesión o ángulo de fricción.



## II | CONDICIONES DEL SUBSUELO

### 1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El perfil estratigráfico general del suelo es el siguiente:

#### SONDEO P1(ARIO)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 3.25m

Material limoso café claro inoloro, presenta algunas raíces finas. Aparente humedad media, de consistencia semirrígida y quebradiza. Nspt promedio = 15.

#### SONDEO P2(LINEA 1)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 2.35m

Material limo arenoso café claro inoloro, presenta alto contenido de partículas meteorizadas blancas, con consistencia semisuave. Nspt promedio = 9.

#### SONDEO P3(LINEA 2)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 1.45m

Material limo arenoso café claro inoloro, presenta alto contenido de partículas meteorizadas y vetas tono blancuzco, con consistencia semisuave. Subyaciendo este estrato de suelo, se detectó la presencia de una capa de material de consistencia rígida la cual impidió el avance del equipo de perforación SPT. Nspt promedio = 25

#### SONDEO P4(LINEA 3)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 1.45m

Limo arenoso café claro inoloro , material de consistencia semirrígida y quebradiza formado en bloques pequeños, contiene algunas partículas compactas y pequeñas tono grisáceo además de algunas raíces finas, Aparente humedad media-baja. Subyaciendo este estrato de suelo, se detectó la presencia de una capa de material de consistencia rígida la cual impidió el avance del equipo de perforación SPT. Nspt promedio = 22

#### SONDEO P5(TANQUE COBANO)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 2.35m

Limo arenoso café claro inoloro , material de consistencia semirrígida y quebradiza formado en bloques pequeños, contiene algunas partículas compactas y pequeñas tono grisáceo además de algunas raíces finas, Aparente humedad media-baja. Nspt promedio = 28



#### SONDEO P6(LINEA 4)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 0.55m Material aparente arena-grava café claro grisáceo. Aparente humedad baja y de consistencia suelta. Subyaciendo este estrato de suelo, se detectó la presencia de una capa de material de consistencia rígida la cual impidió el avance del equipo de perforación SPT. N<sub>spt</sub> promedio = 50

#### SONDEO P7(LINEA 5)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 1.00m Material limoso café oscuro e inoloro, presenta algunos bloques de material semi compacto tono blancuzco y algunas vetas. Material de consistencia semirrigida y compacta con aparente humedad media.

1.00m - 2.35m Material limoso café oscuro e inoloro, contiene algunas vetas diminutas blancuzcas. Material de consistencia semirrigida y compacta con aparente humedad media. N<sub>spt</sub> promedio = 22

#### SONDEO P8(LAS DELICIAS)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 1.00m Material limoso café oscuro e inoloro, contiene algunas vetas diminutas blancuzcas y algunas raíces finas. Material de consistencia semirrigida y compacta con aparente humedad media.

1.00m - 1.90m Material limoso café claro rojizo e inoloro, contiene algunas vetas diminutas blancuzcas. Material de consistencia semirrigida y compacta con aparente humedad media. Subyaciendo este estrato de suelo, se detectó la presencia de una capa de material de consistencia rígida la cual impidió el avance del equipo de perforación SPT. N<sub>spt</sub> promedio = 29

#### SONDEO P9 (TANQUE COBANO)

##### PROFUNDIDAD

##### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

0.00m - 1.90m Limo arenoso café claro inoloro, material de consistencia semirrigida y quebradiza formado en bloques pequeños, contiene algunas partículas compactas y pequeñas tono grisáceo además de algunas raíces finas, Aparente humedad media-baja. N<sub>spt</sub> promedio = 17

## 2. PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO

No se detectó la presencia del nivel freático al momento de la realización de las perforaciones en campo (19/05/14).

El nivel freático es un nivel dinámico que varía continuamente, por lo que la indicación anterior es válida para la fecha de realización de los sondeos.

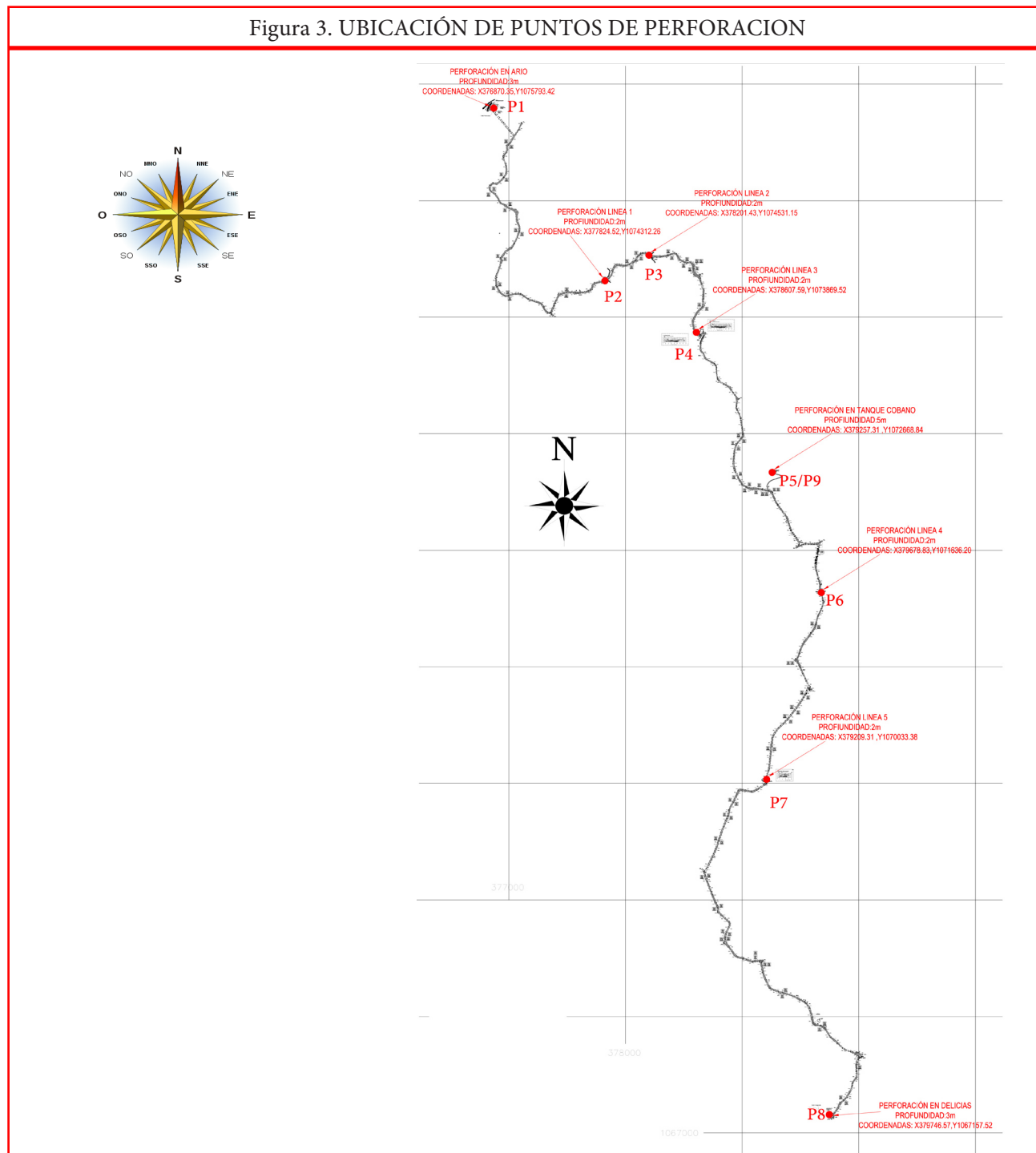


## 2. GEOLOGIA REGIONAL

De acuerdo a la información geológica existente <sup>(1)</sup> de la zona en estudio, se puede determinar que “...en la zona se localiza una secuencia de rocas constituida tanto por materiales de origen ígneo como sedimentario. El basamento de esta secuencia lo constituye el denominado Complejo de Nicoya, al cual lo sobreyacen inconformemente rocas sedimentarias de las formaciones Ario y Montezuma...”

Específicamente la formación montezuma <sup>(2)</sup> se compone de una secuencia de rocas clásticas, desde conglomerados hasta areniscas de grano muy fino. En la figura 3 se muestra la ubicación geográfica de las perforaciones.

Figura 3. UBICACIÓN DE PUNTOS DE PERFORACION



### III CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA

#### 1. CAPACIDAD SOPORTANTE

En la Tabla 1 se muestran los valores del número de golpes “Nspt” obtenidos en los sondeos realizados con el método de penetración estándar. El resumen de resultados del sondeo de campo y las pruebas de laboratorio, se muestra en las figuras del ANEXO B

Tabla 1.

Profundidad (m)	SONDEO								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
0.00 - 0.55	11	2	13	15	17	50	16	21	10
0.55 - 1.00	9	2	25	19	24	REB	25	29	13
1.00 - 1.45	11	6	37	33	28	-	17	37	28
1.45 - 1.90	18	16	REB	REB	30	-	23	REB	REB
1.90 - 2.35	16	21	-	-	41	-	28	-	-
2.35 - 2.80	18	REB	-	-	REB	-	-	-	-
2.80 - 3.25	20	-	-	-	-	-	-	-	-
3.25 - 3.70	REB	-	-	-	-	-	-	-	-

Valores del número de golpes  $N_{spt}$  obtenidos de las pruebas en campo

\*REB: INDICA LA PROFUNDIDAD EN LA CUAL SE PRESENTÓ EL REBOTE DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

En el caso de suelos mayoritariamente cohesivos (limos y arcillas) la consistencia y la resistencia del suelo pueden entonces estimarse de acuerdo con la Tabla 2 a continuación;

Tabla 2.

NSPT	Consistencia	$Q_u$ (inconfiada) (ton/m <sup>2</sup> )
0-2	Muy Blanda	0 a 2.5
2-5.	Blanda	2.5 a 5
5-10.	Medianamente rígida	5 a 10
10-20.	Rígida	10 a 20
20-30.	Muy rígida	20 a 40
30 o más	Dura	más de 40

Estimación de la resistencia del suelo de acuerdo con el  $N_{spt}$ . (Braja, 1995)

De este modo, para estimar la capacidad de carga de los suelos mayoritariamente cohesivos se utilizó la teoría de Terzaghi para suelos cohesivos en esfuerzos totales. Según esta teoría, la capacidad de carga última de un suelo cohesivo está dada por (Código de Cimentaciones de Costa Rica):



$$q_{ult} = cN_c \quad (\text{Ecuación \# 1})$$

Donde;

$q_{ult}$  = carga última

$c$  = cohesión del suelo

$N_c$  = factores de capacidad de carga

Se considera capacidad de carga neta porque el cimiento quedará enterrado, por lo cual en la estimación de cargas debe considerarse el peso del suelo sobre el cimiento.

De esta forma, en la Tabla 3 se muestran las capacidades de carga estimadas para los estratos de suelo a las profundidades especificadas, con el fin de que puedan utilizarse en la proyección del sistema estructural de transmisión de la carga de la superestructura al suelo. Las capacidades de carga admisible mostradas se consideran con un factor de seguridad de 3.

Tabla 3.

Nivel de desplante (m)	SONDEO								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
0.00 - 0.55	10	1	12	14	16	47	15	20	9
0.55 - 1.00	8	1	23	18	22	REB	23	27	12
1.00 - 1.45	10	6	35	31	26	-	16	35	26
1.45 - 1.90	17	15	REB	REB	28	-	21	REB	REB
1.90 - 2.35	15	20	-	-	38	-	26	-	-
2.35 - 2.80	17	REB	-	-	REB	-	REB	-	-
2.80 - 3.25	19	-	-	-	-	-	-	-	-
3.25 - 3.70	REB	-	-	-	-	-	-	-	-

Estimación de la capacidad de carga admisible en ton/m<sup>2</sup> (factor de seguridad = 3)

## 2. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN CSCR – 2010

Según los sondeos realizados en el terreno, se clasifica el suelo como un tipo S3, con una aceleración pico efectiva de diseño de 0.44, para los estratos contenidos entre la superficie y la profundidad explorada, según la clasificación del Código Sísmico de Costa Rica, versión 2010.

## 3. EMPUJE DEL SUELO

Para los fines que corresponda, en la Tabla 4 se indican los coeficientes de empuje del suelo correspondientes para los sondeos realizados. Para el cálculo del coeficiente de presión activo se utilizó la ecuación # 2, la cual corresponde a la teoría de Rankine.

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad \text{Ecuación \# 2}$$

De igual forma, la ecuación # 3 muestra la forma de cálculo del coeficiente de presión pasiva, según la teoría de Rankine.

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \quad \text{Ecuación \# 3}$$



Tabla 4.

Ítem	Valor
Peso unitario húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1674,00
Ángulo de fricción $\Phi$ (Grados)	27,2
Coefficiente de presión activa (Ka)	0,4
Coefficiente de presión pasiva (Kp)	2,7
Valor de cohesión nulo a futuro	

Estimación de parámetros  
de empuje medio para los  
sondeos realizados Suelos  
Cohesivos  
(Teoría de Rankine)





## IV

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 1. SISTEMA DE CIMENTACIÓN PROPUESTO

Tal y como se indicó en el perfil estratigráfico de la sección “1. CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA” anterior, el material encontrado en las perforaciones corresponde con un suelo residual limo arenoso de consistencia semirrígida.

El perfil estratigráfico identificado consistente en un perfil típico de suelos residuales producto de la meteorización de las rocas ígneas y sedimentarias que subyacen el suelo superficial, como se mencionó en la sección “II CONDICIONES DEL SUBSUELO 3. GEOLOGÍA REGIONAL” de acuerdo a la información geológica disponible <sup>(1)</sup> se puede determinar que en la zona del proyecto se ubican sedimentos clásticos compuestos por areniscas, lutitas y aglomerados. De esta forma, se puede mencionar que el comportamiento de los suelos analizados es igualmente típico en el sentido en que su comportamiento geomecánico mejora conforme la profundidad, se debe hacer notar que las profundidades alcanzadas oscilan entre 1.00m y 3.25m de profundidad con una media de 1.45m de profundidad, lo cual indica la presencia de un suelo saprólito de consistencia rígida a esa profundidad.

En consecuencia, para las perforaciones P1, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9 se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas utilizando un nivel de desplante mínimo de 0.55 metros de profundidad con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.

Además para la perforación P2 se recomienda un tipo de cimentación convencional directo utilizando cimientos del tipo placas individuales o placas corridas utilizando un nivel de desplante mínimo de 1.00 metros de profundidad con el objetivo de colocar los cimientos por debajo de la capa de suelo con presencia de materia orgánica.

En todos los casos, los niveles de cimentación recomendados corresponden a un nivel de desplante mínimo y pueden variar conforme las cargas impuestas por la superestructura según indique el profesional responsable del diseño estructural. En todos los casos se recomienda el desarrollo del sistema de transmisión de las cargas de la superestructura al suelo utilizando los valores de capacidad de carga admisible mostrados en la tabla 3 de este informe.

Adicionalmente, como se mencionó se recomienda la remoción de 0.55 metros de la capa de suelo superficial con presencia de materia orgánica.

## 2. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

Dadas las características del suelo y la magnitud de las cargas impuestas al terreno, se recomienda acatar las recomendaciones en cuanto a cimientos para evitar posibles asentamientos diferenciales.



### 3. RECOMENDACIONES PARA EXCAVACIONES Y TALUDES

Se considera que las excavaciones para realizar la construcción de los cimientos se podrán realizar con equipo de excavación convencional.

Sin embargo se recomienda que la construcción de estos elementos se haga de la forma más expedita y que si existiesen taludes temporales estos queden expuesto el menor tiempo posible para evitar la descompresión de suelo en las colindancias. Necesariamente en este tipo de material los taludes deberán contar con ademes que prevengan un eventual colapso de las paredes.

Los ademes en las paredes de los taludes temporales tienen dos objetivos principales, a saber;

1. Evitar la ruptura del suelo en las colindancias y
2. Proteger a los trabajadores que estarían dentro de la zanja.

Finalmente se recomienda que los ademes sean del tipo tablestaca o similar, diseñados para soportar los empujes del suelo en la colindancia, más la sobrecarga que representan las estructuras vecinas o equipos de construcción.



Asociación Costarricense de Geotécnica., 2009. Código de Cimentaciones de Costa Rica. 2a. Ed. Cartago , Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Braja M, Das. , 2012. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. 7a.Ed. México: CENGAGE Learning.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos., 2010. Código Sísmico de Costa Rica 2012. 4a. Ed. Cartago , Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

González de Vallejo, L. Ferrer, M. Ortuño, L. Oteo, C., 2002. Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Prentice Hall.

Percy, D. Kussmaul, S., 1994. Atlas Geológico Gran Area Metropolitana. 1a. Ed. Cartago , Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

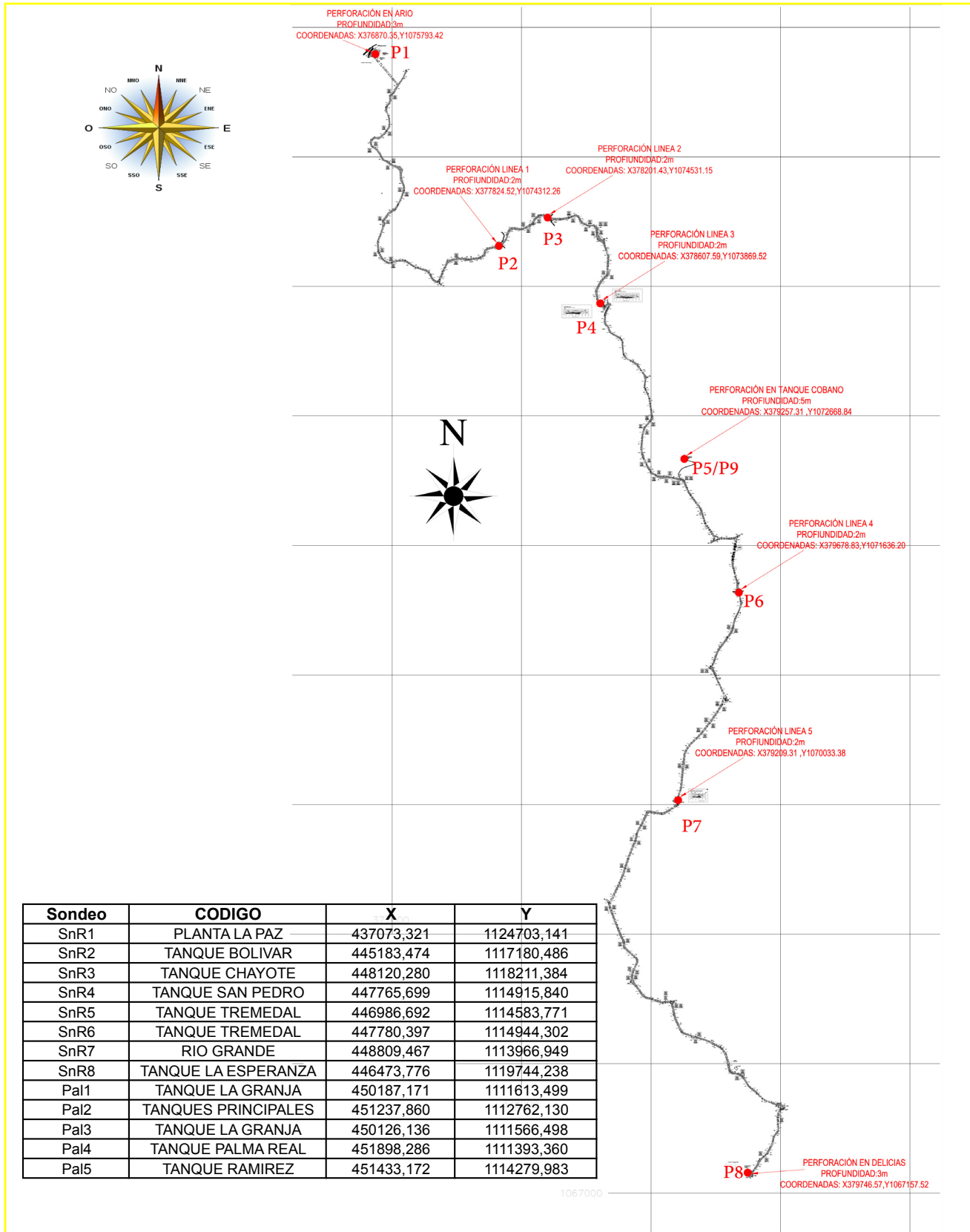
Sowers, B., 1990. Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México: Editorial Limusa.

(1) Chinchilla Cortés ,Jonathan. Ramírez Chavarría, Roberto. Estudio Hidrogeológico del Acuífero en la Cuenca del Río Montezuna, Cóbano, Puntarenas. Diagnóstico del potencial de explotación y rendimiento sostenible del acuífero. Dirección de Investigación y Gestión Hídrica Unidad de Investigación. SERVICIO NACIONAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, RIEGO Y AVENAMIENTO. SENARA. OCTUBRE 2011.

(2)Percy, D. Kussmaul, S., 2000. Geología de Costa Rica. 1a. Ed. Cartago , Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. pág 49.



# ANEXO A - UBICACIÓN DE SONDEOS



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación: P1		Fecha registro: 29/05/2014		Realizado por: Jonathan Jimenez M.					
Número de proyecto: 19/05/2014		Localización: COBANO, PUNTARENAS							
Desplante (m) 0.00 - 0.55 0.55 - 1.00 1.00 - 1.45 1.45 - 1.90 1.90 - 2.35 2.35 - 2.80 2.80 - 3.25			Estratigrafía  Material limoso café claro inoloro, presenta algunas raíces finas. Aparente humedad media, de consistencia semirrígida y quebradiza.	NF  No detectado	% Pas 200  88,2  47,7	w  29,6  25,4  15,9  19,4	LL  52,2  23,0  -0,16	IP  -0,16	SUCS  MH  SP

NF = nivel freático  
 w = % de humedad  
 % Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
 qu = resistencia a la compresión simple (ton/m<sup>2</sup>)  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

LL = límite líquido  
 IP = índice de plasticidad  
 IL = índice de liquidez  
 NP = no plástico



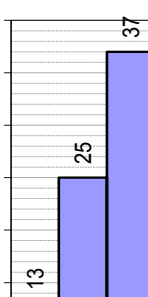
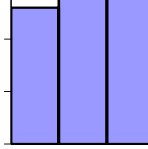
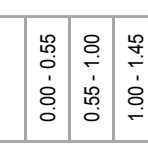
# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación:	P2	Fecha registro:	29/05/2014	Realizado por:	Jonathan Jimenez M.			
Número de proyecto:	19/05/2014	Localización:	COBANO, PUNTARENAS					
Desplante (m)			NF	LL	IP	IL	SUCS	
0.00 - 0.55	2	2	No detectado	36,1				
0.55 - 1.00	2	2	Material limo arenoso café claro inodoro, presenta alto contenido de partículas meteorizadas blancas, con consistencia semisuave.	31,9				
1.00 - 1.45	6	6		32,9				
1.45 - 1.90	16	16		52,7	46,0	18,0	0,13	ML
1.90 - 2.35	21	21						

NF = nivel freático  
 w = % de humedad  
 % Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200  
 gw : peso unitario del suelo  
 qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo  
 LL = límite líquido  
 IP = índice de plasticidad  
 IL = índice de liquidez  
 NP = no plástico



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación: P3		Fecha registro: 29/05/2014		Realizado por: Jonathan Jimenez M.								
Número de proyecto: 19/05/2014		Localización: COBANO, PUNTARENAS										
Desplante (m)	NÚMERO DE GOLPES	N (SPT)	Estratigrafía	NF	% Pas 200	w	LL	IP	IL	SUCS		
0.00 - 0.55		13	Material limo arenoso café claro inoloro, presenta alto contenido de partículas meteorizadas y betas tono blaucuzco, con consistencia semisuave.	No detectado		41,7						
0.55 - 1.00		25						37,3				
1.00 - 1.45		37						67,6	29,4	53,8	26,0	0,06
1.45 - 1.90		REB										

NF = nivel freático	gw : peso unitario del suelo	LL = límite líquido
w= % de humedad	qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)	IP = índice de plasticidad
% Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200	SUCS = Clasificación Unificada del Suelo	IL = índice de liquidez
		NP = no plástico



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación: P4		Fecha registro: 29/05/2014		Realizado por: Jonathan Jimenez M.											
Número de proyecto: 19/05/2014		Localización: COBANO, PUNTARENAS													
Desplante (m)	NÚMERO DE GOLPES		Estratigrafía	NF	w	LL	IP	IL	SUCS						
	0.00 - 0.55	15								Material limoso café claro rojizo, presenta alto contenido de betas diminutas tono blanuzco y anaranjadas de consistencia semirígida y quebradiza. Aparente humedad media.	27,7				
	0.55 - 1.00	19									24,1				
	1.00 - 1.45	33									63,0	52,3	23,0	-0,17	MH
	1.45 - 1.90	REB													

NF = nivel freático  
 w= % de humedad  
 % Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
 qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

LL = límite líquido  
 IP = índice de plasticidad  
 IL = índice de liquidez  
 NP = no plástico





# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación:	P5	Fecha registro:	29/05/2014	Realizado por:	Jonathan Jimenez M.				
Número de proyecto:	19/05/2014	Localización:	COBANO, PUNTARENAS						
Desplante (m)			NF	Estratigrafía					
0.00 - 0.55	17	Limo arenoso café claro inoloro, material de consistencia semirrígida y quebradiza formado en bloques pequeños, contiene algunas partículas compactas y pequeñas tonos grisáceo además de algunas raíces finas. Aparente humedad media-baja.	No detectado						
0.55 - 1.00	24								
1.00 - 1.45	28								
1.45 - 1.90	30								
1.90 - 2.35	41								
2.35 - 2.80	REB								
				% Pas 200	LL	IP	IL	SUCS	
				36,1	38,4				SP
								31,5	
				7,1	13,4				SP

NF = nivel freático  
 w = % de humedad  
 % Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
 qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo  
 LL = límite líquido  
 IP = índice de plasticidad  
 IL = índice de liquidez  
 NP = no plástico



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación:		P6		Fecha registro:		29/05/2014		Realizado por:		Jonathan Jimenez M.	
Número de proyecto:		19/05/2014		Localización:		COBANO, PUNTARENAS					
Desplante (m)		NÚMERO DE GOLPES		N		Estratigrafía		NF		w	
0.00 - 0.55				50		Material aparente arena-grava café claro grisáceo. Aparente humedad baja y de consistencia suelta.		No detectado		21,4	
0.55 - 1.00				REB							

NF = nivel freático	gw : peso unitario del suelo	LL = límite líquido
w= % de humedad	qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)	IP = índice de plasticidad
% Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200	SUCS = Clasificación Unificada del Suelo	IL = índice de liquidez
		NP = no plástico



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación:	P7	Fecha registro:	29/05/2014	Realizado por:	Jonathan Jimenez M.												
Número de proyecto:	19/05/2014	Localización:	COBANO, PUNTARENAS														
Desplante (m)	<table border="1"> <caption>NÚMERO DE GOLPES</caption> <thead> <tr> <th>Profundidad (m)</th> <th>N (SPT)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00 - 0.55</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>0.55 - 1.00</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>1.00 - 1.45</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>1.45 - 1.90</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>1.90 - 2.35</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>					Profundidad (m)	N (SPT)	0.00 - 0.55	16	0.55 - 1.00	25	1.00 - 1.45	17	1.45 - 1.90	23	1.90 - 2.35	28
Profundidad (m)	N (SPT)																
0.00 - 0.55	16																
0.55 - 1.00	25																
1.00 - 1.45	17																
1.45 - 1.90	23																
1.90 - 2.35	28																
0.00 - 0.55	16	Estratigrafía Material limoso café oscuro e inoloro, presenta algunos bloques de material semicomacto tono blanuzco y algunas betas. Material de consistencia semirígida y compacta con aparente humedad media.	NF No detectado	% Pas 200	w	LL	IP	SUCS									
0.55 - 1.00	25			41,8	16,3				SP								
1.00 - 1.45	17																
1.45 - 1.90	23				35,6												
1.90 - 2.35	28					94,1	39,6	67,8	28,0	MH							

NF = nivel freático  
w = % de humedad  
% Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

LL = límite líquido  
IP = índice de plasticidad  
IL = índice de liquidez  
NP = no plástico



...

# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación: P8		Fecha registro: 29/05/2014		Realizado por: Jonathan Jimenez M.						
Número de proyecto: 19/05/2014		Localización: COBANO, PUNTARENAS								
Desplante (m)										
	0.00 - 0.55	21	Estratigrafía	NF	% Pas 200	w	LL	IP	IL	SUCS
	0.55 - 1.00	29								
	1.00 - 1.45	37	Material limoso café claro rojizo e inoloro, contiene algunas betas diminutas blancuzcas. Material de consistencia semirrígida y compacta con aparente humedad media.	94,5	53,4	-	-	-	-	-
	1.45 - 1.90	REB								

NF = nivel freático  
 w = % de humedad  
 % Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
 qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
 SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

LL = límite líquido  
 IP = índice de plasticidad  
 IL = índice de liquidez  
 NP = no plástico



# ANEXO B - RESUMEN DE SONDEOS

Perforación:	P9	Fecha registro:	30/09/14	Realizado por:	Hugo Díaz Escamilla							
Número de proyecto:	19/05/14	Localización:	COBANO, PUNTARENAS									
Desplante (m)			N (SPT)	Estratigrafía	NF	% Pas 200	w	LL	IP	IL	SUCS	
0.00 - 0.55	10		10	Limo arenoso café claro inoloro, material de consistencia semirrigida y quebradiza formado en bloques pequeños, contiene algunas partículas compactas y pequeñas tonos grisáceo además de algunas raíces finas. Aparente humedad media-baja.	No detectado	47,1	43,4					SP
0.55 - 1.00	13		13									
1.00 - 1.45	28		28									
2.35 - 2.80			REB									

NF = nivel freático  
w = % de humedad  
% Pas 200: porcentaje de material que pasa la malla 200

gw : peso unitario del suelo  
qu = resistencia a la compresión simple (ton/m2)  
SUCS = Clasificación Unificada del Suelo

LL = límite líquido  
IP = índice de plasticidad  
IL = índice de liquidez  
NP = no plástico



...

## ANEXO C - FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

SONDEO P1



SONDEO P2



...

# ANEXO C - FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

SONDEO P3



SONDEO P4



...

## ANEXO C - FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

SONDEO P5



SONDEO P6





...

# ANEXO C - FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

SONDEO P7



SONDEO P8



...

## ANEXO C - FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS

SONDEO P9



## **ANEXO 2: Topografía**

Ing. William Lobo Vásquez  
IT-11757



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

## PROYECTO MEJORAS AL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COBANO

TRAYECTO DE LÍNEAS DE IMPULSION  
CAMPO DE POZOS ARIO – POZO LAS DELICIAS

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE DETALLES DE VÍAS PÚBLICAS  
CON ESTACION TOTAL Y SISTEMA GPS EN RTK INICIANDO EN CAMPO  
DE POZOS EN ARIO PASANDO POR EL TANQUE EXISTENTE DEL  
AYA EN COBANO Y FINALIZANDO EN POZO LAS DELICIAS  
COBANO, PUNTARENAS**

### FECHA

FECHA DE LEVANTAMIENTOS; ABRIL DEL 2014

### CONTENIDO DEL INFORME:

TIPO DE LEVANTAMIENTO

GEO- REFERENCIACIÓN

METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL LEVANTAMIENTO DE LÍNEAS DE IMPULSION

SISTEMA GEODÉSICO EMPLEADO

SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICO

SISTEMA ALTIMÉTRICO UTILIZADO

INFORME DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y  
DETALLES EXISTENTES COMO ALCANTARILLAS,  
POSTES, ACEQUIAS Y TODO EL ENTORNO EN VIAS  
PUBLICAS PARA PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE  
LINEAS DE IMPULSION DICHAS MEDICIONES CON  
SISTEMA G.P.S EN RTK, SOBRE 13.3Km LINEALES DE  
TRAYECTO DE CALLES Y CAMINOS PUBLICOS DEL  
SISTEMA NUEVO A DISEÑAR.



SAN JOSÉ, 07 DE JULIO 2014

## ➤ Introducción.

Que en relación a los lineamientos mínimos para los estudios topográficos para el AyA en el cuanto a la exactitudes globales solicitadas siempre para los trabajos topográficos donde se incluyan Proyectos para Sistemas de AyA, en el Marco de especificaciones técnicas y en cumpliendo con los ítems solicitados para dichos levantamientos topográficos el presente informe describe la metodología empleada a realizar en dicho Proyecto que nos ocupa el cual corresponde a una distancia de 13.3km lineales de caminos públicos entre las localidades de ARIO y LAS DELICIAS cabe destacar que a la mitad de este trayecto esta topografía se unió con la topografía existente del AyA en el tanque Cobano, ubicado en Cerro Cobano, tanto la topografía contratada por el consultor como la existente definida por el AyA, la cual consistió en una amarre planimétrico y altimétrico para el proyecto, todo esto para dejar definido en un solo sistema consolidado, uniformado y Georreferenciado bajo el mismo sistema de coordenadas nacionales y altitudes a nivel medio, dichas coordenadas de partida establecidas por el AyA previamente. A continuación se presentan los pormenores del levamiento topográfico enfatizando en detalles existentes a lo largo de vías públicas entre cuales se puntualiza líneas de propiedad, alcantarillas, diámetros, aceras, postes eléctricos, superficie de rodamiento, Registros de aguas pluviales y de alcantarillado entre otros en fin cualquier detalle físico que atraviese la línea de tubería de impulsión a trazar, esto como parte fundamental para los diseñadores Hidráulicos y de la empresa Consultora de tener en cuenta con todos los detalles existentes en cuanto a accidentes físicos en la línea de proyección de tubería.

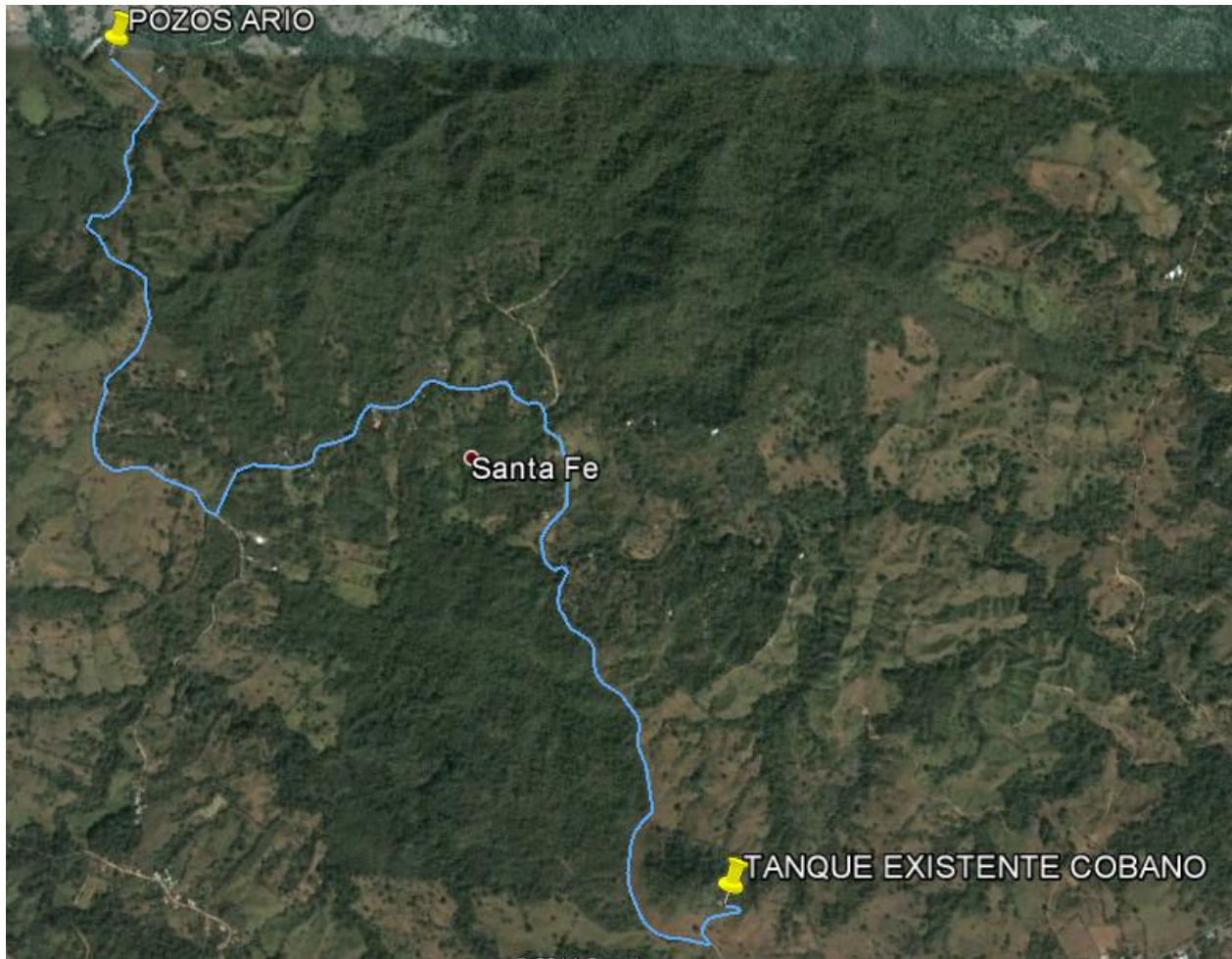


**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

➤ Ubicación de la Zona del Proyecto / TRAMO 1

➤ TRAMO POZOS ARIO / TANQUE COBANO



Fuente tomada de google earth, trayecto de la topografía realizada

1. Se detalla y se describe en línea celeste el trayecto de la topografía realizada entre las semanas 1, 2 de Abril de 2014.
2. El detalle es a lo ancho total de vía, incluidas aceras, postes, Lp, intersecciones líneas de transmisión eléctrica, alcantarillas, Registros Pluviales, fondos de cajas, parrillas, secciones de ríos.
3. Pormenorizado en detalles de intersecciones en vías transitadas, Pasos a desnivel, Estructuras de puentes en Ríos.



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para **WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A**  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: [williamloboingenieros@gmail.com](mailto:williamloboingenieros@gmail.com)

## ➤ Cartografía ampliada



Fuente tomada de google mapas, primer trayecto de la topografía en rojo.

1. Detalles de las localidades por donde se encausará el sistema de impulsión.

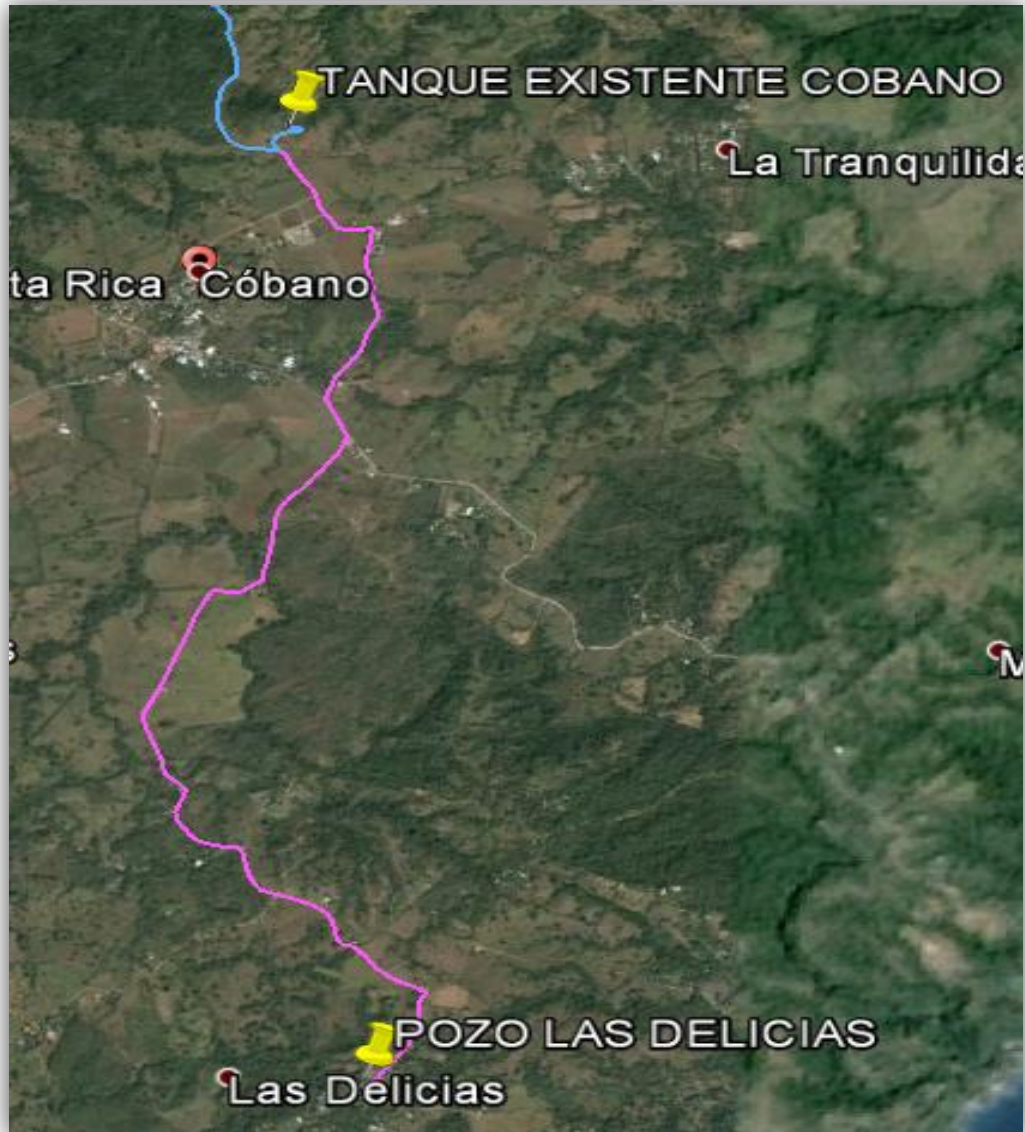


**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

➤ Ubicación de la Zona del Proyecto / TRAMO 2

➤ TANQUE COBANO/POZO LAS DELICIAS



Fuente tomada de google earth, trayecto de la topografía realizada

1. Se detalla y se describe en línea magenta del trayecto de la topografía realizada entre las semanas 3,4 de Abril de 2014.
2. El detalle es a lo ancho total de vía, incluidas aceras, postes, Lp, intersecciones líneas de transmisión eléctrica, alcantarillas, Registros Pluviales, fondos de cajas, parrillas, secciones de ríos. Pormenorizado en detalles de intersecciones en vías transitadas, Pasos a desnivel y Estructuras de puentes en Ríos.





**William Lobo Ingenieros**  
Avalúos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

## ➤ Cartografía ampliada



Fuente tomada de google mapas, segundo trayecto de la topografía en rojo.

1. Detalles de las localidades por donde se encausará el sistema de impulsión.



## ➤ Metodología utilizada

Se utilizó Estación Total en el levantamiento pormenorizado de todos los detalles físicos existentes en vías públicas también se utilizó para control topográfico el sistema de GPS en RTK, lo último en tecnología de GPS en tiempo real en cual consiste en dos antenas GPS, una Base y otras Rover por la cual la estación Base retrasmite la señal de GPS en tiempo real mediante una frecuencia de Radio la cual la recepta la antena Rover realizando el posicionamiento del punto de una sola vez, sin tener que realizar post-procesos arduos y extensos y de baja calidad, este sistema permite al instante conocer el error en la posición actual del punto en el momento y no a posteriori cuando la señal GPS ha sido errática o niveles de P<sub>dop</sub> muy altos que bajan la precisión de los puntos tomados y necesariamente habría que medirlos al día siguiente, ahora bien en síntesis mediante una Red de GPS establecida por el AyA en el sector se identificó un punto de vértice inicial con coordenadas pre-establecidas y ajustadas en el sector del Proyecto el cual nos serviría como punto de partida a la hora de las mediciones a largo de los 13.3km del Proyecto el cual se estableció en dos tramos para efectos de nuestro control topográfico solamente.

1. **El tramo 01:** desde campo de pozos Ario hasta el tanque existente en Cobano con una longitud de 6.890,67m
2. **El tramo 02:** Desde el tanque existente cobano hasta el pozo las Delicias con una longitud de 6.419,67m

## ➤ Definición de la red de GPS

Esta Red ha sido previamente establecida calculada y ajustada por el departamento de topografía del AyA toda esta red de GPS permite obtener las exactitudes solicitadas en los levantamiento planímetros y altimétricos descritos según las especificaciones técnicas de los trabajos topográficos para los estudios del AyA.

### ➤ Levantamiento:

Ahora bien habiendo definido nuestro Datum o vértice inicial o coordenadas de referencia se procedió al levantamiento y ubicación de los puntos de control a lo largo del proyecto, se definieron dos puntos de control al inicio del tramo 01, ubicados en *campo de pozos ario* posteriormente a cada kilómetro para control topográfico, además de ellos se establecieron los bancos de nivel a cada 500m de control vertical y a cada 1km se amojonaron dos puntos de control horizontal y vertical a buen resguardo los cuales también cumplen con las dos funciones en altura y horizontalidad sea (plano-altimétrico) estos puntos fueron ubicados y medidos a lo largo de los 13.3km de vías existentes que comprende todo el trayecto descritas y mencionadas en las imágenes anteriores.

Cabe destacar que los banco de nivel a cada 500 son estacas de madera de buena calidad 2"x2" en la ronda de calles públicas pues no existe otro lugar, para ubicarlos dichos bancos comprenden y son parte de los mismos puntos del levantamiento taquimétrico realizado o P.I. utilizados para el levantamiento de los detalles de las vías, ahora bien en cuanto al par de mojonos a cada 1km fueron hechos y materializados con concreto a buen resguardo en lo posible. Ver fotografías de los bancos de nivel. En la documentación aportada.

### ➤ Sistema Geodésico y Proyección Cartográfica Empleada

Como parte de los trabajos topográficos realizados y en consecuencia siguiendo con las normas y especificaciones del AyA para la representación de los detalles y accidentes topográficos levantados y dibujo final en el campo se utilizó.

Sistema de Elipsoide: WGS84

Proyección Cartográfica Para Costra Rica Oficial Por EL IGN: CRTM-05

Modelo Geoidal: Para Calculo de alturas Modelo EGM-08 utilizado por el AyA.

El vértice principal ubicado en el tanque Cobano materializado por el AYA

**Cuadro 4: Parámetros de la proyección CRTM05.**

<b>SISTEMA CARTOGRÁFICO DE COSTA RICA CRTM05</b>	
Elipsoide asociado	WGS84
Meridiano de referencia	84° W
Paralelo de referencia	0°
Factor de escala en el meridiano Central	0.9999 ó -100 ppm
Falso Este	500 000.000 m
Falso Norte	0.000 m

- Parámetros Base, para los cálculos de las coordenadas obtenidas mediante GPS y su transformación al sistema *CARTOGRÁFICO OFICIAL PARA COSTA RICA – CRTM-05*

Nota: Se indica que en el levantamiento topográfico en el sitio no hubo calculo ni amojonamiento de ninguna nueva Red establecida por nuestra cuadrilla, sino más bien se asumió como cierta y verdadera el punto de Red materializado por la cuadrilla del AyA, el cual es un punto ubicado en el Tanque Cobano N°2 fuera de uso el cual se le definieron Coordenadas en el sistema de CRTM-05 y altitud de acuerdo al modelo Geoidal EGM-08, nosotros simplemente densificamos este punto de red principal con lo cual se trasladó las alturas y coordenadas desde este punto de referencia.

### ➤ Sistema altimétrico utilizado

Se determinó como Vértice principal y Banco de nivel de referencia altimétrica o de partida inicial la posición de las coordenadas del tanque Cobano, la cual es un vértice de la red



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

establecida por la cuadrilla del AyA dentro de sistema CRTM-05 y modelo Geoidal EGM-08 utilizado por el departamento de topografía del AyA, no obstante las elevaciones a posteriori de las coordenadas de los puntos de control topográfico y de bancos de nivel los cuales fueron radiados, se obtuvieron de igual forma por medio del valor de la ondulación del geode (N), determinado para el modelo gravitacional de la Tierra EGM-08. Modelo Geoidal para densificación de puntos y coordenadas de sitios de interés y de proyectos del AyA, mediante sistemas de Posicionamiento Global geodésicos de Doble Frecuencia. A continuación se describe el punto de inicio para el levantamiento realizado en dicho proyecto.



SISTEMA DE GPS DE DOBLE FRECUENCIA, EN RTK PARA CONTROL DE TOPOGRAFÍA Y AMOJONAMIENTO DE BANCOS DE NIVEL

➤ Coordenadas Iniciales de Levantamiento

<b>TANQUE COBANO</b>	<b>379255,530</b>	<b>1072666,868</b>	<b>216,807</b>
----------------------	-------------------	--------------------	----------------

➤ 28 BM's / Bancos Nivel plano -Altimétricos densificados a lo largo de los 13.3km del levantamiento topográfico del Proyecto.

*Ubicados también en planta del dibujo final en cad*



**William Lobo Ingenieros**  
Rvaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

### BANCOS DE NIVEL Y COORDENADAS EN SISTEMA CRTM-05

PTO	ESTE m	NORTE m	ELEV m	Estnd Desv n (m)	Estnd Desv e (m)	Estnd Desv u (m)	Estnd Desv Hz (m)
BN-01	376865,490	1075762,237	77,827	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-02	376883,606	1075740,205	79,618	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-03	377047,361	1074630,438	144,886	0,005	0,006	0,013	0,008
BN-04	377025,932	1074593,035	142,531	0,006	0,006	0,013	0,008
BN-05	377354,278	1074041,607	120,343	0,005	0,006	0,014	0,008
BN-06	377386,381	1074114,635	118,543	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-07	378128,071	1074547,511	108,679	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-08	378183,529	1074548,165	101,156	0,005	0,006	0,014	0,008
BN-09	378631,503	1073853,137	77,227	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-10	378646,427	1073852,418	76,947	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-11	378956,941	1073211,152	128,752	0,006	0,006	0,014	0,008
BN-12	378989,561	1073131,256	136,000	0,005	0,005	0,012	0,006
BN-13	379228,645	1072512,892	161,447	0,004	0,005	0,011	0,006
BN-14	379259,707	1072495,092	160,758	0,005	0,005	0,011	0,006
BN-15	379650,268	1071757,409	150,117	0,024	0,029	0,093	0,037
BN-16	379670,680	1071707,747	147,916	0,004	0,005	0,012	0,006
BN-17	379568,750	1070816,324	160,350	0,004	0,005	0,012	0,006
BN-18	379551,849	1070772,446	159,402	0,005	0,005	0,012	0,006
BN-19	379136,501	1069946,834	151,258	0,005	0,005	0,011	0,006
BN-20	379083,287	1069922,982	156,834	0,005	0,005	0,011	0,006
BN-21	378696,889	1069183,793	162,916	0,005	0,005	0,012	0,006
BN-22	378739,598	1069072,636	167,839	0,005	0,005	0,012	0,006
BN-23	379168,653	1068474,425	188,078	0,005	0,005	0,012	0,007
BN-24	379173,302	1068375,919	193,500	0,005	0,005	0,012	0,006
BN-25	379815,855	1067765,237	219,361	0,005	0,005	0,011	0,006
BN-26	379859,515	1067726,769	219,597	0,004	0,005	0,012	0,006
BN-27	379752,963	1067141,915	192,168	0,004	0,004	0,01	0,005
BN-28	379735,368	1067151,069	192,519	0,006	0,006	0,015	0,008
TANQUE COBANO	379255,530	1072666,868	216,807	BASE	0	0	0

### Modelo Geoidal EGM-08

Nota: Elevaciones Referidas desde el punto vértice del Tanque Cobano con el Modelo Geoidal Egm-08, utilizado por el AyA, En la actualidad es el modelo utilizado en los levantamientos con Gps de Doble frecuencia en C.R en el Sistema CRTM-05, El vértice de Referencia para este levantamiento fue amojonado sobre el Tanque Cobano por la Cuadrilla de Topografía de AyA, del cual se obtuvieron las coordenadas planimétricas y altimétricas para este levantamiento.

## • Topografía Especial para Estructuras de Puentes

Al mismo tiempo del levantamiento de la red de principal de calles públicas en el trayecto propuesto se dejaron dos puntos de control topográfico de la mismas exactitudes ce bancos de nivel para el efecto que un esquiopo de Estación total levantara los pormenores y los

• TEL/FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216 • Apartado Postal 1415-7050

Correo Electrónico: williamloboingenieros@gmail.com



**William Lobo Ingenieros**  
Rvaluos Topografía Peritajes



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

detalles de Puentes y estructura de estos sitios. Estos puntos de control topográfico se ubicaron en orillas de la zona de protección de Río para el caso del Río Las Delicias y sobre la Losa en el caso de Río Cobano. Ver detalles en imagines siguientes.

## Río Cobano



- Losa y estructura sencilla con alcantarillas mixtas entre concreto y Pvc corrugado



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: [williamloboingenieros@gmail.com](mailto:williamloboingenieros@gmail.com)

## Río Las Delicias



- Estructura de puente con bastiones y un pilar, el material es de concreto la sección fue realizada aguas abajo







**William Lobo ingenieros**  
Avalúos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

➤ Documentación fotográfica de los BM`s

*1. Banco de nivel iniciales, CAMPO DE POZOS ARIO BN-°01, EN POTRERO*



*2. Banco de nivel iniciales, CAMPO DE POZOS ARIO BN-°02, EN POTRERO*





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

*3. Banco de nivel, en camino BN-03, a la par de poste y a 1m de la cerca de LP*



*4. Banco de nivel, en camino BN-04, a 0.45m de poste de cerca y a 9.95m de L.P*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

5. *Banco de nivel, en camino BN-05, en cruce de caminos de ario y Santa fe, 0.3.4m de cerca y a 4.75 de poste de esquina.*



6. *Banco de nivel, en camino BN-06, a 83.45m del cruce de caminos de ario y Santa fe, a la par del poste de concreto y a 1m de cerca*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

7. *Banco de nivel, en camino BN-07, a la par de poste de concreto y a 0.54m de la cerca de LP.*



8. *Banco de nivel, en camino BN-08, a 9.95m de entrada de Finca y a 0.60m de cerca de LP.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

9. *Banco de nivel, en camino BN-09, en chorrea de concreto sobre el puente del Rio Cobano, en sentido de avance del trayecto Ario -Tanque cobano, está sobre la alcantarilla N°1, lado izquierdo en sentido de avance.*



10. *Banco de nivel, en camino BN-10, en chorrea de concreto sobre el puente del Rio Cobano, en sentido de avance del trayecto Ario -Tanque cobano, está sobre la alcantarilla N°7 corrugada, lado izquierdo en sentido de avance.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

11. *Banco de nivel, en camino que lleva desde Ario a Cobano, BN-11, a 10.80 P.I de poste de cerca y a 0.50m de cerca existente de LP.*



12. *Banco de nivel, en camino BN-12, a la par del poste de concreto y a 0.24m de la cerca existente de LP.*





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

13. *Banco de nivel, en entrada al tanque Cobano, sobre alcantarilla BN-13, a 3.18m del poste de madera de entrada y a 0.23m del cabezal de la alcantarilla.*



14. *Banco de nivel, a la par del poste de concreto sobre camino, BN-14, a 0.43m de cerca de LP*





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

15. *Banco de nivel, en camino BN-15, a 3.35m al palo de poro, que sostiene el portillo y a 3.41m de la esquina de la casetilla de Bombeo del AyA.*



16. *Banco de nivel, en gradas de tanque de Re-Bombeo BN-16. Materializado en con Pin de carrocería.*



17. *Banco de nivel, en intersección de caminos de a cobano - delicias - Monte zuma BN-17, en esquina del cementerio de Cobano a 0.20m de muro de LP*







**William Lobo ingenieros**  
Avalúos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com



18. *Banco de nivel, en camino hacia las delicias BN-18, al final de tapia del cementerio de Cobano a 0.32m del muro de LP.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avalúos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

19. *Banco de nivel, en camino a delicias BN-19, a 93.40m del Rio delicias y a 0.65m de cerca de LP.*



20. *Banco de nivel, en camino a delicias BN-20, a 0.60m de cerca de LP.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

21. *Banco de nivel, en camino a las Delicias BN-21, a 69m del vértice de intersección de caminos de Cobano y san isidro y a 0.76m de cerca de LP.*



22. *Banco de nivel, en camino a Las delicias, BN-22, a 7.35m del portillo de finca y a 0.31m de cerca de LP*





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

23. *Banco de nivel, en intersección de caminos que lleva a las delicias –Al Pueblito– Cobano, BN-23, a la par de poste de concreto grueso 9.95m de entrada de Finca y a 0.60m de cerca de LP*



24. *Banco de nivel, en camino que lleva a Las Delicias BN-24, a 0.65m de poste de concreto y a 0.56m de cerca de LP.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

25. *Banco de nivel, en camino que lleva a Las Delicias BN-25, a 1.93m de poste de concreto y a 0.36m de cerca de LP.*



26. *Banco de nivel, en camino que lleva a Las Delicias BN-26, al pie del poste de madera y a 0.23m de cerca de LP.*





**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

*27. Banco de nivel, dentro del terreno de Pozo de Las Delicias BN-27, a la par de la malla de Ciclón que es lindero del terreno con la Iglesia Cristiana a 6.98 del vértice frente a calle Publica de cerca de LP.*



*28. Banco de nivel, dentro del terreno de Pozo de Las Delicias BN-28, a la par de la malla de Ciclón que es lindero del terreno con la Iglesia Cristiana l vértice frente a calle Publica de cerca de LP.*





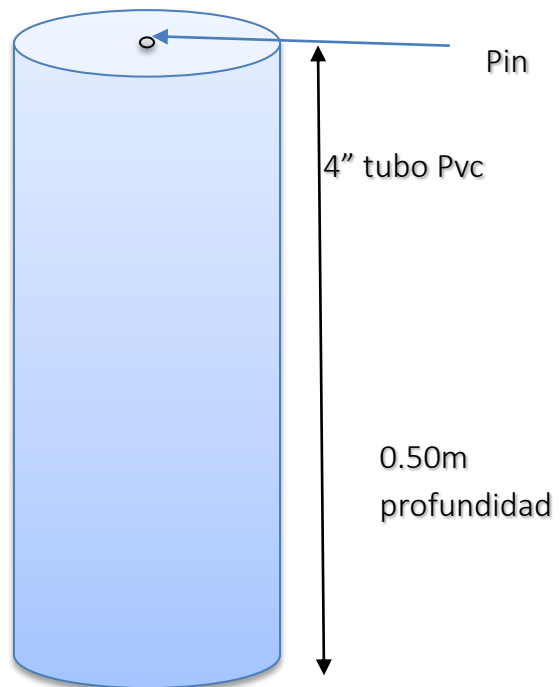
**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

NOTA: Todo los BM's marcados llevan Pines de Carrocería de 3", estos monumentos están hechos con tubo de Pvc en 4" el cual es relleno de concreto, dicho Mojón es enterrado a unos 0.50m de Profundidad.



Pin de carrocería con punto centro





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: [williamloboingenieros@gmail.com](mailto:williamloboingenieros@gmail.com)

- EQUIPO UTILIZADO PARA CONTROL TOPOGRÁFICO, DENSIFICACIÓN DE COORDENADAS, EN LA MEDICIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LOS BANCOS DE NIVEL Y PUNTOS DE CONTROL PARA EL LEVANTAMIENTO DE PUENTES.



• TEL/FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216 • Apartado Postal 1415-7050  
Correo Electrónico: [williamloboingenieros@gmail.com](mailto:williamloboingenieros@gmail.com)



**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

Table 8. General Receiver Specifications

Positional Accuracy <sup>e</sup>	
Static/Fast Static	L1 only: H: 3mm + 0.8ppm (x D); V: 5mm + 1.0ppm (x D) L1+L2: H: 3mm + 0.5ppm (x D) V: 5mm + 0.5ppm (x D)
Kinematic, RTK	L1+L2: H: 10mm + 1.0ppm (x D) V: 15mm + 1.0ppm (x D)
DGPS	User Base: H: 0.4m V: 0.6m SBAS: H: 1.0m V: 1.5m
Autonomous accuracy	H: 1.5m RMS V: 2.0m RMS

Specifications





**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

➤ EQUIPO UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA RED DE CAMINOS

**TOPCON**

## GPT-7500/GTS-750 Series

Advanced Standard and Non-prism Total Stations

**Topcon does it again – an even smaller, lighter, faster, survey solution to handle your biggest jobs**

- WORLD'S LONGEST RANGE REFLECTORLESS EDM (2000M) (GPT-7500)
- BACKLIT KEYPAD AND DISPLAY
- USB TYPE A AND USB MINI SLOTS
- INCREASED BATTERY CAPACITY (5000MAH)
- ADVANCED WINCE PROCESSOR ON-BOARD
- NEW SMALLER, LIGHTER DESIGN

Models listed: GTS7500, GTS7501, GTS7502, GTS7503, GTS7504, GTS7505, GTS7506, GTS7507

• TEL/FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216 • Apartado Postal 1415-7050  
Correo Electrónico: williamloboingenieros@gmail.com



**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757

Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A

Fax: (506) 2591-0406

Móvil: (506) 8865-5216

Apartado Postal: 1415-7050

E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

## Specifications

LASER	GTS-751	GTS-753	GTS-755	GPT-7501	GPT-7503	GPT-7505
<b>ANGLE MEASUREMENT</b>						
Accuracy**	1"	3"	5"	1"	3"	5"
Method		Absolute Reading			Absolute Reading	
Min. Reading	0.5"/1"	1" / 5"	1" / 5"	0.5"/1"	1" / 5"	1" / 5"
Compensation		Dual Axis			Dual Axis	
Compensating Range		±6'			±6'	
<b>TELESCOPE</b>						
Magnification(x)		30x			30x	
Min. Focus Distance		1.3m			1.3m	
<b>PRISM MODE DISTANT MEASUREMENT</b>						
1 prism	3,000m	3,000m	2000m		3,000m	
3 prism	4,000m	4,000m	2700m		4,000m	
9 prism	5,000m	5,000m	3400m		5,000m	
Mini prism	1,000m	1,000m	900m		1,000m	
Accuracy	±(2mm+2ppmxD*) m.s.e.			±(2mm+2ppmxD*) m.s.e.		
<b>NON-PRISM MODE DISTANCE MEASUREMENT (GPT-7500 Series Only)</b>						
				<b>NORMAL MODE</b>	<b>LONG MODE</b>	
Range (Kodak White)				1.5m - 250m	5.0m - 2000m	
Accuracy						
Fine				±(5mm)	±(10mm+10ppmxD*)	
Coarse				±(10mm)	±(20mm+10ppmxD*)	
Tracking				±(10mm)	±(100mm)	
<b>COMPUTER UNIT</b>						
On-Board Processor	Microsoft Windows® CE.NET 4.2 PXA255 400MHz			Microsoft Windows® CE.NET 4.2 PXA255 400MHz		
Memory						
RAM	64M byte			64M byte		
ROM	2Mb(Flash ROM) + 128Mb(SD Card) (A portion is used for pre-installed programs and data management functions)			2Mb(Flash ROM) + 128Mb(SD Card) (A portion is used for pre-installed programs and data management functions)		
Displays	Dual	Dual	Single	Dual	Dual	Single
Screen	320 x 240(QVGA) Color LCD TFT			320 x 240(QVGA) Color LCD TFT		
<b>INTERFACE</b>						
Card System	CompactFlash Card (Type I/II)			CompactFlash Card (Type I/II)		
Serial I/F Port	RS-232C (6 pin) (2) USB Mini-B and Type A			RS-232C (6 pin) (2) USB Mini-B and Type A		
<b>PHYSICAL SPECIFICATION</b>						
Weight						
Instrument (with battery)		5.9kg			6.6kg	
Carrying case		4.5kg			4.5kg	
Environmental	IP54(Based on the standard IEC60529)			IP54(Based on the standard IEC60529)		
Operating Temp.	-20°C to +50°C (-4°F to +122°F)			-20°C to +50°C (-4°F to +122°F)		
Battery Power						
Include distance measurement		10h			6h	
Angle measurement only		12h			12h	
Recharging		5h			5h	

• TEL/FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216 • Apartado Postal 1415-7050

Correo Electrónico: williamloboingenieros@gmail.com



**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

## ➤ COMENTARIOS FINALES:

En fin el proyecto de levantamiento topográfico fue georreferenciado amarrado a coordenadas nacionales bajo el cual se sustenta el sistema cartográfico oficial de Costa Rica CRTM-05 el cual está referido a un vértice de la red ajustada y establecida por el AyA el cual supone que cumple con las condiciones en altimetría y planimetría, no obstante los datos del ajuste de la red establecida por el AyA se desconoce sus exactitudes y se parte que el vértice de referencia del tanque Cobano está libre de Error, o con error mínimo derivado de un ajuste previo, el cual queda dentro de los parámetros de precisión deseada. En el mismo orden de ideas este vértice o punto de referencia Ubicado en el tanque Cobano forma parte del Datum local para el levantamiento del proyecto que comprende desde el Campo de *Pozos Ario-Tanque Cobano -Pozo Las Delicias* esto es 13.3km de levantamiento Topográfico, el cual se evaluó, todos los detalles existentes a lo largo y ancho de las vías del trazado preliminar, no obstante las alturas de los puntos radiados y bancos de nivel establecidos corresponden a modelos matemáticos geoidales, en este caso al modelo del geoide EGM-08 que utilizan las cuadrillas del AyA para las densificaciones de red Altimétricas en sus proyectos. Aunado a esto en los 13.3km se pormenorizó los detalles de paso de alcantarillas pluviales, estructuras de Puentes, cajas de Registro, poste de electricidad, cruces de acequias, en fin todo detalle existente y visible cabe resaltar además que se realizó las curvas de nivel respectivas en cada campo de Pozos tanto en Pozos Ario como en Pozo las Delicias, estructuras del Rio Cobano y Rio Las Delicias todo bajo un mismo sistema CRTM-05 y alturas referenciadas bajo el mismo sistema.



**William Lobo ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

**Ing. William Lobo Vásquez**  
Ingeniero Topógrafo Código. IT-11757  
Para WILLIAM LOBO INGENIEROS S. A  
Fax: (506) 2591-0406  
Móvil: (506) 8865-5216  
Apartado Postal: 1415-7050  
E-MAIL: williamloboingenieros@gmail.com

EN ESPERA DE HABER CUMPLIDO CON LO SOLICITADO SE DESPIDE ATT.

**Ing. William Lobo Vásquez**

Ingeniero Topógrafo Cód. It-11757

• FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216•

Apartado Postal 1415-7050

• TEL/FAX (506) 2591-0406 • MÓVIL: (506) 8865-5216 • Apartado Postal 1415-7050  
Correo Electrónico: williamloboingenieros@gmail.com



**William Lobo Ingenieros**  
Avaluos Topografía Peritajes

## **ANEXO 3: Cálculos Hidráulicos**

## 1 Cálculo del aforo

### 1.1 Campo de pozos San Ramón de Ario

Diámetro	0,15	m
g	9,81	m/seg
h	0,55	m
Vt	3,28	m/seg
$x = V_t * t$		
$y = 1/2 * g * t^2$		
sustituyendo t de la ecu 1 en ecu 2		
$y = 1/2 * g * \frac{x^2}{V_t^2}$		
$V_t^2 = \frac{x^2}{y} \times \frac{g}{2}$		
$V_t = 2.21 \frac{x}{\sqrt{y}}$		
$Q = AV$		
$Q = 2.21A \frac{x}{\sqrt{y}}$		
Q	0,021	m3/seg
A	0,01	m2
y=h		
x	0,70	m

*Fuente: Elaboración propia*

## 1.2 Campo de pozos Las Delicias

Diámetro	0,1	m
g	9,81	m/seg
h	0,5	m
Vt	3,13	m/seg
$x = V_t * t$		
$y = 1/2 * g * t^2$		
sustituyendo t de la ecu 1 en ecu 2		
$y = 1/2 * g * \frac{x^2}{V_t^2}$		
$V_t^2 = \frac{x^2}{y} \times \frac{g}{2}$		
$V_t = 2.21 \frac{x}{\sqrt{y}}$		
$Q = AV$		
$Q = 2.21A \frac{x}{\sqrt{y}}$		
Q	0,023	m3/seg
A	0,01	m2
y=h		
x	0,92	m

***Fuente: Elaboración propia***



### 1.3 Cálculo de rebose en tanque de Cóbano

Rebose		
Q	0.022	m <sup>3</sup> /seg
H	0.15	m
m	0.4	
v	2	m/seg
φ	0.20	m
Q	0.065	ok
Entrada y Salida		
φ	0.12	m
V	2.00	m/seg
H	0.20	m
H	0.20	m

### 1.4 Cálculo de limpieza en tanque de Cóbano

Limpieza		
Hipótesis		
Se vaca un metro de agua de altura del tanque		
En 2 Horas		
Área	2.25	m
Altura	1	m
Vol Agua	3.976078202	
m	0.4	
Vel	1.77	
Tiempo	7200	seg
D	0.02	m

### 1.5 Tabulación de Cóbano

Las redes de distribución se presentan de forma digital con el programa watercad

## **ANEXO 4: Memoria Estructural**

Ing.Miguel Cruz Azofeifa  
IC-2266

---

## **1 Memoria de Cálculo Estructural**

A continuación se muestra las memorias de cálculo Estructural para el Proyecto de Mejoras del Sistema de Agua Potable de Cobano.

### **1.1 Memoria de cálculo sujeción de pozo**

---



PROYECTO: C6barro

Diseño:

Revis6:

FECHA: 08/07/14

Contenido: Detalle de sujeci6n de pozo

HOJA: 6

Suponiendo una tubería de  $\phi = 250 \text{ mm}$  y 250 mca

$$F_{\text{ca}} = 12266 \text{ kg}$$

$$F_u = 1,4 \cdot 12266 \text{ kg} = 17200 \text{ kg}$$

Peso del pedestal:

$$0,80 \text{ m} \cdot 0,70 \text{ m} \cdot 0,80 \text{ m} + 0,50 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m} = 0,23 \text{ m}^3$$
$$2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,23 \text{ m}^3 = 550 \text{ kg} \rightarrow 550 \text{ kg} \cdot 1,4 = 770 \text{ kg}$$

$$F_u = 17200 \text{ kg} - 770 \text{ kg} = 16430 \text{ kg}$$

Capacidad del suelo:

$$550 \text{ kg} / (0,8 \text{ m})^2 = 859 \text{ kg} < 1000 \text{ kg} \rightarrow \text{Cumple}$$

Se propone encamisar la tubería para resistir la fuerza vertical por medio de fricci6n, con un suelo no cohesivo

$$Q_f = P_e \cdot (1 - \sin(\phi)) \cdot \tan(\delta) \cdot (L^2/2 \cdot \gamma)$$
$$= 30 \text{ cm} \cdot \pi \cdot (1 - \sin(27,6^\circ)) \cdot \tan(0,5 \cdot 27,6^\circ) \cdot (L^2/2 \cdot 1674 \text{ kg/m}^3)$$
$$= 104 \cdot L^2$$

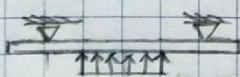
$$\sqrt{\frac{16430}{104}} = L = 12,569 \text{ m}$$

El encamisado debe extenderse 13 m

Pernos:

$$\phi T_n = 0,75 \cdot 0,75 \cdot 8 \cdot 2 \text{ cm}^2 \cdot 2800 \text{ kg/cm}^2 = 25200 \text{ kg} > 17200 \text{ kg}$$

Placa:



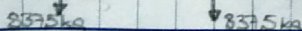
$$q = 16430 \text{ kg} / 490,6 \text{ cm}^2 = 33,5 \text{ kg/cm}^2$$
$$w = 33,5 \text{ kg/cm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 \cdot 1 \text{ cm} \cdot t^2 = 567 \cdot t^2$$

$$\Rightarrow \phi M_n = w l^2 \Rightarrow 567 \cdot t^2 = 33,5 \text{ kg/cm} \cdot \frac{36 \text{ cm}^2}{2} \rightarrow \text{Bidirecci6n}$$

$$\Rightarrow t = 2,19 \text{ cm}$$

$\rightarrow$  Usar  $t = 2,5 \text{ cm}$



## **1.2 Memoria de cálculo: paso sobre el rio Las Delicias**

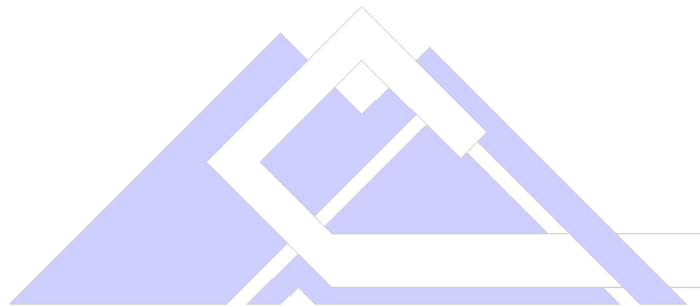
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

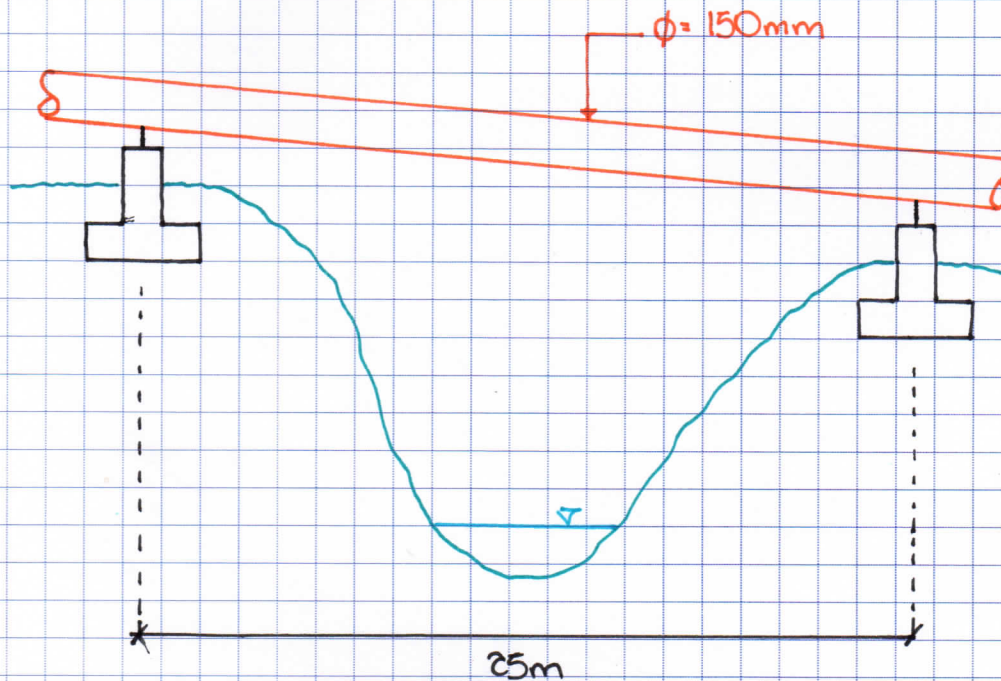
**Paso elevado Río Las Delicias**



M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Julio 2014**

Se requiere diseñar un paso sobre un río, dicho paso presenta una longitud de aproximadamente 25 m.

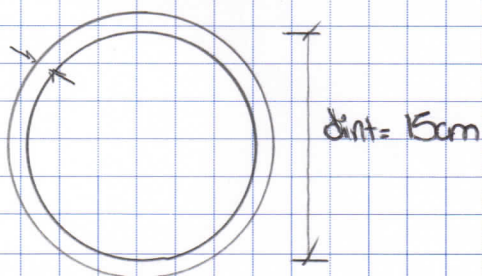


El diametro de la tubería es de  $\phi = 150\text{mm}$

la presión a la que va sometida la tubería no es superior a los 150 mca

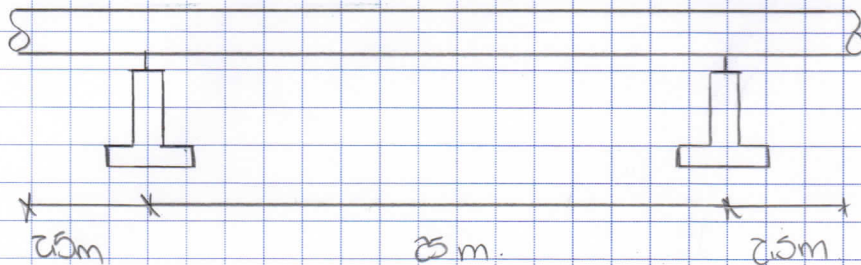
Paso sobre el río:

Sección del tubo



Vamos a suponer un  
t inicial de:

$$t = 0,476\text{cm} \Rightarrow d_{ext} = 15,952$$



$$I_{\text{tubo}} = \frac{\pi \cdot t \cdot d_{\text{med}}^3}{8} = \frac{3.14 \cdot 0.476 \text{ cm} \cdot (15.476 \text{ cm})^3}{8} = 692.51 \text{ cm}^4$$

la tubería lleva agua a una presión no mayor a 150 mca es decir = 15 Ton.

$$\text{Presión} = 150 \text{ mca} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 150\,000 \text{ kg/m}^2 = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{la tubería es grado B} \approx \text{A53} \rightarrow f_y = 2450 \text{ kg/cm}^2$$

Se consideraran dos casos para los estados de esfuerzos en el tubo, uno al centro del tubo en donde tenemos  $M = \frac{w \cdot l^2}{8}$  y  $V = 0$ ; y el otro caso en el

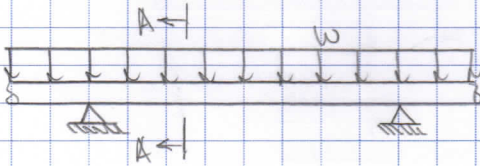
extremo del tubo donde tenemos  $M = \frac{w \cdot l^2}{12}$  y  $V = \frac{w \cdot l}{2}$  en

donde el valor de  $M$  sería producto de la restricción ofrecida por parte del apoyo del tubo y de la continuidad del mismo.

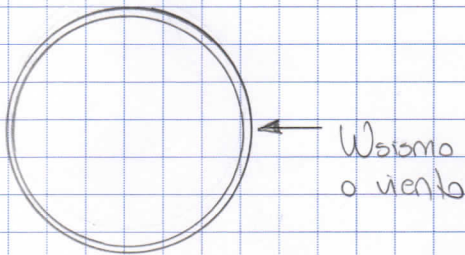


Contenido:

Cargas sobre la tubería:



$W_{\text{peso agua}}$   
 $W_{\text{peso tubo}}$



Seccion A-A

Calculo de las demandas para cada tipo de carga.

1- Peso del tubo

$$W_{\text{tubo}} = 2 \cdot \pi \cdot r_{\text{med}} \cdot t \cdot \rho_{\text{acero}}$$

$$W_{\text{tubo}} = 2 \cdot \pi \cdot 0,0774 \text{ m} \cdot 0,00476 \text{ m} \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 = \underline{18,17 \text{ kg/m}}$$

2- Peso del agua

$$W_{\text{agua}} = \pi \cdot (r_{\text{int}})^2 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{\text{agua}} = \pi \cdot (0,075 \text{ m})^2 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = \underline{17,67 \text{ kg/m}}$$

$$W_{\text{total}} = 18,17 \text{ kg/m} + 17,67 \text{ kg/m}$$

$$\underline{W_{\text{total}} = 35,84 \text{ kg/m}}$$

### 3- Fuerza de sismo

Era sísmica : IV

Tipo de suelo : S<sub>3</sub>

A<sub>et</sub> = 0,44

Factor de importancia : 1

Sobre Resistencia : 2

$$C_{sismo} = \frac{A_{et} \cdot F_{ED} \cdot I}{S_{R2}} = \frac{0,44 \cdot 25 \cdot 1}{2} = 0,55$$

W<sub>sismo</sub> = masa · C<sub>sismo</sub>

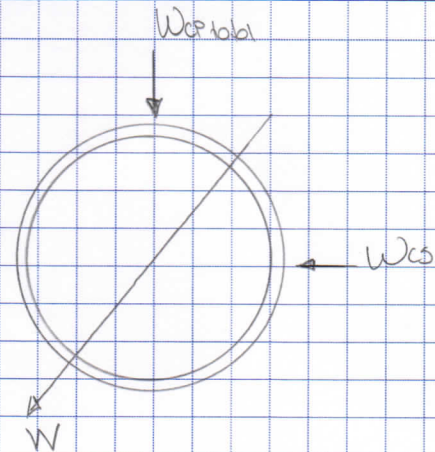
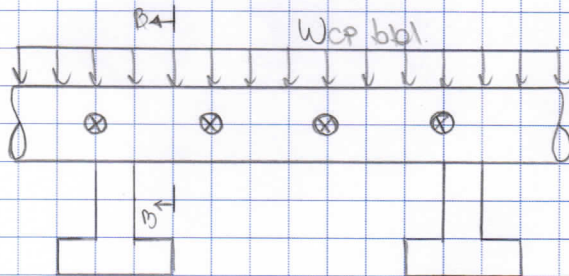
$$W_{sismo} = 35,84 \text{ kg/m} \cdot 0,55 = 19,71 \text{ kg/m}$$

$$\underline{W_{sismo} = 19,71 \text{ kg/m}}$$

### 4- Fuerza de viento

En este caso la fuerza del viento actuaría a nivel del piso por lo que no regiría con respecto a la fuerza del sismo

Entonces tenemos:



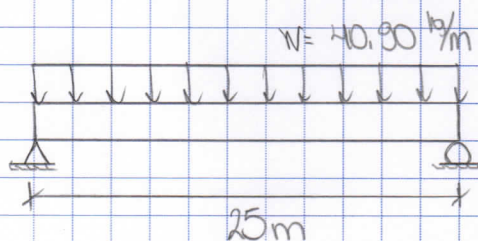
$$W_{cp \text{ total}} = 35,84 \text{ kg/m.}$$

$$W_{cs} = 19,71 \text{ kg/m.}$$

$$W_{total} = \sqrt{(35,84)^2 + (19,71)^2}$$

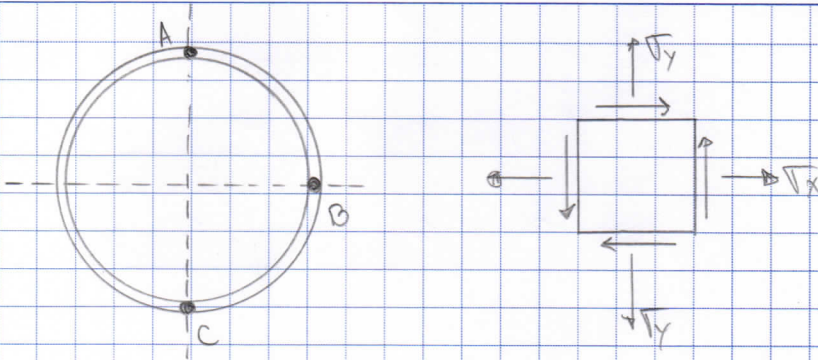
$$\underline{W_{total} = 40,90 \text{ kg/m}}$$

Caso 1:



$$M_w \text{ al centro} = \frac{(40,90 \text{ kg/m})(25\text{m})^2}{8} = 3195,31 \text{ kg-m}$$

$V_w \text{ al centro} = 0 \text{ kg}$  porque se esta realizando el centro del tubo.



En A:

$$\sigma_x = \frac{-M \cdot c}{I} + \frac{P \cdot r_i}{2t}$$

$$= \frac{-(3195,31 \text{ kg-m})(100)(15,95 \text{ cm}/2)}{692,51 \text{ cm}^4} + \frac{(15 \text{ kg/cm}^2)(15 \text{ cm}/2)}{2(0,476 \text{ cm})} = -3562,03 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{P \cdot r_i}{t}$$

$$= \frac{(15 \text{ kg/cm}^2)(15 \text{ cm}/2)}{0,476 \text{ cm}} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{xy} = \frac{V \cdot Q}{I t}; \text{ como } V = 0 \Rightarrow \tau = 0 \Rightarrow \text{ los esfuerzos obtenidos son principales.}$$

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right]^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$= \frac{-3562,03 + 236,35}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{(-3562,03 - 236,35)}{2}\right]^2 + (0)^2}$$

$$\sigma_{\max} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = -3562,03 \text{ kg/cm}^2$$

En B:

$$\bar{\sigma}_x = \frac{(-3562,03 \text{ kg/cm}^2) \cdot (100) \cdot (0,0 \text{ cm})}{692,51 \text{ cm}^4} + \frac{(15 \text{ kg/cm}^2) (15 \text{ cm/z})}{2 \cdot (0,476 \text{ cm})} = 118,17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_y = \frac{(15 \text{ kg/cm}^2) (15 \text{ cm/z})}{0,476 \text{ cm}} = 236,34 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{\bar{\sigma}_{\max(\sigma)}}{\bar{\sigma}_{\min(\sigma)}} = \frac{(118,17 + 236,34)}{2} \pm \sqrt{\left[ \frac{(118,17 - 236,34)}{2} \right]^2 + (0)^2}$$

$$\bar{\sigma}_{\max} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{\min} = 118,17 \text{ kg/cm}^2$$

El estado de esfuerzos que se produce en el punto A es el mismo que se produce en el punto C. Como criterio de aceptación del estado de esfuerzos en cada punto tenemos:

$$\left( \frac{\bar{\sigma}_1}{\bar{\sigma}_y} \right)^2 - \left( \frac{\bar{\sigma}_1 \cdot \bar{\sigma}_2}{\bar{\sigma}_y^2} \right) + \left( \frac{\bar{\sigma}_2}{\bar{\sigma}_y} \right)^2 \leq 1 \Rightarrow \text{utilizando } \leq 0,65$$

$F_3 = 1,5$

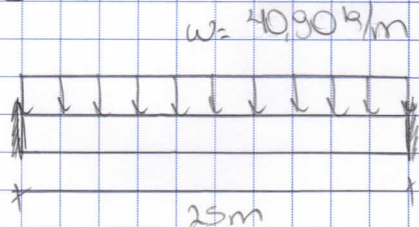
Esfuerzos en A y C:

$$\left( \frac{236,35}{2450} \right)^2 - \left( \frac{236,35 \cdot (-3562,03)}{2450^2} \right) + \left( \frac{-3562,03}{2450} \right)^2 = 2,26 > 0,65 \Rightarrow \text{No cumple}$$

En B:

$$\left( \frac{236,35}{2450} \right)^2 - \left( \frac{236,35 \cdot 118,17}{2450^2} \right) + \left( \frac{118,17}{2450} \right)^2 = 0,01 < 0,65 \Rightarrow \text{Si cumple}$$

Caso 2:



En los extremos tendremos:

$$M = \frac{(40,90 \text{ kg/m})(25\text{m})^2}{2} = 2130,21 \text{ kg-m}$$

$$V = \frac{(40,90 \text{ kg/m})(25\text{m})}{2} = 511,25 \text{ kg}$$

En A: (este estado de esfuerzos es el mismo en C tambien).

$$\sigma_x = \frac{(2130,21 \text{ kg-m})(100)(15,35\text{cm}/2)}{682,51 \text{ cm}^4} + \frac{(15 \text{ kg/cm}^2)(15\text{cm}/2)}{2 \cdot 0,476 \text{ cm}} = 2571,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{(15 \text{ kg/cm}^2) \cdot (15\text{cm}/2)}{0,476 \text{ cm}} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{xy} = \frac{V \cdot Q}{I \cdot t}; \text{ en este caso } Q = A \cdot \bar{y} \text{ en donde } A \text{ es } 0,0 \text{ cm}^2$$

por lo que  $\tau_{xy} = 0,0 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\sigma_{\max(\min)} = \frac{(2571,65 + 236,35)}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{(2571,65 - 236,35)}{2}\right]^2 + (0)^2}$$

$$\sigma_{\max} = 2571,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

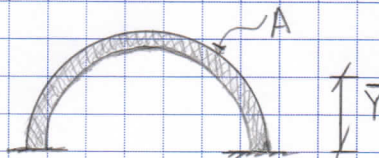
En B

$$\bar{V}_x = \frac{(2130,21 \text{ kg/m}) \cdot (100) \cdot (0,00 \text{ m})}{692,51 \text{ cm}} + \frac{(15 \text{ kg/cm}^2) (15 \text{ cm}/2)}{2 \cdot 0,476} = 118,17 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{V}_y = \frac{(15 \text{ kg/cm}^2) (15 \text{ cm}/2)}{0,476 \text{ cm}} = 236,35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{V}_{xy} = \frac{(511,25 \text{ kg}) \cdot Q}{(692,51 \text{ cm}^2) \cdot (2 \cdot 0,476 \text{ cm})} = Q \cdot 0,775$$

$$Q = A \cdot \bar{y}$$



$$A = \frac{2\pi R_{\text{med}} \cdot t}{2} = \frac{2\pi (15,476 \text{ cm}/2) \cdot 0,476 \text{ cm}}{2} = 11,57 \text{ cm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{2}{3\pi} \cdot \frac{d_{\text{ext}}^2 + d_{\text{ext}} \cdot d_{\text{int}} + d_{\text{int}}^2}{d_{\text{ext}} + d_{\text{int}}} = \frac{2}{3\pi} \frac{[(15,952)^2 + (15,952 \times 15) + (15)^2]}{(15,952 + 15)} = 4,928 \text{ cm}$$

$$\bar{V}_{xy} = 0,775 \cdot 11,57 \text{ cm}^2 \cdot 4,928 \text{ cm} = 44,19 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{V}_{\text{max/min}} = \frac{(118,17 \text{ kg/cm}^2 + 236,35 \text{ kg/cm}^2)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{118,17 - 236,35}{2}\right)^2 + (44,19)^2}$$

$$\bar{V}_{\text{max}} = 251,04 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{V}_{\text{min}} = 103,48 \text{ kg/cm}^2$$

Criterio de aceptación:

En A:

$$\left(\frac{2571,65}{2450,0}\right)^2 - \left(\frac{2571,65 \cdot 236,35}{2450^2}\right) + \left(\frac{236,35}{2450}\right)^2 = 1,01 > 0,65 \Rightarrow \text{No cumple}$$

## Tuberías a presión (Paso sobre Río)

### Propiedades de materiales

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{acero}} &= 7850 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{agua}} &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ f_{y \text{ acero}} &= 2450 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

### Propiedades de la sección

$$\begin{aligned} \text{Diametro int} &= 15 \text{ cm} \\ \text{espesor} &= 0.476 \text{ cm} \\ \text{Diametro ext} &= 15.952 \\ \text{Diametro med} &= 15.476 \\ \text{Inercia tubo} &= 692.86 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

### Calculo de la fuerza permanente sobre tubería

$$\begin{aligned} W_{\text{tubo}} &= 18.17 \text{ kg/m} \\ W_{\text{agua}} &= 17.67 \text{ kg/m} \\ W_{\text{CP Total}} &= 35.84 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### Calculo de la fuerza de sismo

Zona Sismica: Zona IV  
Tipo de Suelo: S3

$$\begin{aligned} a_{ef} &= 0.44 \\ F.I. &= 1 \\ S.R. &= 2 \\ FED &= 2.5 \end{aligned}$$

$$C_{\text{sismico}} = 0.55$$

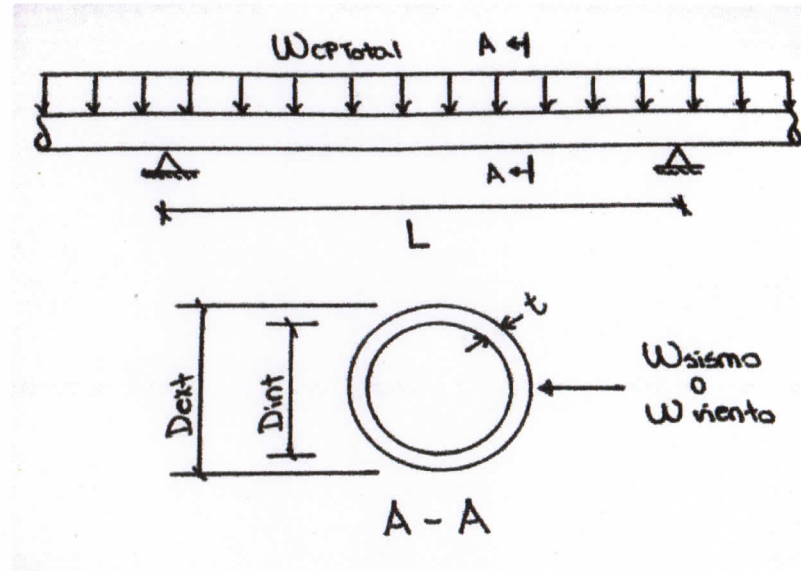
$$W_{CS} = 19.71 \text{ kg/m}$$

### Dimensiones de paso

$$L = 25 \text{ m}$$

### Presion de diseño

$$\begin{aligned} P &= 150 \text{ mca} \\ P &= 15 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



### Calculo de la fuerza de viento

Tipo de lugar: Campo abierto

$$\begin{aligned} \text{Altura} &= 0 \text{ m} \\ q_{\text{basica}} &= 67.92 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Efecto Venturi: No

$$q_{\text{basica}} = 67.922 \text{ kg/m}^2$$

Grupo estructura: B

Coficiente = 1

$$\begin{aligned} q_{\text{presion}} &= 54.34 \text{ kg/m}^2 \\ q_{\text{succion}} &= 27.17 \text{ kg/m}^2 \\ q_{\text{viento}} &= 81.51 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

### Rige Sismo

$$W_{CW} = 13.00 \text{ kg/m}$$

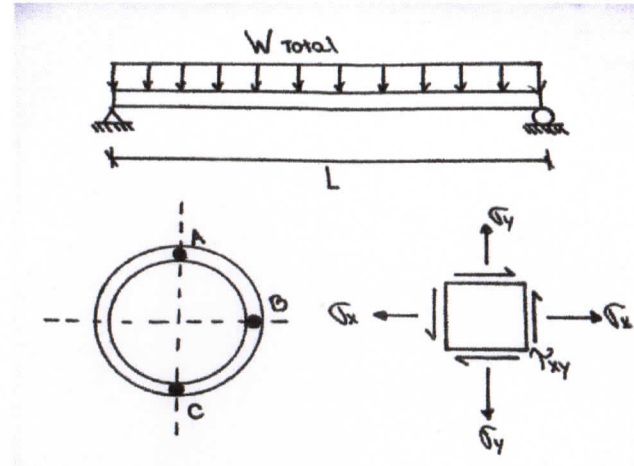


**Caso 1:**

$W_{total} = 40.90 \text{ kg/m}$

$M_{wtotal} = 3195.43 \text{ kg-m}$

$V_{wtotal} = 0.00$



**Estado de esfuerzos en A**

$\sigma_x = -3560.33 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$\tau_{xy} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = -3560.33 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 2.26$$

**NO CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en B**

$\sigma_x = 118.17 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 118.17 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.01$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en C**

$\sigma_x = 3796.68 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 3796.68 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 236.34 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 2.26$$

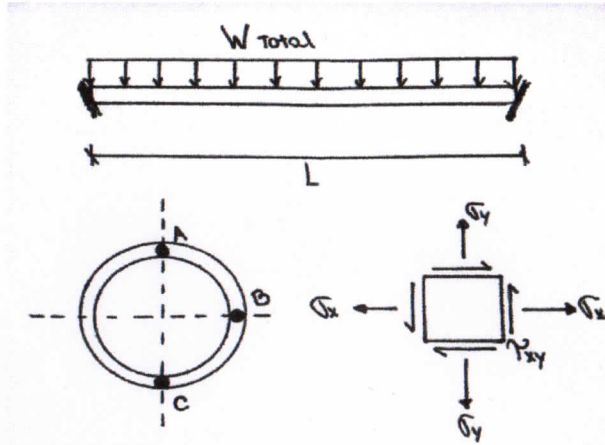
**NO CUMPLE**

Caso 2:

$$W_{\text{total}} = 40.90 \text{ kg/m}$$

$$M_{w\text{total}} = 2130.29 \text{ kg-m}$$

$$V_{w\text{total}} = 511.27 \text{ kg}$$



Estado de esfuerzos en A

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 2570.51 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_y &= 236.34 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau_{xy} &= 0.00 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max}} &= 2570.51 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{min}} &= 236.34 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 1.01$$

NO CUMPLE

Estado de esfuerzos en B

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 118.17 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_y &= 236.34 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau &= 44.1978 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max}} &= 251.05 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{min}} &= 103.47 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.01$$

CUMPLE

Estado de esfuerzos en C

$$\begin{aligned} \sigma_x &= -2334.16 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_y &= 236.34 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau &= 0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max}} &= 236.34 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{\text{min}} &= -2334.16 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 1.01$$

NO CUMPLE

# Tuberías a presión (Paso sobre Río Las Delicias)

## Propiedades de materiales

$\gamma_{acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_{agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $f_y \text{ acero} = 2450 \text{ kg/m}^2$

## Propiedades de la sección

Diametro int = 15 cm  
 espesor = 0.953 cm  
 Diametro ext = 16.905  
 Diametro med = 15.953  
 Inercia tubo = 1518.49 cm<sup>4</sup>

## Calculo de la fuerza permanente sobre tubería

$W_{tubo} = 37.47 \text{ kg/m}$   
 $W_{agua} = 17.67 \text{ kg/m}$   
 $W_{CP \text{ Total}} = 55.14 \text{ kg/m}$

## Calculo de la fuerza de sismo

Zona Sismica: Zona IV  
 Tipo de Suelo: S3

$a_{ef} = 0.44$   
 F.I. = 1  
 S.R. = 2  
 FED = 2.5

$C_{sismico} = 0.55$

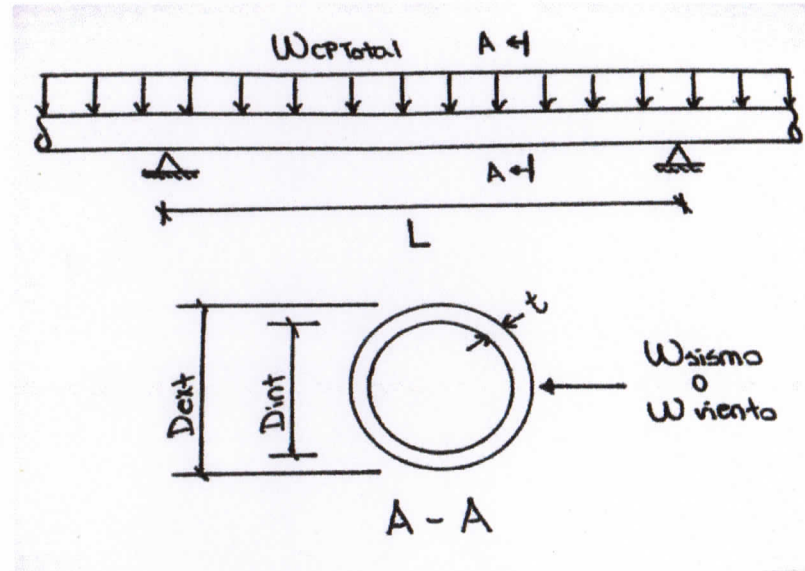
$W_{CS} = 30.33 \text{ kg/m}$

## Dimensiones de paso

$L = 21 \text{ m}$

## Presion de diseño

$P = 150 \text{ mca}$   
 $P = 15 \text{ kg/cm}^2$



## Calculo de la fuerza de viento

Tipo de lugar: Campo abierto

Altura = 0 m  
 $q_{basica} = 67.92 \text{ kg/m}^2$

Efecto Venturi: No

$q_{basica} = 67.922 \text{ kg/m}^2$

Grupo estructura: B

Coficiente = 1

$q_{presion} = 54.34 \text{ kg/m}^2$

$q_{succion} = 27.17 \text{ kg/m}^2$

$q_{viento} = 81.51 \text{ kg/m}^2$

$W_{CW} = 13.78 \text{ kg/m}$

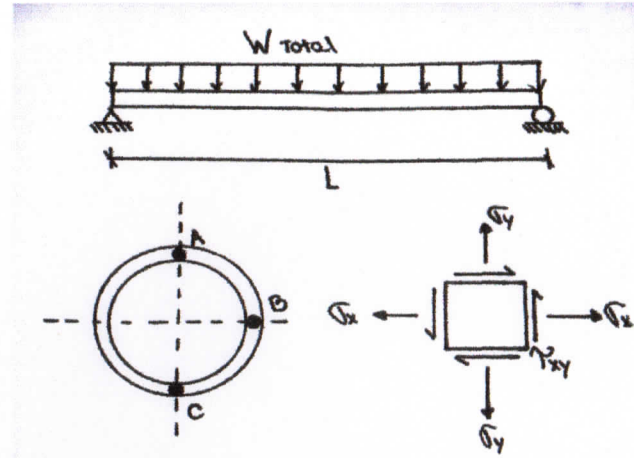
Rige Sismo

**Caso 1:**

$W_{total} = 62.93 \text{ kg/m}$

$M_{wtotal} = 3469.25 \text{ kg-m}$

$V_{wtotal} = 0.00 \text{ kg}$



**Estado de esfuerzos en A**

$\sigma_x = -1872.07 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau_{xy} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = -1872.07 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.62$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en B**

$\sigma_x = 59.06 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 59.06 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.00$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en C**

$\sigma_x = 1990.18 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 1990.18 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.62$$

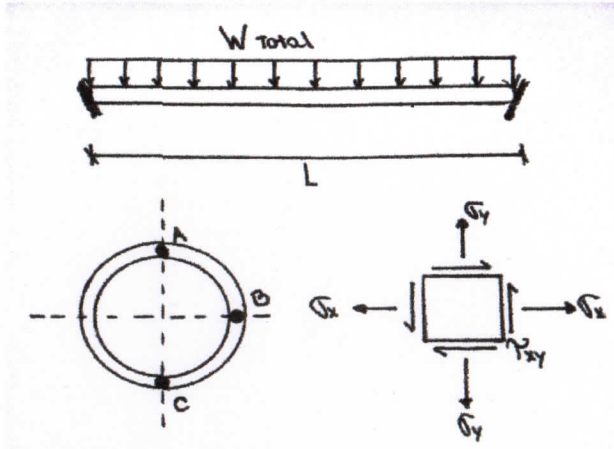
**CUMPLE**

**Caso 2:**

$W_{total} = 62.93 \text{ kg/m}$

$M_{wtotal} = 2312.83 \text{ kg-m}$

$V_{wtotal} = 660.81 \text{ kg}$



**Estado de esfuerzos en A**

$\sigma_x = 1346.47 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau_{xy} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 1346.47 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.28$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en B**

$\sigma_x = 59.06 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 27.7191 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 129.08 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = 48.08 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.00$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en C**

$\sigma_x = -1228.36 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_y = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\tau = 0 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 118.11 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{min} = -1228.36 \text{ kg/cm}^2$

$$\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_y}\right)^2 - \frac{\sigma_1\sigma_2}{\sigma_y^2} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_y}\right)^2 = 0.28$$

**CUMPLE**

Revisión del tubo por capacidad

$$W_{c+ada} = 55,14 \text{ kg/m}$$

$$W_{cs} = 30,33 \text{ kg/m}$$

} Espesor del tubo  $\phi$  0.9525 cm

$$P_1 = \sqrt{(1,05 \cdot 55,14 \text{ kg/m})^2 + (30,33 \text{ kg/m})^2} = 65,36 \text{ kg/m}$$

$$P_2 = \sqrt{(1,4 \cdot 55,14 \text{ kg/m})^2} = 77,196 \text{ kg/m} \quad \checkmark \checkmark$$

$$M_0 = \frac{(77,196 \text{ kg/m})(21\text{m})^2}{8} = 4255,43 \text{ kg-m}$$

$$V_0 = \frac{(77,196 \text{ kg/m})(21\text{m})}{2} = 810,60 \text{ kg}$$

la capacidad a flexión es:  $M_n = M_p = F_y E_x$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot F_y \cdot E_x$$

$$= 0,9 \cdot 2450 \text{ kg/cm}^2 \cdot E_x$$

$$= 2205 \text{ kg/cm}^2 \cdot E_x$$

$$2205 \text{ kg/cm}^2 \cdot E_x = 4255,43 \text{ kg-m} \cdot 100$$

$$E_x = 192,99 \text{ cm}^3$$

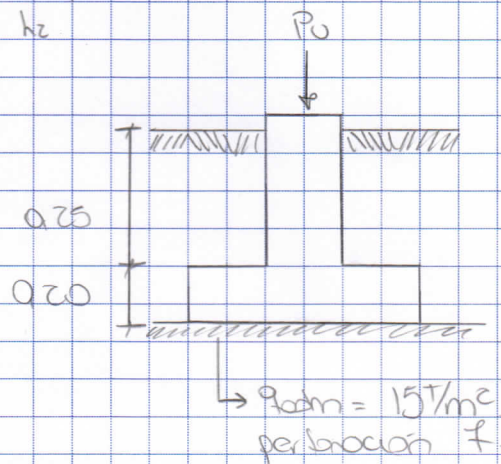
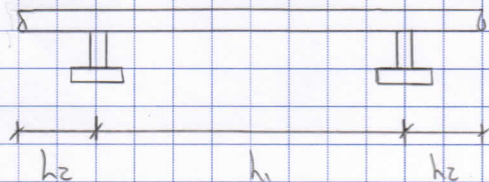
$$\left. \begin{array}{l} \phi_{int} = 15 \text{ cm} \\ t = 0,9525 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

$$E_x = \left[ \frac{(2\pi)^2 (mod \cdot t)}{2} \left( \frac{2}{3\pi^2} \frac{D_{ext}^2 + D_{ext} \cdot D_{int} + D_{int}^2}{D_{ext} + D_{int}} \right) \right] \cdot 2$$

$$= \left[ \frac{(2\pi)^2 \cdot 7,95 \cdot 0,9525}{2} \left( \frac{2}{3\pi^2} \frac{(16,905)^2 + (16,905 \cdot 15) + (15)^2}{16,905 + 15} \right) \right] \cdot 2$$

$$= 242,68 \text{ cm}^3 > 192,99 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{OK}$$

Pisos de fundación



$$l_1 = 2.1 \text{ m}$$

$$l_2 = 2.5 \text{ m}$$

$$W_{cp} = 55.14 \text{ kg/m}$$

$$W_{cs} = 30.33 \text{ kg/m}$$

$$P_{cp} = 55.14 \text{ kg/m} \cdot \left[ \left( \frac{2.1 \text{ m}}{2} \right) + 2.5 \text{ m} \right] = 716.82 \text{ kg}$$

$$M_{cp} = 0.0 \text{ kg-m}$$

$$P_{cs} = 0.0 \text{ kg}$$

$$M_{cs} = 30.33 \text{ kg/m} \cdot \left[ \left( \frac{2.1 \text{ m}}{2} \right) + 2.5 \text{ m} \right] \cdot (0.20 + 0.25 + 0.20) \text{ m} = 263.81 \text{ kg-m}$$

Combinación I

$$P_0 = 1.4 (716.82 \text{ kg}) = 1003.55 \text{ kg}$$

$$M_0 = 1.4 \cdot (0.0 \text{ kg-m}) = 0.0 \text{ kg-m}$$

Combinación 2

$$P_0 = 1.2 (716.82 \text{ kg}) = 860.18 \text{ kg}$$

$$M_0 = 1.2 (0.0 \text{ kg-m}) = 0.0 \text{ kg-m.}$$

Combinación 3

$$P_0 = 1.05 (716.82 \text{ kg}) + (0.0 \text{ kg}) = 752.66 \text{ kg}$$

$$M_0 = 1.05 (0.0 \text{ kg-m}) + (263.81 \text{ kg-m}) = 263.81 \text{ kg-m.}$$

Combinación 4

$$P_0 = 0.95 (716.82 \text{ kg}) + (0.0 \text{ kg}) = 680.98 \text{ kg}$$

$$M_0 = 0.95 (0.0 \text{ kg-m}) + (263.81 \text{ kg-m}) = 263.81 \text{ kg-m.}$$





Se procede a realizar el diseño de la placa aislada PA

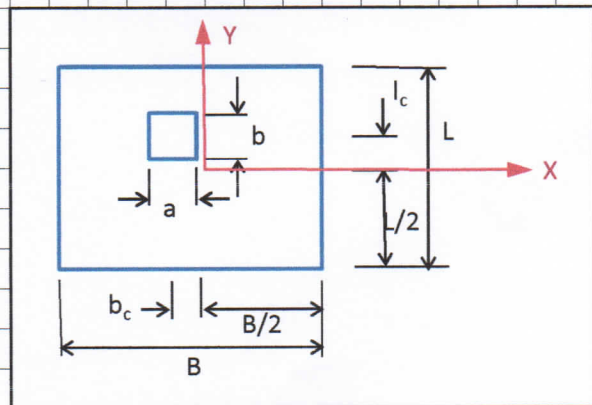
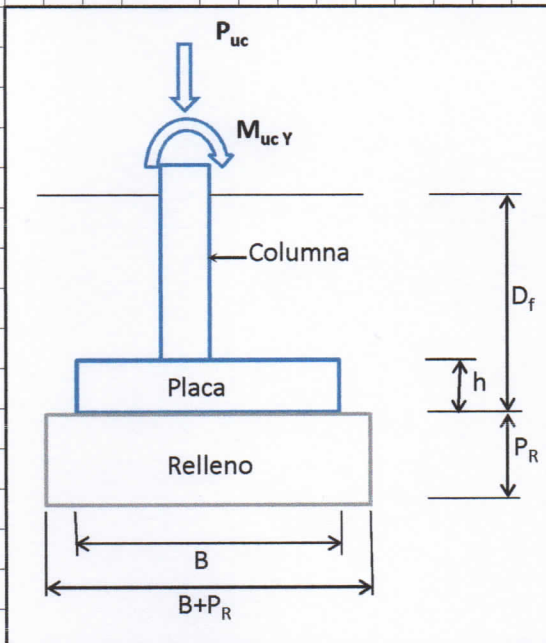
*i. Revisión de presiones en el suelo*

a. Características de materiales

$q_u$ :	<u>15</u>	ton/m <sup>2</sup> (capacidad última)
$\gamma_s$ :	<u>1.75</u>	ton/m <sup>3</sup>
$\gamma_c$ :	<u>2.4</u>	ton/m <sup>3</sup>

b. Geometría del cimiento

Desplante $D_f$ :	<u>0.45</u>	m
Prof. de relleno $P_R$ :	<u>0</u>	m
Altura de placa $h$ :	<u>0.2</u>	m
Ancho de placa $B$ :	<u>0.8</u>	m
Profundidad de placa $L$ :	<u>0.8</u>	m
Excentricidad col. $b_c$ :	<u>0</u>	m
Excentricidad col. $l_c$ :	<u>0</u>	m
Ancho columna $a$ :	<u>0.3</u>	m
Profundidad columna $b$ :	<u>0.3</u>	m



c. Cálculo de las presiones máximas

Comb	$P_{uc}$ (ton)	$M_{ucY}$ (ton*m)	$M_{ucX}$ (ton*m)	$P_{us+p}$ (ton)	$M_{us+pY}$ (ton*m)	$M_{us+pX}$ (ton*m)	$P_u$ (ton)	$M_{uY}$ (ton*m)	$M_{uX}$ (ton*m)	$e_x$ (m)	$e_y$ (m)
1	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0.843	0.00	0.00	1.843	0.00	0.00	0	0
2	<u>0.86</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	0.722	0.00	0.00	1.582	0.00	0.00	0	0
3X	<u>0.752</u>	<u>0.263</u>	<u>0.16</u>	0.632	0.00	0.00	1.384	0.26	0.16	0.19	-0.12
3Y	<u>0.752</u>	<u>0.263</u>	<u>0.16</u>	0.632	0.00	0.00	1.384	0.26	0.16	0.19	-0.12
4X	<u>0.68</u>	<u>0.263</u>	<u>0.16</u>	0.572	0.00	0.00	1.252	0.26	0.16	0.21	-0.13
4Y	<u>0.68</u>	<u>0.263</u>	<u>0.16</u>	0.572	0.00	0.00	1.252	0.26	0.16	0.21	-0.13



**PROYECTO: COBANO**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA**

FECHA: 04/07/2014

HOJA: 20

Comb	Condición		K	q <sub>max</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	q <sub>min</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	φ	φq <sub>n</sub> (ton/m <sup>2</sup> )
	X	Y					
1	ex < B/6	ey < L/6		2.9	2.9	0.45	6.75
2	ex < B/6	ey < L/6		2.5	2.5	0.45	6.75
3X	ex > B/6	ey < L/6	K= 4	8.6	0.0	0.85	12.75
3Y	ex > B/6	ey < L/6	K= 4	8.6	0.0	0.85	12.75
4X	ex > B/6	ey < L/6	K= 5	9.8	0.0	0.85	12.75
4Y	ex > B/6	ey < L/6	K= 5	9.8	0.0	0.85	12.75

Resultado: Utilizar placas de 0.8 x 0.8 x 0.2 m

*ii. Diseño estructural de la placa*

a. Características de los materiales

f<sub>c</sub>: 210 kg/cm<sup>2</sup>

b. Características geométricas de la placa

d: 0.1 m

b<sub>o</sub>: 1.6 m

β: 1

α<sub>s</sub>: 40

φ<sub>v</sub>: 0.75

c. Diseño por cortante

Se analizará comportamiento en una dirección (viga) y comportamiento en dos direcciones (punzonamiento).

Las ecuaciones utilizadas en cada caso son:

Una dirección

$$\phi V_n = \phi * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d$$

Dos direcciones

min

$$\phi V_n = \phi * 1.1 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

$$\phi V_n = \phi * (2 + \alpha_s d / b_o) * 0.27 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

$$\phi V_n = \phi * (2 + 4/\beta) * 0.27 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$



Contenido: PA

c.1 Comportamiento en una dirección

Conservadoramente se analizan las dos direcciones por separado considerando que se presenta una configuración triangular o trapezoidal donde en los bordes perpendiculares a la dirección analizada se tiene  $q_{max}$  y  $q_{min}$ .

En ambos casos se tienen dos situaciones: a) que el  $q_{max}$  se presente en el voladizo largo y b) que el  $q_{max}$  se presente en el voladizo corto. Las ecuaciones para ambas situaciones se muestran a continuación.

En X:

Condición a)

$$q_{v-v} = (L/2 - |c| + b/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 - |c| - b/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{v-v})/2 - P_u s + p / (B + L)) * (L/2 + |c| - b/2 - d)] * B$$

$$V_u = [((q_{w-w} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2 - d)] * B$$

Condición b)

$$q_{v-v} = (L/2 + |c| - b/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 + |c| + b/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{v-v} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 + |c| - b/2 - d)] * B$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{w-w})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2 - d)] * B$$

En Y:

Condición a)

$$q_{m-m} = (B/2 - |bc| + a/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 - |bc| - a/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{m-m})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2 - d)] * L$$

$$V_u = [((q_{n-n} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2 - d)] * L$$

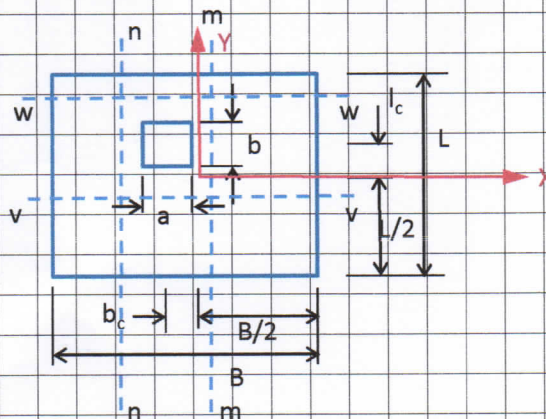
Condición b)

$$q_{m-m} = (B/2 + |bc| - a/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 + |bc| + a/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{m-m} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2 - d)] * L$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{n-n})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2 - d)] * L$$





Contenido: PA

Comb	X	Y	q v-v (ton/m <sup>2</sup> )	q w-w (ton/m <sup>2</sup> )	q m-m (ton/m <sup>2</sup> )	q n-n (ton/m <sup>2</sup> )	Vu X (ton)	φVn X (ton)	Vu Y (ton)	φVn Y (ton)
1	Condición a	Condición a	2.879	2.879	2.879	2.879	0.188	4.608	0.188	4.608
2	Condición a	Condición a	2.472	2.472	2.472	2.472	0.161	4.608	0.161	4.608
3X	Condición a	Condición a	7.028	1.622	7.028	1.622	0.822	4.608	0.822	4.608
3Y	Condición a	Condición a	7.028	1.622	7.028	1.622	0.822	4.608	0.822	4.608
4X	Condición a	Condición a	7.946	1.834	7.946	1.834	0.956	4.608	0.956	4.608
4Y	Condición a	Condición a	7.946	1.834	7.946	1.834	0.956	4.608	0.956	4.608

c.2 Comportamiento en dos direcciones

Comb	Vu (ton)	φVn (ton)	Jx (m <sup>4</sup> )	Jy	vu (ton/m <sup>2</sup> )	φvn (ton/m <sup>2</sup> )	
1	1	17.39	0.004	0.004	6.25	108.7	Nota: No programado para columnas en borde o esquina de placas, cambia el J para cada caso.
2	0.86	17.39	0.004	0.004	5.375	108.7	
3X	0.752	17.39	0.004	0.004	16.84	108.7	
3Y	0.752	17.39	0.004	0.004	16.84	108.7	
4X	0.68	17.39	0.004	0.004	16.39	108.7	
4Y	0.68	17.39	0.004	0.004	16.39	108.7	

$V_u = P_{uc}$  conservadoramente

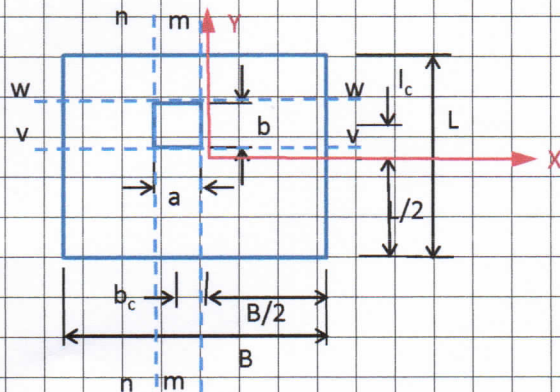
$v_u = V_u/A_c + M_{ux}*(b/2+d/2)/J_x + M_{uy}*(a/2+d/2)/J_y$

$J_x = 2*[d*(b+d)*(d^2+(b+d)^2)/12+(a+d)*d*((b+d)/2)^2]$

$J_y = 2*[d*(a+d)*(d^2+(a+d)^2)/12+(b+d)*d*((a+d)/2)^2]$

d. Diseño por flexión

El diseño por flexión se realiza considerando la flexión en ambas direcciones. Aplican las mismas consideraciones realizadas en el diseño por cortante con respecto a la distribución de presiones. Las secciones donde se calculan los momentos se localizan en la cara de la columna.





**PROYECTO: COBANO**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

FECHA: 04/07/2014

Contenido: PA

HOJA: 23

En X:									
Condición a)	$q_{v-v} = (L/2 -  c  + b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$ $q_{w-w} = (L/2 -  c  - b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$ $Mu = [(q_{max} - q_{v-v}) * 2/3 * (L/2 +  c  - b/2)^2/2 + (q_{v-v} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 +  c  - b/2)^2/2] * B$ $Mu = [(q_{w-w} - q_{min}) * 1/3 * (L/2 -  c  - b/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 -  c  - b/2)^2/2] * B$								
Condición b)	$q_{v-v} = (L/2 +  c  - b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$ $q_{w-w} = (L/2 +  c  + b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$ $Mu = [(q_{v-v} - q_{min}) * 1/3 * (L/2 +  c  - b/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 +  c  - b/2)^2/2] * B$ $Mu = [(q_{max} - q_{w-w}) * 2/3 * (L/2 -  c  - b/2)^2/2 + (q_{w-w} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 -  c  - b/2)^2/2] * B$								
En Y:									
Condición a)	$q_{m-m} = (B/2 -  bc  + a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$ $q_{n-n} = (B/2 -  bc  - a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$ $Mu = [(q_{max} - q_{m-m}) * 2/3 * (B/2 +  bc  - a/2)^2/2 + (q_{m-m} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 +  bc  - a/2)^2/2] * L$ $Mu = [(q_{n-n} - q_{min}) * 1/3 * (B/2 -  bc  - a/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 -  bc  - a/2)^2/2] * L$								
Condición b)	$q_{m-m} = (B/2 +  bc  - a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$ $q_{n-n} = (B/2 +  bc  + a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$ $Mu = [(q_{m-m} - q_{min}) * 1/3 * (B/2 +  bc  - a/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 +  bc  - a/2)^2/2] * L$ $Mu = [(q_{max} - q_{n-n}) * 2/3 * (B/2 -  bc  - a/2)^2/2 + (q_{n-n} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 -  bc  - a/2)^2/2] * L$								
Comb	X	Y	$q_{v-v}$ (ton/m <sup>2</sup> )	$q_{w-w}$ (ton/m <sup>2</sup> )	$q_{m-m}$ (ton/m <sup>2</sup> )	$q_{n-n}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Mu X (ton*m)	Mu Y (ton*m)	
1	Condición a	Condición a	2.879	2.879	2.879	2.879	0.039	0.039	
2	Condición a	Condición a	2.472	2.472	2.472	2.472	0.034	0.034	
3X	Condición a	Condición a	5.947	2.703	5.947	2.703	0.169	0.17	
3Y	Condición a	Condición a	5.947	2.703	5.947	2.703	0.169	0.169	
4X	Condición a	Condición a	6.723	3.056	6.723	3.056	0.197	0.197	
4Y	Condición a	Condición a	6.723	3.056	6.723	3.056	0.197	0.197	
							Max =	0.197	0.197



**PROYECTO: COBANO**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA**

FECHA: 04/07/2014

HOJA: 24

d1. Determinación del acero en dirección Y (Momento en X)

a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * B * h = 3.2 \text{ cm}^2$$

b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/var. (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
2	# 3	0.71	1.42	2800
0	# 4	1.29	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

Se tiene que:  $A_{s \text{ real}} = 1.42 \text{ cm}^2$   
 $T_u = 3976 \text{ kg}$

c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f_c * B) = 0.278 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.328 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.089 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.9$$

$$M_{nX} = T_u * (d - a / 2) = 0.392 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_{nX} = 0.353 \text{ ton*m} > Mu X, \text{ Cumple}$$

d. Distribución del acero

Lado corto, colocar acero distribuido uniformemente en todo el elemento



**PROYECTO: COBANO**

Realizado por: Ing. Julian Trejos V.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA**

FECHA: 04/07/2014

HOJA: 25

**d2. Determinación del acero en dirección X (Momento en Y)**

**a. Cálculo del acero mínimo requerido**

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * L * h = 3.2 \text{ cm}^2$$

**b. Cálculo del acero real**

No. varillas	Designación	Area/var. (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
2	# 3	1	1.42	2800
0	# 4	1	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

Se tiene que:  $A_{s \text{ real}} = 1.42 \text{ cm}^2$   
 $T_u = 3976 \text{ kg}$

**c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>**

$$a = T_u / (0.85 * f_c * L) = 0.278 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.328 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.089 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.9$$

$$M_{nY} = T_u * (d - a / 2) = 0.392 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_{nY} = 0.353 \text{ ton*m} > Mu Y, \text{ Cumple}$$

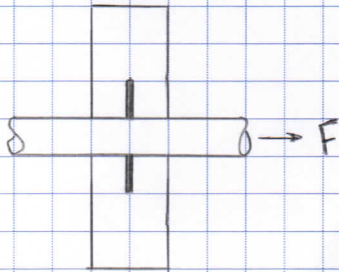
**d. Distribución del acero**

Lado corto, colocar acero distribuido uniformemente en todo el elemento

## Diseño del bloque de anclaje

Del estudio de suelos tenemos:

$$\begin{aligned}\phi &= 27,6^\circ \\ k_a &= 0,37 \\ k_p &= 2,75 \\ \gamma &= 1,674 \text{ T/m}^3\end{aligned}$$



$$F = \text{Area} \times \text{Presión}$$

$$A = \pi \left( \frac{15 \text{ cm}}{2} \right)^2 = 176,72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Presión} = 150 \text{ mca} = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Fuerza} = 15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 176,72 \text{ cm}^2 = 2650,72 \text{ kg}$$

## Resistencia del concreto

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,53 \cdot \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot 30 \text{ cm} = 230,41 \cdot b$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 230,41 \cdot b = 172,81 \cdot b$$

$$172,81 \cdot b = 2650,72 \text{ kg}$$

$$b = 15,34 \text{ cm} \Rightarrow \text{circunferencia del anillo}$$

$$2\pi \cdot r = 15,34 \text{ cm}$$

$$r = 2,44 \text{ cm} = \text{radio de anillo}$$



## Bloques en codos

### Angulos horizontales

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
150	169.05	90	0.00	0.85	0.35	0.00	0.71	0.80	0.35	0.00	0.45	0.30	1.03

**Cálculo de bloques de anclaje**

**A. propiedades de materiales**

**Concreto**

Peso  $w_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$

**Suelo**

Peso  $w_s = 1750 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción  $\phi = 27.6^\circ$

Coefficiente de empuje activo  $K_a = 0.37$

Coefficiente de empuje pasivo  $K_p = 2.73$

Adherencia suelo - fundación  $c = 0 \text{ t/m}^2$

Coefficiente de fricción  $\mu = 0.52$

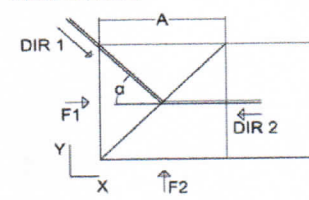
Capacidad del suelo  $q_{adm} = 15 \text{ t/m}^2$   
 $F.S. = 3.0$

**D. Equilibrio de fuerzas en bloques**

Factor de seguridad contra deslizamiento y levantamiento  $\phi = 1.5$

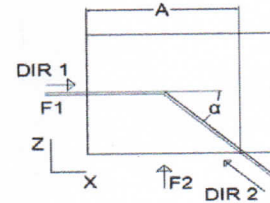
**B. Casos de análisis**

**Fuerzas horizontales**

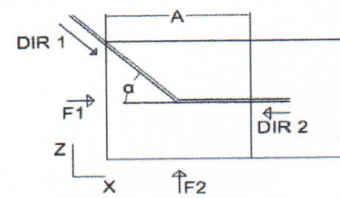


Caso 1: Dir 1  
 Caso 2: Dir 2

**Fuerzas verticales (Geometría 1)**



**Fuerzas verticales (Geometría 2)**



**Bloques en tees**

Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Angulo (°)	Fuerza (kg)	Propiedades de bloque					Pr. pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff (kg)	Reac. Tot. F X (kg)	Reac. v. s. Fp Z (kg)	Fr/Fa FX	Capac. qu/q
				Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)						
150	169.05	NA	2650.72	0.45	1078.14	0.30	1.51	0.85	4624	564	5187	6024	1.957	0.251



Diseño del anillo

$$F = 2650,72 \text{ kg}$$

$$\phi_{\text{uso}} = 2\pi \left( \frac{16,905 \text{ cm}}{2} \right) = 53,11 \text{ cm}$$

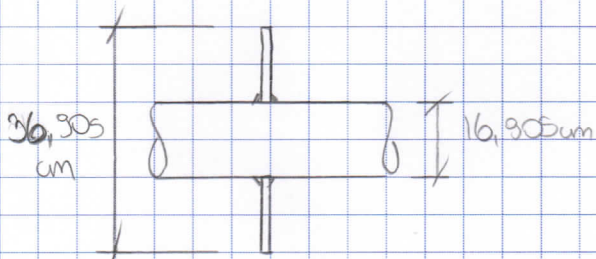
$$\text{Acero A36} \Rightarrow f_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_n = f_y \cdot A$$

$$V_0 < \phi V_n$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 \cdot 53,11 \text{ cm} \cdot t = 2650,72 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 0,021 \text{ cm}$$



$$A_{\text{anillo}} = \pi \cdot \left( \frac{36,905 \text{ cm}}{2} \right)^2 - \pi \cdot \left( \frac{16,905 \text{ cm}}{2} \right)^2$$

$$= 845,25 \text{ cm}^2$$

$$f_{\text{pu}} = 2520$$

---

### **1.3 Memoria de cálculo: casetas**

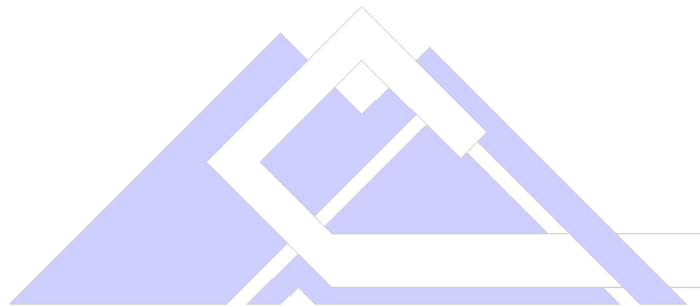
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

**Caseta de cloración y caseta de equipo Cóbano**



M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Julio 2014**

Se procede a revisar los requisitos para hacer un diseño simplificado, según lo establecido por la sección 17.1 del CSZ-10

a)  $A \leq 200 \text{ m}^2 \rightarrow$  Caseta de claración:  $6,48 \text{ m}^2 \checkmark$   
Caseta de equipos:  $12,61 \text{ m}^2 \checkmark$

a2)  $H_{vc} \leq 3 \text{ m} \rightarrow$  C.C.:  $3 \text{ m} \checkmark$   
C.E.:  $3 \text{ m} \checkmark$

a3)  $H_{vt} \leq 4,2 \text{ m} \rightarrow$  C.C.:  $3,25 \text{ m} \checkmark$   
C.E.:  $3,25 \text{ m} \checkmark$

a4) # pisos  $\rightarrow 1 \checkmark$

b)  $q_u \geq 24 \text{ t/m}^2 \rightarrow$  Según información previa se alcanza un  $q_{adm} \geq 9 \text{ t/m}^2$  en todos los pozos menos P-2, corroborar en campo

c)  $H/t \geq 25 \rightarrow$  Usando bloques de  $12 \text{ cm}: 2,6 \text{ m}/0,12 \text{ m} = 21,67 \checkmark$

d1)  $L_{pared}/A \geq 0,40 \text{ m/m}^2 \rightarrow$  C.C.:  $L_{pared} = 8,84 \text{ m} \Rightarrow 1,9 \text{ m/m}^2 \checkmark$   
C.E.:  $L_{pared} = 10,36 \text{ m} \Rightarrow 2,08 \text{ m/m}^2 \checkmark$

d2)  $L_{x,y}/L_{pared} \geq 1/3 \rightarrow$  C.C.:  $L_x = 2,84 \text{ m} \Rightarrow 0,33 = 1/3 \checkmark$   
 $L_y = 6 \text{ m} \Rightarrow 0,67 = 2/3 \checkmark$   
C.E.:  $L_x = 6,60 \text{ m} \Rightarrow 0,64 > 1/3 \checkmark$   
 $L_y = 3,76 \text{ m} \Rightarrow 0,36 > 1/3 \checkmark$

e) Distancia máxima entre paredes:  $4 \text{ m} < 6 \text{ m} \checkmark$

f) Edificio de un sólo piso  $\checkmark$

g) Paredes distribuidas simétricamente  $\checkmark$

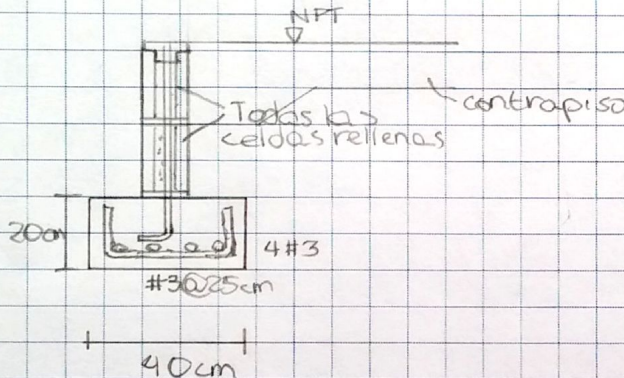
Se procede ahora al diseño:

Contenido: Diseño de casetas-fundaciones y paredes

Fundaciones para paredes de mampostería

Mínimos: Ancho = 35 cm  
 $f'_c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$  Espesor = 20 cm  
 Acero longitudinal = 3 #3  
 Acero transversal = #3 @ 25 cm en "U"

Se utiliza:



Paredes de mampostería integral

Mínimos: Espesor = 12 cm  
 Clase B ó A  $(P_v + P_n) \geq 0,002 \cdot A_g \rightarrow P_v + P_n = \frac{0,7 \cdot 10,71}{0,6 \cdot 0,6} = 2,1 \# \Rightarrow 0,002 \cdot 12 \cdot 100 = 2,4 \checkmark$   
 $P_v + P_n \geq 0,007 \cdot A_g \rightarrow 0,71/0,6 = 1,183 \geq 0,007 \cdot 12 \cdot 100 = 0,84 \checkmark$   
 $S < 80 \text{ cm}$   
 1 #4 ó 2 #3 en buques  
 $h_{\text{barr.}} \geq 10 \text{ cm}$ , 1 #4 ó 2 #3, #2 @ 20 cm, extenderse > 40 cm  
 $rec > 1,5 \text{ cm}$

Se utilizan paredes con refuerzo horizontal y vertical #3 @ 60 cm y celdas rellenas @ 60 cm.

Las mochetas tendrán 2 #3 en buques, 3 #3 en esquinas y 4 #3 en <sup>uniones</sup> tipo "tee", con ganchos #2 @ 20 cm

Las vigas banquinas serán de 20 x 17 cm con 4 #3 y arcos #2 @ 20 cm

Las vigas cargador se hacen con 4 #3 y ganchos #2 @ 20 cm





PROYECTO: Cóbano

Diseño:

Revisó:

FECHA: 08/07/14

Contenido: Diseño de casetas - estabilidad y losa de techo

HOJA: 3

### Estabilidad lateral de las paredes

Se utilizan las paredes en el plano perpendicular para proveer estabilidad a la estructura. Para esto, las vigas corona deben ser de:

Mínimos: Para  $t=12\text{cm}$  y  $ZIV$ , con  $L \leq 4\text{m}$   
Refuerzo longitudinal = 4#4  
Refuerzo transversal = #2@20 cm  
Altura = 20 cm

Se proponen vigas corona de 40x12 cm con 4#4 y #2@20 cm

Se realiza el diseño formal de las losas de techo

Dimensiones 4,12 m x 3,06 m

$$\begin{aligned}
 w_{CP} &= 0,12\text{m} \cdot 2400\text{ kg/m}^3 \\
 &+ 15\text{ kg/m}^2 \\
 &+ 10\text{ kg/m}^2 \\
 &+ 20\text{ kg/m}^2 \\
 &= 333\text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Peso propio  
Impermeabilización  
Cielorraso  
Electromecánicos

$$w_{CT} = 40\text{ kg/m}^2$$

$$w_{u1} = 1,4 \cdot 333\text{ kg/m}^2 = 466,2\text{ kg/m}^2$$

$$w_{u2} = 1,2 \cdot 333\text{ kg/m}^2 + 1,6 \cdot 40\text{ kg/m}^2 = 463,6\text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método propuesto por Ferguson (1969)

$$M^+ = C^+ w_u S = 0,069 \cdot 466,2\text{ kg/m}^2 \cdot (3,06\text{m})^2 = 301,2\text{ kg-m}$$

$$M^- = C^- w_u S = 0,045 \cdot 466,2\text{ kg/m}^2 \cdot (3,06\text{m})^2 = 195,4\text{ kg-m}$$

Con una malla electrosoldada  $\phi 5,3\text{mm} @ 15\text{cm}$

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &= \phi \cdot F_y \cdot A_s \cdot jd = 0,9 \cdot 4200\text{ kg/cm}^2 \cdot 1,47\text{cm}^2 \cdot 0,95 \cdot 9,24\text{cm} \\
 &= 488\text{ kg-cm} \rightarrow \text{Cumple}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s,\text{min}} &= 0,0018 \cdot b \cdot t = 0,0018 \cdot 700\text{cm} \cdot 12\text{cm} = 2,16\text{cm}^2 / 2 = 1,08\text{cm}^2 \\
 &\rightarrow \text{Cumple}
 \end{aligned}$$

---

## **1.4 Memoria del tanque de almacenamiento**

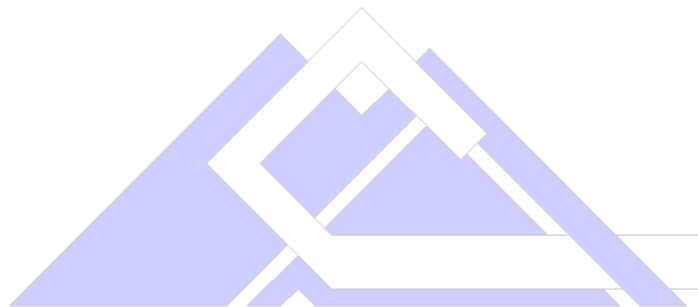
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

**Tanque de almacenamiento Cóbano**



M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Julio 2014**

<b>Contenido</b>	Diseño Estructural Tanque de Almacenamiento 250 m <sup>3</sup> Cóbano	<b>Diseño:</b>	Ing. Jose Mena B.		
		<b>Revisó:</b>			
<b>Proyecto</b>	Tanques BCIE II	<b>Fecha</b>	07/07/2014	Página:	

## 1. PROPIEDADES DE MATERIALES

Resistencia a la compresión ( $f'_c$ )	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad del Concreto ( $E_c$ )	218820 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformación Última del Concreto	0.0003
Peso Específico del Concreto ( $E_c$ )	2.4 ton/m <sup>3</sup>
Resistencia ( $f_y$ )	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo de Elasticidad del Acero ( $E_s$ )	2100000 Kg/cm <sup>2</sup>
Razón de Módulos ( $n$ )	10
Peso Específico del Líquido Almacenado ( $\gamma_L$ )	1 ton/m <sup>3</sup>
Razón de refuerzo por temperatura $C_{temp}$	0.003

## 2. GEOMETRÍA DEL TANQUE

Largo (m)	8.5 m
Ancho (m)	8.5 m
Altura líquido ( $H_i$ )	3.9 m
Desplante ( $D_f$ )	3.0 m

### Paredes

Altura ( $H_w$ )	5.0 m
Espesor ( $t_w$ )	0.25 m

### Losa de techo

Espesor ( $t_r$ )	0.2 m
Carga Permanente adicional (CP)	0.02 ton/m <sup>2</sup>
Carga Temporal (CT)	0.2 ton/m <sup>2</sup>

### Losa de cimentación

Salientes	0 m
Espesor ( $t_{cimen}$ )	0.25 m (losa central)
Espesor ( $t_{cimen}$ )	0.3 m (viga perimetral)

<b>Contenido</b>	Diseño Estructural Tanque de Almacenamiento 250 m3 Cóbano	<b>Diseño:</b>	Ing. Jose Mena B.		
		<b>Revisó:</b>			
<b>Proyecto</b>	Tanques BCIE II	<b>Fecha</b>	07/07/2014	Página:	

### 3. DISEÑO DE ELEMENTOS

#### 3.1 Revisión paredes

##### Diseño a flexión

Parámetro	Refuerzo horizontal		Refuerzo vertical	
	M-	M+	M-	M+
Mu (ton-m)	<u>4.8</u>	<u>2.24</u>	<u>4.3</u>	<u>1.38</u>
Suponer As (cm <sup>2</sup> /m)	<u>6.85</u>	<u>3.15</u>	<u>6.04</u>	<u>1.91</u>
$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$ (cm)	1.61	0.74	1.42	0.45
d (cm)	<u>19.4</u>	<u>19.4</u>	<u>19.4</u>	<u>19.4</u>
$A_{s,req} = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - 0.5 \times a)}$ (cm <sup>2</sup> /m)	6.85	3.12	6.10	1.91
$A_{s,temp} = 100 \times C_{temp} \times t_{pared}$ (cm <sup>2</sup> /m)	3.75	3.75	3.75	3.75
$A_{s,min} = \frac{14}{f_y} b_w d$ (cm <sup>2</sup> /m)	6.45	6.45	6.45	6.45
$A_{s,min} = \frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$ (cm <sup>2</sup> /m)	5.34	5.34	5.34	5.34
As prop (cm <sup>2</sup> )	<u>10.32</u>	<u>5.16</u>	<u>7.74</u>	<u>5.16</u>
$S_{max} = \frac{100 \times A_{varilla}}{A_{total}}$ (cm)	<u>12.5</u>	<u>25.0</u>	<u>16.7</u>	<u>25.0</u>
Proveer	<u>251#4 @ 25+1#4 @ 50</u>	<u>1 #4 @ 25</u>	<u>1#4 @ 25+1#4 @ 50</u>	<u>1 #4 @ 25</u>

##### Revisión por cortante

Parámetro	Valor
$V_u$ (ton)	<u>7.00</u>
b (cm)	100.0
d (cm)	<u>19.4</u>
$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} b d$ (ton)	14.9
$\phi V_c$ (ton)	11.15
Criterio	Cumple

<b>Contenido</b>	Diseño Estructural Tanque de Almacenamiento 250 m3 Cóbano	<b>Diseño:</b>	Ing. Jose Mena B.		
		<b>Revisó:</b>			
<b>Proyecto</b>	Tanques BCIE II	<b>Fecha</b>	07/07/2014	Página:	

### 3.2 Revisión losa superior

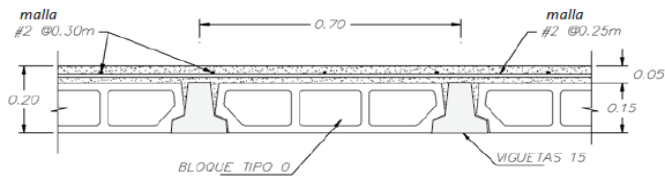
#### Revisión entre piso prefabricado

Carga permanente adicional 192 kg/m<sup>2</sup>  
 Carga temporal 200.00 kg/m<sup>2</sup>  
 Total carga superimpuesta 392.00 kg/m<sup>2</sup>  
 Luz libre 4.00 m

Entrepiso tipo: Bloque tipo A con vigueta tipo 15 O de PC

Tabla de entrepisos de vigueta con sobrelosa de 5 cm y con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>

Tipo de vigueta	VIG 15-A		VIG 15-O		VIG 15-K		VIG 20-A		VIG 20-U	
Peso de las viguetas	49 kg/m <sup>2</sup>		49 kg/m <sup>2</sup>		49 kg/m <sup>2</sup>		58 kg/m <sup>2</sup>		58 kg/m <sup>2</sup>	
Peso del concreto*	144 kg/m <sup>2</sup>		126 kg/m <sup>2</sup>		126 kg/m <sup>2</sup>		135 kg/m <sup>2</sup>		154 kg/m <sup>2</sup>	
Peso de los bloques	137 kg/m <sup>2</sup>		124 kg/m <sup>2</sup>		85 kg/m <sup>2</sup>		137 kg/m <sup>2</sup>		161 kg/m <sup>2</sup>	
Fuerza de pretensión	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf	7280 kgf
Sobrecarga** CM <sub>u</sub> +CV (kg/m <sup>2</sup> )	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento	CLARO (m) sin apuntalamiento	CLARO (m) con apuntalamiento
200	4.98	6.50	5.18	6.00	5.36	6.00	6.36	7.50	6.04	7.50
250	4.98	6.50	5.07	6.00	5.25	6.00	6.36	7.50	6.04	7.50
300	4.98	6.50	4.95	5.83	5.12	5.95	6.34	7.50	6.04	7.50
350	4.92	6.29	4.83	5.60	4.99	5.71	6.20	7.28	6.04	7.50
400	4.84	6.07	4.73	5.39	4.88	5.49	6.07	7.02	6.04	7.50
450	4.77	5.88	4.63	5.21	4.78	5.30	5.94	6.79	5.99	7.45
500	4.70	5.70	4.54	5.04	4.68	5.13	5.82	6.59	5.91	7.24
550	4.64	5.53	4.45	4.89	4.58	4.97	5.71	6.40	5.82	7.04
600	4.58	5.38	4.37	4.76	4.50	4.82	5.60	6.22	5.74	6.86
650	4.52	5.24	4.29	4.63	4.41	4.69	5.50	6.06	5.66	6.69
700	4.46	5.11	4.22	4.51	4.33	4.57	5.41	5.91	5.59	6.53
750	4.41	4.99	4.15	4.40	4.26	4.46	5.32	5.67	5.51	6.38
800	4.35	4.88	4.08	4.30	4.19	4.35	5.23	5.42	5.45	6.24
850	4.30	4.78	4.02	4.21	4.12	4.25	5.15	5.19	5.38	6.12
900	4.25	4.68	3.96	4.12	4.06	4.16	4.98	4.98	5.31	5.89
950	4.20	4.59	3.90	4.03	4.00	4.08	4.79	4.79	5.25	5.67
1000	4.16	4.50	3.85	3.96	3.94	4.00	4.61	4.61	5.19	5.46



Concreto en sitio: 0.0527 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

Peso propio: 300 kg/m<sup>2</sup>

<b>Contenido</b>	Diseño Estructural Tanque de Almacenamiento 250 m3 Cóbano	<b>Diseño:</b>	Ing. Jose Mena B.		
		<b>Revisó:</b>			
<b>Proyecto</b>	Tanques BCIE II	<b>Fecha</b>	07/07/2014	Página:	

### 3.3 Revisión losa de fundación

#### Diseño a flexión

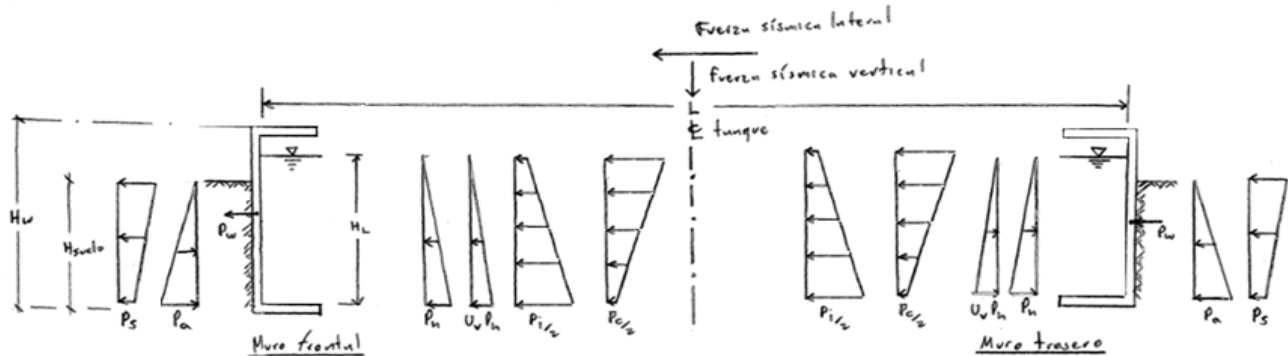
Parámetro	Losa 30 cm		Losa 25 cm	
	M-	M+	M-	M+
Mu (ton-m)	<u>6</u>	<u>0</u>	<u>2.5</u>	<u>6</u>
Suponer As (cm2/m)	<u>6.75</u>	<u>0.00</u>	<u>3.50</u>	<u>8.65</u>
$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$ (cm)	1.59	0.00	0.82	2.04
t (cm)	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>25</u>	<u>25</u>
d (cm)	<u>24.4</u>	<u>24.4</u>	<u>19.4</u>	<u>19.4</u>
$A_{s,req} = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times (d - 0.5 \times a)}$ (cm <sup>2</sup> /m)	6.74	0.00	3.49	8.66
$A_{s,temp} = 100 \times C_{temp} \times t_{pared}$ (cm <sup>2</sup> /m)	4.50	4.50	3.75	3.75
As prop (cm2)	<u>8.60</u>	<u>5.16</u>	<u>4.30</u>	<u>8.60</u>
$S_{max} = \frac{100 \times A_{varilla}}{A_{total}}$ (cm)	<u>15.0</u>	<u>25.0</u>	<u>30.0</u>	<u>15.0</u>
Proveer	1 #4 @ 25 + 1 #4 @ 30 cm	1 #4 @ 25	#4 @ 30	#4 @ 15

#### Revisión a cortante

Parámetro	Losa 30 cm	Losa 25 cm
$V_u$ (ton-m)	9.7	10.9
b (cm)	100.00	100.00
d (cm)	<u>24.36</u>	<u>19.36</u>
$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} b d$ (ton)	18.71	14.87
$\phi V_c$ (ton-m)	14.03	11.15
	Cumple	Cumple

<b>PROYECTO</b>	Tanques BCIE II	<b>Diseñó:</b>	Ing. José Mena B.
		<b>Revisó:</b>	
<b>CONTENIDO</b>	Cargas Tanque Almacenamiento 250 m3 Cóbano	<b>Fecha:</b>	
		<b>Hoja:</b>	

A continuación se realiza la revisión de las paredes del tanque ante carga de empuje de fluidos y empuje de suelo del lado externo del tanque. La revisión se realiza ante condición estática y para el sismo de diseño. El siguiente esquema muestra la distribución de fuerzas utilizadas.



#### Dimensiones del muro

Altura de muro $H_w$ (m)	<u>5</u>
Longitud L (m)	<u>8</u>
Ancho tributario muro B (m)	<u>1</u>
Espesor muro $t_w$ (muro)	<u>0.25</u>
Espesor losa $t_r$ (losa)	<u>0.2</u>
Longitud entre apoyos laterales (m)	<u>8</u>
Altura promedio suelo $H_{suelo}$ (m)	<u>3</u>
Altura de agua $H_L$ (m)	3.9

#### Propiedades del suelo

Parámetro	Valor
Angulo de fricción, $\phi$	20.00
Cohesión, C	0.00
Peso específico, $\gamma$	1.70
Peso específico sumergido, $\gamma$	2.0
Coefficiente de empuje activo, $K_a$	0.49
Coefficiente de empuje en reposo, $K_o$	0.66
Coefficiente de empuje en pasivo, $K_p$	2.04
Coefficiente de empuje dinámico, $K_h$	0.20

#### Fuerzas dinámicas horizontales de tanque

Fuerza de inercia muro	$P'w$	$C_i I \varepsilon W'_w / R_i$	0.416	ton	
Fuerza hidrodinámica impulsiva	$P_i$	$C_i I W_i / R_i$	3.32	ton	
Fuerza hidrodinámica compulsiva	$P_c$	$C_c I W_c / R_c$	3.45	ton	
Presión hidrostática aceleración vertical	$p_{vy}$	$C_t I b / R_i$	$q_{hy} > 0.2 S_{DS}$	0.520	ton/m <sup>2</sup>
	$q_{hy}$		3.900		
	b		0.67		



PROYECTO	Tanques BCIE II		Diseño:	Ing. José Mena B.	
			Revisó:		
CONTENIDO	Cargas Tanque Almacenamiento 250 m3 Cóbano			Fecha:	
				Hoja:	
<u>Factor de modificación de respuesta</u>	Ri	<u>3</u>	Rc	<u>1</u>	
<u>Coefficiente sísmico</u>		<u>Borde libre</u>			
$C_i = 2/3 S_{aM} = 2/3 0.9 C_{max} (T > 0.2 s)$	0.60	$d_{max} = L/2C_c I$	0.90		m
$C_c = 2/3 S_{cM} = 2/3 1.5 C (T = T_c)$	0.22				
$C_t = 2/3 S_{aM} = 2/3 0.9 C_{max} (T > 0.2 s)$	0.60				
$\lambda = \sqrt{[3.16 g \tanh(3.16 H_L/L)]}$	5.32				
$T_c = 2\pi/\lambda \sqrt{L}$	3.34				
$T_c < 1.6/T_s =$	2.67				
<u>Aceleración espectral</u>					
Aceleración espectral máxima (T > 0.2 s)	$C = S_a/g =$	$a_{ef} I FED_s/SR$		1	
Aceleración espectral periodos T = 1 s	$C = S_a/g =$	$a_{ef} I FED_1/SR$		0.224	
Aceleración picoefectiva	$a_{ef}$	<u>0.4</u>			
Factor espectral dinámico máx. (T > 0.2 s)	$FED_{max}$	<u>2.5</u>			
Factor espectral dinámico (T=Tc)	$FED_c$	<u>0.56</u>			
Factor de importancia	I	<u>1</u>			
Sobrerresistencia	SR	<u>1</u>			
<u>Factor de masa efectiva <math>\epsilon</math></u>	$0.0151(L/H_L)^2 - 0.1908L/H_L + 1.021 < 1$			0.69	
<u>Pesos</u>					
Muro	$W'_w$	<u>3.00</u>			ton
Componente convectiva	$W_c$	15.4			ton
Componente inductiva	$W_i$	16.6			ton
Peso líquido	$W_L$	31.2			ton
$W_i/W_L$	$\tanh(0.866L/H_L)/(0.866L/H_L)$				0.53
$W_c/W_L$	$0.264L/H_L \tanh(3.16H_L/L)$				0.49
<u>Altura centro de gravedad</u>					
$L/H_L$	2.05				
$L/H_L < 1.33$	$h_i/H_L = 0.5 - 0.09375L/H_L$				
$L/H_L \geq 1.33$	$h_i/H_L = 0.375$				
$h_i/H_L$	0.375				
$h_c/HL$	$1 - [\cosh(3.16H_L/L) - 1]/[3.16H_L/L \sinh(3.16H_L/L)]$			0.59	
hi	1.46	m			
hc	2.29	m			

<b>PROYECTO</b>	Tanques BCIE II	<b>Diseño:</b>	Ing. José Mena B.	
		<b>Revisó:</b>		
<b>CONTENIDO</b>	Cargas Tanque Almacenamiento 250 m3 Cóbano	<b>Fecha:</b>		
		<b>Hoja:</b>		

Distribución de fuerzas laterales debido a fluidos

zw (m)	Presion (ton/m2)			
	Presion inductiva $p_i/2$	Presion convectiva $p_c/2$	Presion agua aceleración vertical	Presión hidrostática,
0	0.11	0.673	0.000	0
3.9	0.744	0.213	0.520	3.9

Distribución de fuerzas laterales debido al suelo

zw (m)	Presion (ton/m2)	
	Presion pasiva	Presion sismo
0	0.00	0.720
3	3.356	0.180

Combinaciones de carga última ACI-318

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1) 1.4 (D+F)            | D: Carga muerta      |
| 2) 1.2 (D+F)+1.6H       | F: Empuje de fluidos |
| 3) 1.2 D+1.0 E          | H: Empuje de tierra  |
| 4) 0.9 D +1.6 H         | E: Empuje de sismo   |
| 5) 1.2 (D+F) + E +1.6 H |                      |
| 6) 0.9 D+1.0 E + 1.6 H  |                      |



<b>Proyecto</b>	Tanques BCIE-II Tanque 250 m <sup>3</sup> Cóbano	<b>Diseño:</b>	Ing. José Mena B.
	<b>Contenido</b>	Determinación rigidez suelo	<b>Revisó:</b>
<b>Fecha</b>			27/06/2014
<b>Página</b>			

El tanque apoyará sobre una losa de cimentación con desplante mínimo en 0-2.82 m del nivel del terreno existente. Según el estudio GEOP ES 35 Sitio 2 – Cóbano, para el punto de perforación 5 donde se ubicará el tanque, se obtiene un rebote en 0-2.35 m, obteniéndose una capacidad soportante admisible de 38 ton/m<sup>2</sup> con un factor de seguridad de 3, esto es, una capacidad soportante última de 114 ton/m<sup>2</sup>.

Se puede correlacionar la resistencia a la compresión incofinada  $q_u$  con el módulo de reacción vertical  $k_{s1}$  según el cuadro 4.1 del Código de Cimentaciones de Costa Rica. Primero se debe correlacionar la capacidad de soporte última  $q_{ult}$  con el valor de  $q_u$ . Para un suelo cohesivo se tiene:

$$q_{ult} = C N_c \rightarrow 114 \text{ ton/m}^2 = 5 C_u \rightarrow C_u = 2.28 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 C_u = 4.56 \text{ kg/cm}^2$$

Para una arcilla dura ( $q_u$ : 4-10 kg/cm<sup>2</sup>) se tiene  $k_{s1}$ : 8-21 kg/cm<sup>3</sup>. Interpolando para  $q_u = 4.56 \text{ kg/cm}^2$  se tiene  $K_{s1} = 9.2 \text{ kg/cm}^3$  para una placa de 1 pie x 1 pie.

Para obtener el coeficiente de balasto para la fundación de 8.50 m x 8.50 m se utiliza la siguiente expresión:

$$k_B = 0.30/B k_{s1} = 0.30/8.5 \times 9.2 \text{ kg/cm}^3 = 0.325 \text{ kg/cm}^2 = 325 \text{ ton/m}^3.$$

En el modelo de análisis la rigidez es asignada como una rigidez por área según la siguiente figura.

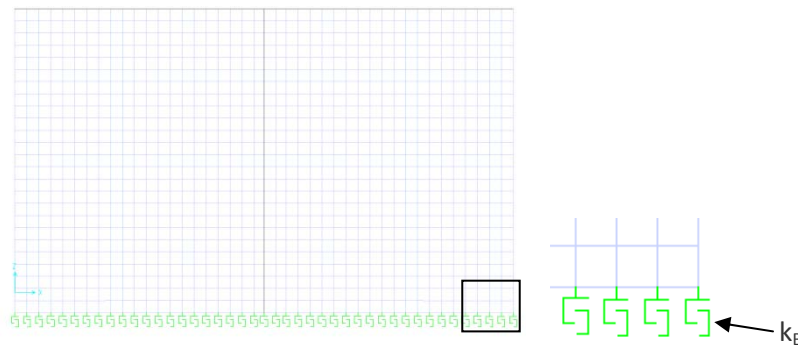


Figura 1. Modelo de análisis.

Según el análisis, se obtiene una presión máxima de:

$$Q_{max} = 0.48 \text{ ton}/(0.20 \text{ m} \times 0.20 \text{ m}) = 12.0 \text{ ton/m}^2$$

Se tiene que  $Q_{max} < \phi q_{ult} = 0.45 \times 114 \text{ ton/m}^2 = 51.3 \text{ ton/m}^2$ . Por tanto la capacidad soportante del suelo es adecuada.

<b>Proyecto:</b>	<b>Tanques BCIE II-Tanque 250 m3 Cóbano</b>			<b>Diseño: Ing Jose Mena</b>
<b>Contenido:</b>	<b>Diseño a flexocompresión columna C-1</b>	<b>Fecha:</b>	<b>07/07/2014</b>	<b>Hoja:</b>

**Resistencia a la compresión del concreto**

$f'_c$  (kg/cm<sup>2</sup>)    210                       $\beta_1$     0.85                       $\rho$     1.003  
 $\epsilon_y$     0.00200

**Grado del acero**

Grado    60                       $f_y$  (kg/cm<sup>2</sup>);    4200

**Dimensiones de la columna (en cm)**

$h$     60                       $d$  (cm)    52.937  
 $b$     30  
 Recubrimiento    5  
 Tamaño de barras en fibra extrema en tensión    7

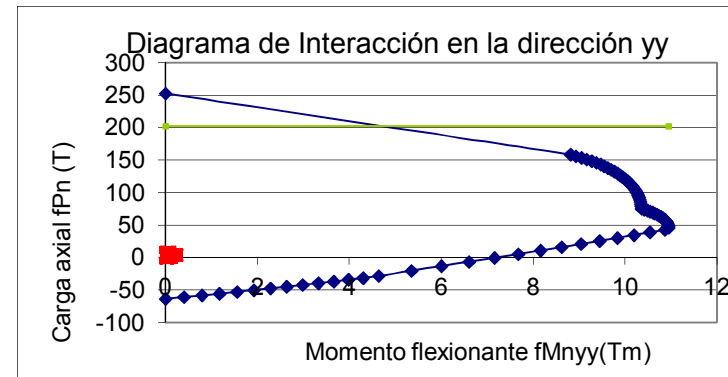
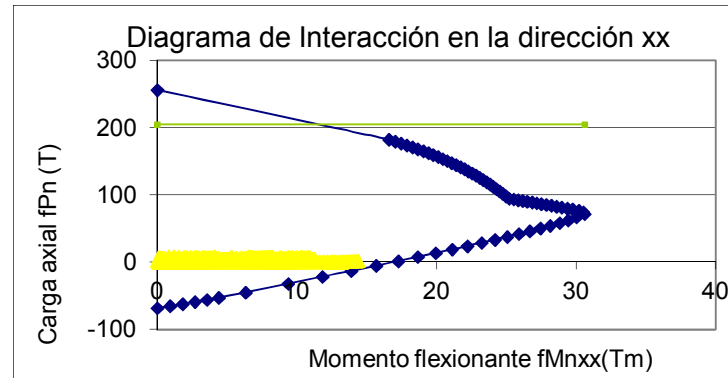
**Tipo de confinamiento**

Tipo de aros    Aros  
 $\phi$  min    0.65  
 Tamaño del aro    3

**Capas de acero**

Capa número	1	2	3	4	5
Cantidad de # 3					
Cantidad de # 4		2			
Cantidad de # 5					
Cantidad de # 6					
Cantidad de # 7	2		2		
Cantidad de # 8					
Cantidad de # 9					
Cantidad de # 10					
Cantidad de # 11					
Área de acero (cm <sup>2</sup> )	7.74	2.58	7.74	0	0
$e$ (cm)	52.937	30	7.063		

*e: distancia a partir de la fibra extrema en compresión al centroide de la capa*



<b>Proyecto:</b>	<b>Tanques BCIE II-Tanque 250 m3 Cóbano</b>			<b>Diseño: Ing Jose Mena</b>
<b>Contenido:</b>	<b>Diseño a flexocompresión columna C-2</b>	<b>Fecha:</b>	<b>07/07/2014</b>	<b>Hoja:</b>

**Resistencia a la compresión del concreto**

$f'_c$  (kg/cm<sup>2</sup>)    210                       $\beta_1$     0.85                       $\rho$     0.889  
 $\epsilon_y$     0.00200

**Grado del acero**

Grado    60                       $f_y$  (kg/cm<sup>2</sup>);    4200

**Dimensiones de la columna (en cm)**

$h$     30                       $d$  (cm)    23.254  
 $b$     30  
 Recubrimiento    5  
 Tamaño de barras en fibra extrema en tensión    5

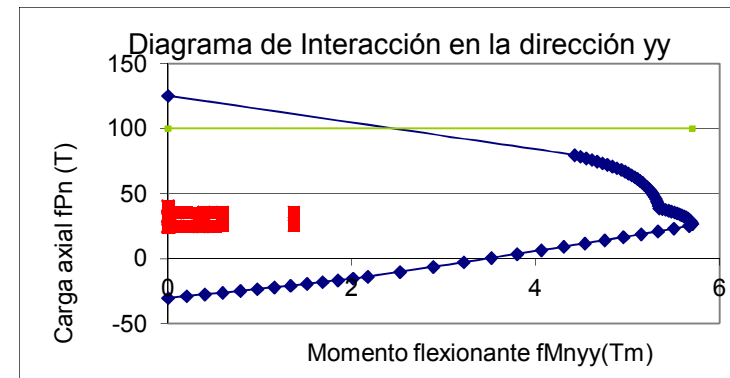
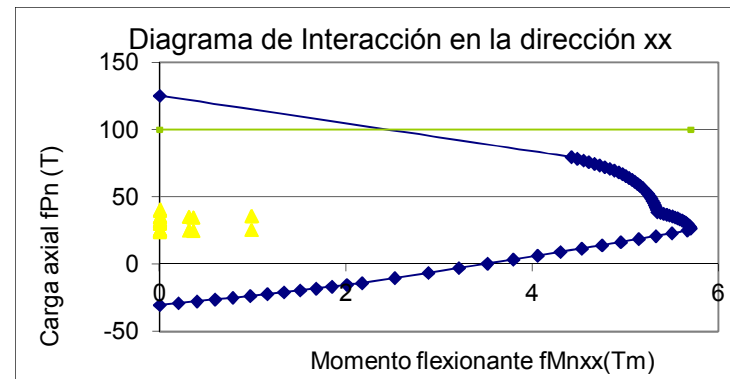
**Tipo de confinamiento**

Tipo de aros    Aros  
 $\phi$  min    0.65  
 Tamaño del aro    3

**Capas de acero**

Capa número	1	2	3	4	5
Cantidad de # 3					
Cantidad de # 4		0			
Cantidad de # 5	2		2		
Cantidad de # 6					
Cantidad de # 7					
Cantidad de # 8					
Cantidad de # 9					
Cantidad de # 10					
Cantidad de # 11					
Área de acero (cm <sup>2</sup> )	4	0	4	0	0
$e$ (cm)	23.254	15	6.746		

*e: distancia a partir de la fibra extrema en compresión al centroide de la capa*

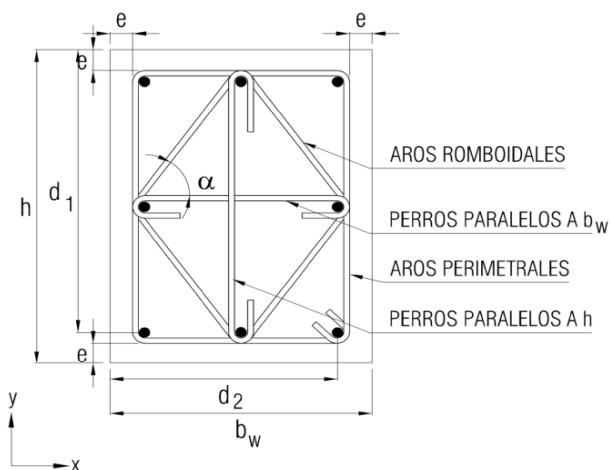


## Capacidad de cortante de la columna

### Generalidades

**Proyecto**                    **Tanques BCIE II**  
**Tanque Cóbano**

**Nombre**                    **Columna C-1 60X30**



### Datos del elemento

Ancho,  $b_w =$  30 cm  
 Peralte,  $h =$  60 cm  
 Recubrimiento = 5 cm  
 Altura efectiva,  $d_1 =$  51.190 cm  
 Ancho efectivo,  $d_2 =$  21.190 cm  
 $f'_c$  (28 días) = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 $\beta_1 =$  0.85  
 Longitud del elemento 410 cm

Recubrimiento según 7.7.1 ACI 318 - 05

$\beta_1$  según 10.2.7.3 ACI 318 - 05

### Datos del refuerzo para cortante o transversal

Grado 60 ksi = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Elasticidad acero 2.10E+06 kg/cm<sup>2</sup>

E acero según 8.1.4 CSCR-2010

### Cantidad y tipo de refuerzo

#### Aros perimetrales

Número de patas del aro en la dirección del cortante 2  
 Denominación del refuerzo transversal 4  
 De esta forma el ancho del aro es de 1.27 cm

#### Perros

Número de patas del aro paralelos a  $h$  0  
 Denominación del refuerzo trans. paralelo a  $h$  3  
 Número de patas del aro paralelos a  $b_w$  1  
 Denominación del refuerzo trans. paralelo a  $b_w$  3

#### Aros romboidales

Número de patas del aro en la dirección del cortante 0  
 Denominación del refuerzo transversal 3

El valor de  $\alpha$  en grados es de,  $\alpha$  (°) = 45.0

El área de refuerzo transversal para soportar el cortante en x (paralelo a  $b_w$ ) es de

3.29 cm<sup>2</sup>

El área de refuerzo transversal para soportar el cortante en y (paralelo a  $h$ ) es de

2.58 cm<sup>2</sup>

## Dimensiones del refuerzo

Barras ASTM A615 y ASTM A706			
Designación	Diámetro	Area	Perímetro
3	0.952	0.71	2.99
4	1.270	1.29	3.90
5	1.588	2.00	4.99
6	1.905	2.84	5.98
7	2.222	3.87	6.98
8	2.540	5.10	7.98
9	2.865	6.45	9.00
10	3.226	8.19	10.14
11	3.581	10.06	11.25

Nota: dimensiones en centímetros

## Capacidad a flexión del elemento en sus extremos

Del diseño a flexocompresión se tiene que

### Capacidad probable a flexión del elemento en la dirección x (cortante en y)

La capacidad probable a flexión se obtiene de acuerdo al diagrama de interacción para la carga axial máxima para las combinaciones 3 y 4. La carga axial para analizar este elemento es de

$$P_u = 0.0 \text{ t}$$

De esta manera la capacidad a flexión es de

$$\phi M_n = 18.4 \text{ tm}$$

donde  $\phi$  es 0.90

La capacidad esperada con un  $f_y$  esperado de 1.25  $f_y$  se determina a partir del diagrama de interacción con  $f_{ye}=1.25f_y$

$$M_{pr} = 20.444 \text{ tm} \quad | f_{ye} = 1.25 f_y \text{ según 8.7.1b CSCR-2010}$$

### Revisión de la capacidad a cortante con el acero suministrado

Del análisis se obtiene que el cortante último de diseño paralelo a la dirección h o en la dirección y es de

$$V_{uy} = 8.35 \text{ t}$$

Además el cortante de diseño no debe ser menor que

$$V_e = \frac{M_{PR1} + M_{PR2}}{L}$$

|Ve según 8.7.1b CSCR-2010

Evaluando se obtiene que

$$V_{ey} = 10.0 \text{ t}$$

La columna debe ser diseñada para un cortante en la dirección y de

10.0 t

### Capacidad probable a flexión del elemento en la dirección y (cortante en x)

La capacidad probable a flexión se obtiene de acuerdo al diagrama de interacción para la carga axial máxima para las combinaciones 3 y 4 en la dirección xx. La carga axial para analizar esta dirección es la misma que la anterior.

De esta manera la capacidad a flexión es de

$$\phi M_n = 8.4 \text{ tm}$$

donde  $\phi$  es 0.90

La capacidad esperada con un  $f_y$  esperado de 1.25  $f_y$  se determina a partir del diagrama de interacción con  $f_{ye} = 1.25 f_y$  según 8.7.1b CSCR-2010

$$M_{pr} = 9.333 \text{ tm}$$

### Revisión de la capacidad a cortante con el acero suministrado

Del análisis se obtiene que el cortante último de diseño paralelo a la dirección h o en la dirección y es de

$$V_{ux} = 0.0 \text{ t}$$

Además el cortante de diseño no debe ser menor que

$$V_{ex} = 4.6 \text{ t}$$

Ve según 8.7.1b CSCR-2010

La viga debe ser diseñada para un cortante en la dirección x de

4.6 t

### Capacidad a cortante de la sección

La capacidad a cortante de la columna depende de la carga axial a la cual se encuentra la sección

$$V_{C\text{PARALELO Y}} = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d_1 \left( 1 + \frac{P_U}{140 A_g} \right)$$

$$V_{C\text{PARALELO X}} = 0.53 \sqrt{f'_c} h d_2 \left( 1 + \frac{P_U}{140 A_g} \right)$$

### Capacidad a cortante en la dirección y

Se considera conservadoramente que la carga axial para el cálculo de la capacidad es de

$$P_U = 0 \text{ t}$$

La capacidad del concreto para cortante es de

$$V_{CY} = 11.79 \text{ t}$$

$$\phi V_{CY} = 8.85 \text{ t}$$

$$\phi V_{CY} / 2 = 4.42 \text{ t} \rightarrow$$

Se deben colocar arcos por cortante

Vc según 11.3.1.2 ACI 318 - 05

$\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

Criterio Asmin según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Acero mínimo cortante

El acero mínimo para cortante se determina con las siguientes ecuaciones

$$A_{S, \text{MIN PARALELO Y}} = 0.2 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_Y} \quad \text{si } f'_c > 306 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{S, \text{MIN PARALELO Y}} = 3.5 \frac{b_w s}{f_Y} \quad \text{si } f'_c \leq 306 \text{ kg/cm}^2$$



Evaluando con el acero suministrado arriba se obtiene que la separación máxima por  $A_{s\ min\ x} = 103.20\ cm$

|  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Separación máxima de aros

$S\ max\ 1 = 26.64\ cm$

|  $S_{max}$  según 8.3.4d CSCR-2010

$S\ max\ 2 = \text{dimensión mínima} / 2 = 30\ cm$

### Contribución de acero fuera de la zona de confinamiento especial en la dirección y

La contribución de los aros se determina de acuerdo con la siguiente ecuación

$$V_{SPARALELOA\ Y} = \frac{A_V f_{y\ TRANSVERSAL} d_1}{S}$$

| Ecuación 11-15 ACI 318 -05

Se utilizará una separación de aros de

$S\ real = 20\ cm$

Cumple con la separación mínima

De esta forma la contribución de los aros es de

$V_{SY} = 27.73\ t$

|  $V_s$  según 11.5.7.2 ACI 318 - 05

$\phi V_{SY} = 20.80\ t$

|  $\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

La capacidad a cortante de la sección en la dirección y considerando la capacidad del concreto y del acero es de

$\phi V_{n\ y} = 29.65\ t$

Cumple con la demanda por cortante

### **Capacidad a cortante en la dirección x**

Se considera conservadoramente que la carga axial para el cálculo de la capacidad es de

$P_u = 0\ t$

La capacidad del concreto para cortante es de

$V_{CX} = 9.76\ t$

|  $V_c$  según 11.3.1.2 ACI 318 - 05

$\phi V_{CX} = 7.32\ t$

|  $\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

$\phi V_{CX} / 2 = 3.66\ t \rightarrow$  RIGE  $A_{s\ min}$

| Criterio  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Acero mínimo cortante

El acero mínimo para cortante se determina con las siguientes ecuaciones

$$A_{S,\ MIN\ PARALELOA\ X} = 0.2 \sqrt{f_c} \frac{h\ s}{f_y} \quad \text{si } f_c > 306\text{kg/cm}^2$$

$$A_{S,\ MIN\ PARALELOA\ X} = 3.5 \frac{h\ s}{f_y} \quad \text{si } f_c \leq 306\text{kg/cm}^2$$

Evaluando con el acero suministrado arriba se obtiene que la separación máxima por  $A_{s\ min\ x} = 65.80\ cm$

|  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Separación máxima de aros

Los requisitos son los mismos que en la otra dirección

Contribución de acero fuera de la zona de confinamiento especial en la dirección x

La contribución de los aros se determina de acuerdo con la siguiente ecuación

$$V_{SPARALELOA X} = \frac{A_v f_y TRANSVERSAL d_2}{S} \quad \text{Ecuación 11-15 ACI 318 -05}$$

Se utilizará una separación de aros de  
 S real 20 cm

Cumple con la separación mínima

De esta forma la contribución de los aros es de

$$V_{SX} = 35.37 \text{ t}$$

$$\phi V_{SX} = 26.53 \text{ t}$$

Vs según 11.5.7.2 ACI 318 - 05  
 $\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

La capacidad a cortante de la sección en la dirección y considerando la capacidad del concreto y del acero es de

$$\phi V_{n x} = 33.85 \text{ t}$$

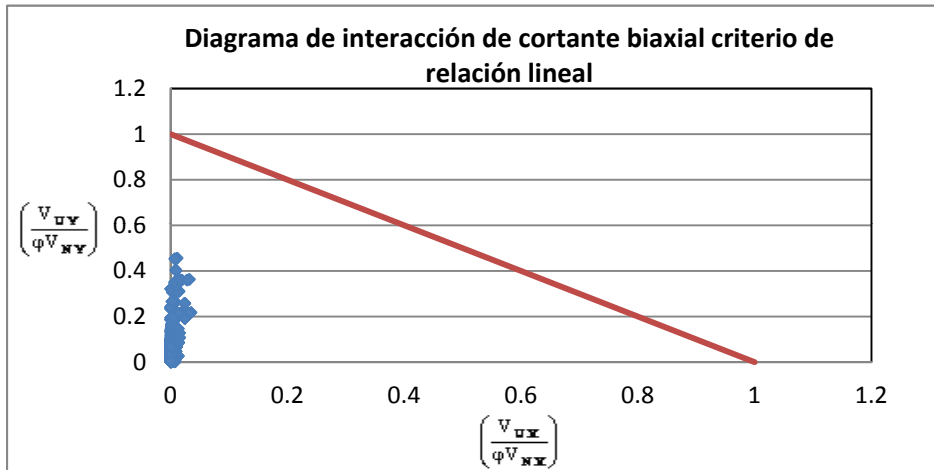
Cumple con la demanda por cortante

**Capacidad a cortante biaxial**

La capacidad a cortante biaxial se determina de acuerdo a la siguiente ecuación, la cual define como capacidad máxima un líneal recta

$$\left( \frac{V_{UX}}{\phi V_{NX}} \right) + \left( \frac{V_{UY}}{\phi V_{NY}} \right) = 1$$

Esta ecuación se debe evaluar para cada cortante en x, en y para la respectiva carga axial. Los resultados se muestran gráficamente a continuación. La línea roja es el límite dado por la anterior ecuación

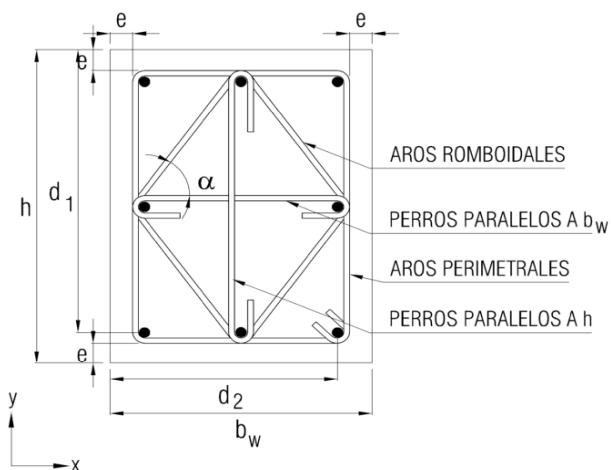


## Capacidad de cortante de la columna

### Generalidades

**Proyecto**                    **Tanques BCI II**  
**Tanque 250 m3 Cóbano**

**Nombre**                      **Columna C-2 30X30**



### Datos del elemento

Ancho,  $b_w =$  30 cm  
 Peralte,  $h =$  30 cm  
 Recubrimiento = 5 cm  
 Altura efectiva,  $d_1 =$  21.508 cm  
 Ancho efectivo,  $d_2 =$  21.508 cm  
 $f'_c$  (28 días) = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 $\beta_1 =$  0.85  
 Longitud del elemento 434 cm

Recubrimiento según 7.7.1 ACI 318 - 11

$\beta_1$  según 10.2.7.3 ACI 318 - 11

### Datos del refuerzo para cortante o transversal

Grado 60 ksi = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Elasticidad acero 2.10E+06 kg/cm<sup>2</sup>

E acero según 8.1.4 CSCR-2010

### Cantidad y tipo de refuerzo

#### Aros perimetrales

Número de patas del aro en la dirección del cortante 2  
 Denominación del refuerzo transversal 3  
 De esta forma el ancho del aro es de 0.952 cm

#### Perros

Número de patas del aro paralelos a  $h$  0  
 Denominación del refuerzo trans. paralelo a  $h$  3  
 Número de patas del aro paralelos a  $b_w$  0  
 Denominación del refuerzo trans. paralelo a  $b_w$  3

#### Aros romboidales

Número de patas del aro en la dirección del cortante 0  
 Denominación del refuerzo transversal 3

El valor de  $\alpha$  en grados es de,  $\alpha$  (°) = 45.0

El área de refuerzo transversal para soportar el cortante en x (paralelo a  $b_w$ ) es de 1.42 cm<sup>2</sup>  
 El área de refuerzo transversal para soportar el cortante en y (paralelo a  $h$ ) es de 1.42 cm<sup>2</sup>

**Dimensiones del refuerzo**

Barras ASTM A615 y ASTM A706			
Designación	Diámetro	Area	Perímetro
3	0.952	0.71	2.99
4	1.270	1.29	3.90
5	1.588	2.00	4.99
6	1.905	2.84	5.98
7	2.222	3.87	6.98
8	2.540	5.10	7.98
9	2.865	6.45	9.00
10	3.226	8.19	10.14
11	3.581	10.06	11.25

Nota: dimensiones en centímetros

**Capacidad a flexión del elemento en sus extremos**

Del diseño a flexocompresión se tiene que

**Capacidad probable a flexión del elemento en la dirección x (cortante en y)**

La capacidad probable a flexión se obtiene de acuerdo al diagrama de interacción para la carga axial máxima para las combinaciones 3 y 4. La carga axial para analizar este elemento es de

$$P_u = 38.3 \text{ t}$$

De esta manera la capacidad a flexión es de

$$\phi M_n = 7.0 \text{ tm}$$

donde  $\phi$  es 0.88

La capacidad esperada con un  $f_y$  esperado de 1.25  $f_y$  se determina a partir del diagrama de interacción con  $f_{ye}=1.25f_y$

$$M_{pr} = 7.989 \text{ tm} \quad | f_{ye} = 1.25 f_y \text{ según 8.7.1b CSCR-2010}$$

**Revisión de la capacidad a cortante con el acero suministrado**

Del análisis se obtiene que el cortante último de diseño paralelo a la dirección h o en la dirección y es de

$$V_{uy} = 0.23 \text{ t}$$

Además el cortante de diseño no debe ser menor que

$$V_e = \frac{M_{PR1} + M_{PR2}}{L}$$

|Ve según 8.7.1b CSCR-2010

Evaluando se obtiene que

$$V_{ey} = 3.7 \text{ t}$$

La columna debe ser diseñada para un cortante en la dirección y de

3.7 t

### Capacidad probable a flexión del elemento en la dirección y (cortante en x)

La capacidad probable a flexión se obtiene de acuerdo al diagrama de interacción para la carga axial máxima para las combinaciones 3 y 4 en la dirección xx. La carga axial para analizar esta dirección es la misma que la anterior.

De esta manera la capacidad a flexión es de

$$\phi M_n = 7.0 \text{ tm}$$

donde  $\phi$  es 0.88

La capacidad esperada con un  $f_y$  esperado de 1.25  $f_y$  se determina a partir del diagrama de interacción con  $f_{ye} = 1.25 f_y$  según 8.7.1b CSCR-2010

$$M_{pr} = 7.955 \text{ tm}$$

### Revisión de la capacidad a cortante con el acero suministrado

Del análisis se obtiene que el cortante último de diseño paralelo a la dirección h o en la dirección y es de

$$V_{ux} = 0.0 \text{ t}$$

Además el cortante de diseño no debe ser menor que

$$V_{ex} = 3.7 \text{ t}$$

Ve según 8.7.1b CSCR-2010

La viga debe ser diseñada para un cortante en la dirección x de

$$3.7 \text{ t}$$

### Capacidad a cortante de la sección

La capacidad a cortante de la columna depende de la carga axial a la cual se encuentra la sección

$$V_{C\text{PARALELO Y}} = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d_1 \left( 1 + \frac{P_U}{140 A_g} \right)$$

$$V_{C\text{PARALELO X}} = 0.53 \sqrt{f'_c} h d_2 \left( 1 + \frac{P_U}{140 A_g} \right)$$

### Capacidad a cortante en la dirección y

Se considera conservadoramente que la carga axial para el cálculo de la capacidad es de

$$P_U = 0 \text{ t}$$

La capacidad del concreto para cortante es de

$$V_{CY} = 4.96 \text{ t}$$

$$\phi V_{CY} = 3.72 \text{ t}$$

$$\phi V_{CY} / 2 = 1.86 \text{ t} \rightarrow$$

RIGE As min

Vc según 11.3.1.2 ACI 318 - 05

$\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

Criterio Asmin según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Acero mínimo cortante

El acero mínimo para cortante se determina con las siguientes ecuaciones

$$A_{S, \text{MIN PARALELO Y}} = 0.2 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_Y} \quad \text{si } f'_c > 306 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{S, \text{MIN PARALELO Y}} = 3.5 \frac{b_w s}{f_Y} \quad \text{si } f'_c \leq 306 \text{ kg/cm}^2$$

Evaluando con el acero suministrado arriba se obtiene que la separación máxima por  $A_{s\ min\ x} =$  56.80 cm

|  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Separación máxima de aros

$S\ max\ 1 =$  19.08 cm

|  $S_{max}$  según 8.3.4d CSCR-2010

$S\ max\ 2 =$  dimensión mínima / 2 = 15 cm

### Contribución de acero fuera de la zona de confinamiento especial en la dirección y

La contribución de los aros se determina de acuerdo con la siguiente ecuación

$$V_{SPARALELO\ Y} = \frac{A_V f_y TRANSVERSAL d_1}{S}$$

| Ecuación 11-15 ACI 318 -05

Se utilizará una separación de aros de

$S\ real$  15 cm

Cumple con la separación mínima

De esta forma la contribución de los aros es de

$V_{SY} =$  8.55 t

$\phi V_{SY} =$  6.41 t

|  $V_s$  según 11.5.7.2 ACI 318 - 05

|  $\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

La capacidad a cortante de la sección en la dirección y considerando la capacidad del concreto y del acero es de

$\phi V_n\ y =$  10.13 t

Cumple con la demanda por cortante

### **Capacidad a cortante en la dirección x**

Se considera conservadoramente que la carga axial para el cálculo de la capacidad es de

$P_u =$  0 t

La capacidad del concreto para cortante es de

$V_{CX} =$  4.96 t

$\phi V_{CX} =$  3.72 t

$\phi V_{CX} / 2 =$  1.86 t

→ RIGE  $A_{s\ min}$

|  $V_c$  según 11.3.1.2 ACI 318 - 05

|  $\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

| Criterio  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Acero mínimo cortante

El acero mínimo para cortante se determina con las siguientes ecuaciones

$$A_{S,MINPARALELO\ X} = 0.2\sqrt{f_c} \frac{h\ s}{f_y} \quad \text{si } f_c > 306\text{kg/cm}^2$$

$$A_{S,MINPARALELO\ X} = 3.5 \frac{h\ s}{f_y} \quad \text{si } f_c \leq 306\text{kg/cm}^2$$

Evaluando con el acero suministrado arriba se obtiene que la separación máxima por  $A_{s\ min\ x} =$  56.80 cm

|  $A_{s\ min}$  según 11.5.5.1 ACI 318 -05

### Separación máxima de aros

Los requisitos son los mismos que en la otra dirección

Contribución de acero fuera de la zona de confinamiento especial en la dirección x

La contribución de los aros se determina de acuerdo con la siguiente ecuación

$$V_{SPARALELOA X} = \frac{A_v f_{y \text{ TRANSVERSAL}} d_2}{S} \quad \left| \text{Ecuación 11-15 ACI 318 -05} \right.$$

Se utilizará una separación de aros de

S real 15 cm

Cumple con la separación mínima

De esta forma la contribución de los aros es de

$$V_{S X} = 8.55 \text{ t}$$

$$\phi V_{S X} = 6.41 \text{ t}$$

$V_s$  según 11.5.7.2 ACI 318 - 05

$\phi = 0.75$  según 11.1.4d CSCR-2010

La capacidad a cortante de la sección en la dirección y considerando la capacidad del concreto y del acero es de

$$\phi V_{n x} = 10.13 \text{ t}$$

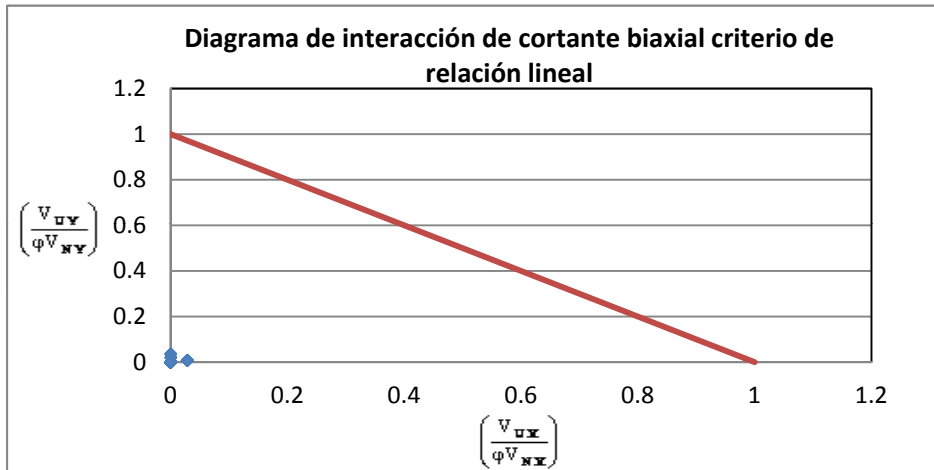
Cumple con la demanda por cortante

**Capacidad a cortante biaxial**

La capacidad a cortante biaxial se determina de acuerdo a la siguiente ecuación, la cual define como capacidad máxima un líneal recta

$$\left( \frac{V_{UX}}{\phi V_{NX}} \right) + \left( \frac{V_{UY}}{\phi V_{NY}} \right) = 1$$

Esta ecuación se debe evaluar para cada cortante en x, en y para la respectiva carga axial. Los resultados se muestran gráficamente a continuación. La línea roja es el límite dado por la anterior ecuación



## Diseño por flexión de vigas de concreto rectangulares según CSCR-10

Proyecto: Tanques BCIE II-Tanque Cóbano 250m3

Viga: **Viga VE-1**

### 1. Datos Generales



#### a. Características geométricas:

b = 25 cm  
h = 50 cm  
d = 43.255 cm

#### b. Características de los materiales:

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

#### c. Fuerzas internas:

$M_u^+ = 5.5 \text{ ton*m}$   
 $M_u^- = 8.22 \text{ ton*m}$

### 2. Determinación del acero por momento positivo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^+ = M_u^+ / (\phi f_y (0.9d)) = 3.74 \text{ cm}^2 \quad \text{Rige}$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * bd = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f_c} / f_y * bd = 2.98 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^+ = 4.98 \text{ cm}^2$$

Ec 10-3 ACI-11  
Ec 10-3 ACI-11  
Sec. 10.5.3 ACI-11

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	4200
0	# 4	1.29	0	4200
0	# 5	2	0	4200
4	# 6	2.84	11.36	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

#### c. Determinación de a, c, $\epsilon_y$ , $\phi$ , $M_n$ y $\phi M_n$

$$a = T_u / (0.85 * f_c * b) = 10.69 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 12.58 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.007 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^+ = T_u * (d - a/2) = 18.09 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^+ = 16.28 \text{ ton*m} \quad \text{Cumple}$$

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 11.36 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 47712 \text{ kg/cm}^2$$



### 3. Determinación del acero por momento negativo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^- = M_u^- / (\phi f_y (0.9d)) = 5.59 \text{ cm}^2 \quad \text{Rige}$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * b d = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f_c} / f_y * b d = 2.98 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^- = 7.45 \text{ cm}^2$$

Ec 10-3 ACI-11  
Ec 10-3 ACI-11  
Sec. 10.5.3 ACI-11

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
<u>0</u>	# 3	0.71	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 4	1.29	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 5	2	0	<u>4200</u>
<u>2</u>	# 6	2.84	5.68	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 7	3.87	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 8	5.1	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 9	6.45	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 10	8.19	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 11	10.06	0	<u>4200</u>

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f_c * b) = 5.35 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 6.29 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.018 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^- = T_u * (d - a / 2) = 9.68 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^- = 8.71 \text{ ton*m} \quad \text{Cumple}$$

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 5.68 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 23856 \text{ kg/cm}^2$$

## Diseño por cortante de vigas de concreto rectangulares según CSCR-10

Proyecto: Tanques BCIE II-Tanque Cóbano 250m<sup>3</sup>

Viga: **Viga VE-1**

### 1. Datos Generales



a. Características geométricas:

$$\begin{aligned} b &= 25 \text{ cm} \\ h &= 50 \text{ cm} \\ d &= 43.255 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Características de los materiales:

$$\begin{aligned} f_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_{yt} &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c. Fuerzas internas:

$$V_u = 7.05 \text{ ton}$$

### 2. Determinación del cortante requerido por una viga que presenta rótulas plásticas en sus extremos $V_e$

$$\begin{aligned} V_{ug} &= 5 \text{ ton} & M_{pr1} &= 21.81 \text{ ton}\cdot\text{m} \\ L &= 8 \text{ m} & M_{pr2} &= 11.90 \text{ ton}\cdot\text{m} \\ V_e &= (M_{pr1} + M_{pr2}) / (L - d) + V_{ug} = 9.46 \text{ ton} > V_u \\ V_{diseño} &= 9.46 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 3. Cálculo de la capacidad a cortante de la sección de concreto $V_c$

$$\begin{aligned} V_c &= 0.53\sqrt{f_c} \cdot bd = 8.31 \text{ ton} \\ V_{smin} &= V_{diseño} / \phi - V_c = 4.30 \text{ ton} \end{aligned} \quad \left| \text{Ec. 11-3 ACI-11} \right.$$

### 4. Cálculo de la capacidad a cortante de la configuración de aros $V_s$

a. Determinación de la separación de los aros

$$s_{max} \begin{cases} d/2 = 21.6275 \text{ cm} \\ d/4 = 10.81375 \text{ cm} \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Sec. 11.5.5.2 ACI-11} \\ \text{Sec. 8.2.6 CSCR-10} \end{array} \right.$$

$$s_{propuesto} = 10 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{vmin}^1 &= 0.2\sqrt{f_c} \cdot bs / f_{yt} = 0.173 \text{ cm}^2 \\ A_{vmin}^2 &= 3.5bs / f_{yt} = 0.2083333 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Ec. 11-13 ACI-11} \\ \text{Ec. 11-13 ACI-11} \end{array} \right.$$

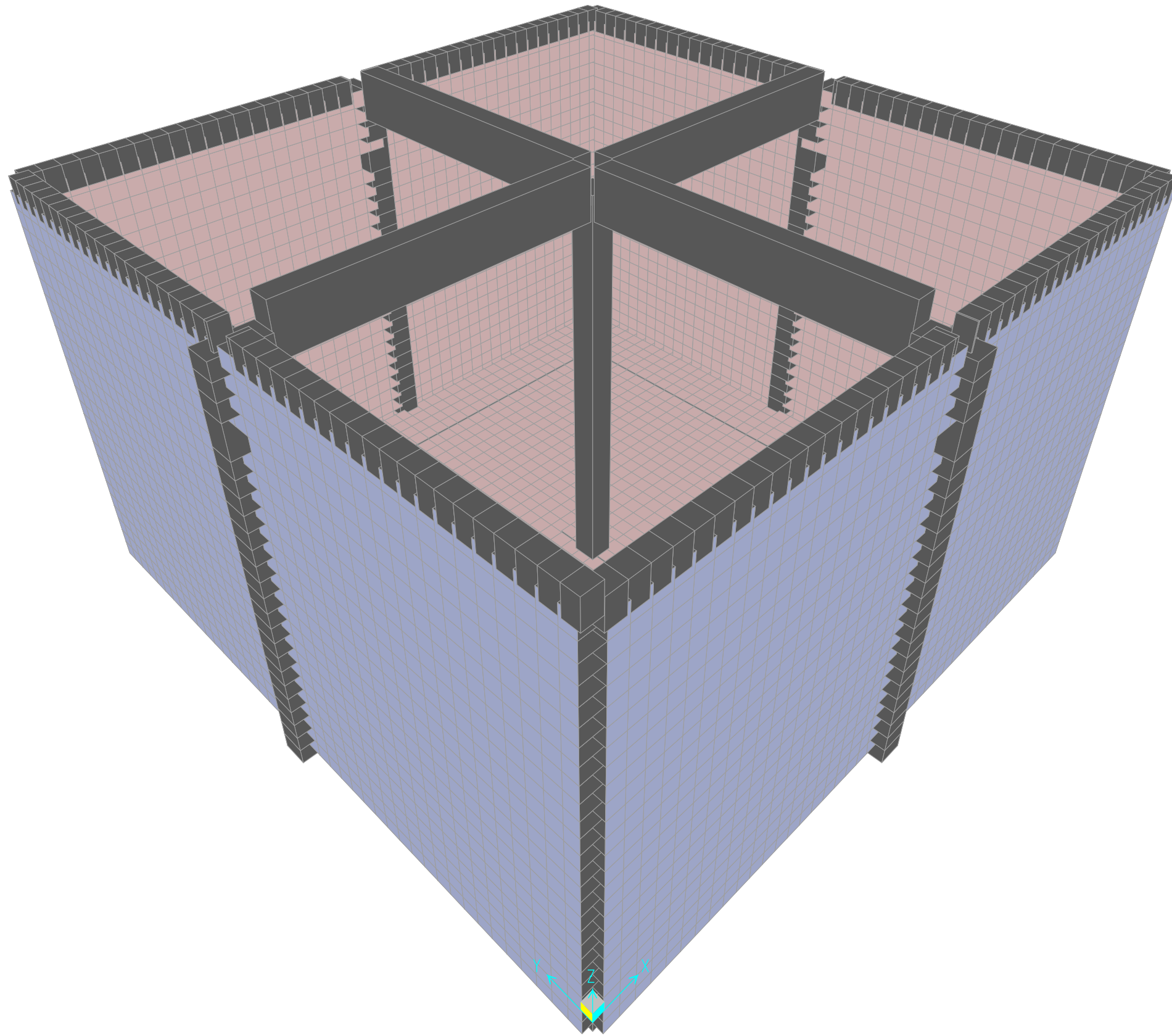
Rige

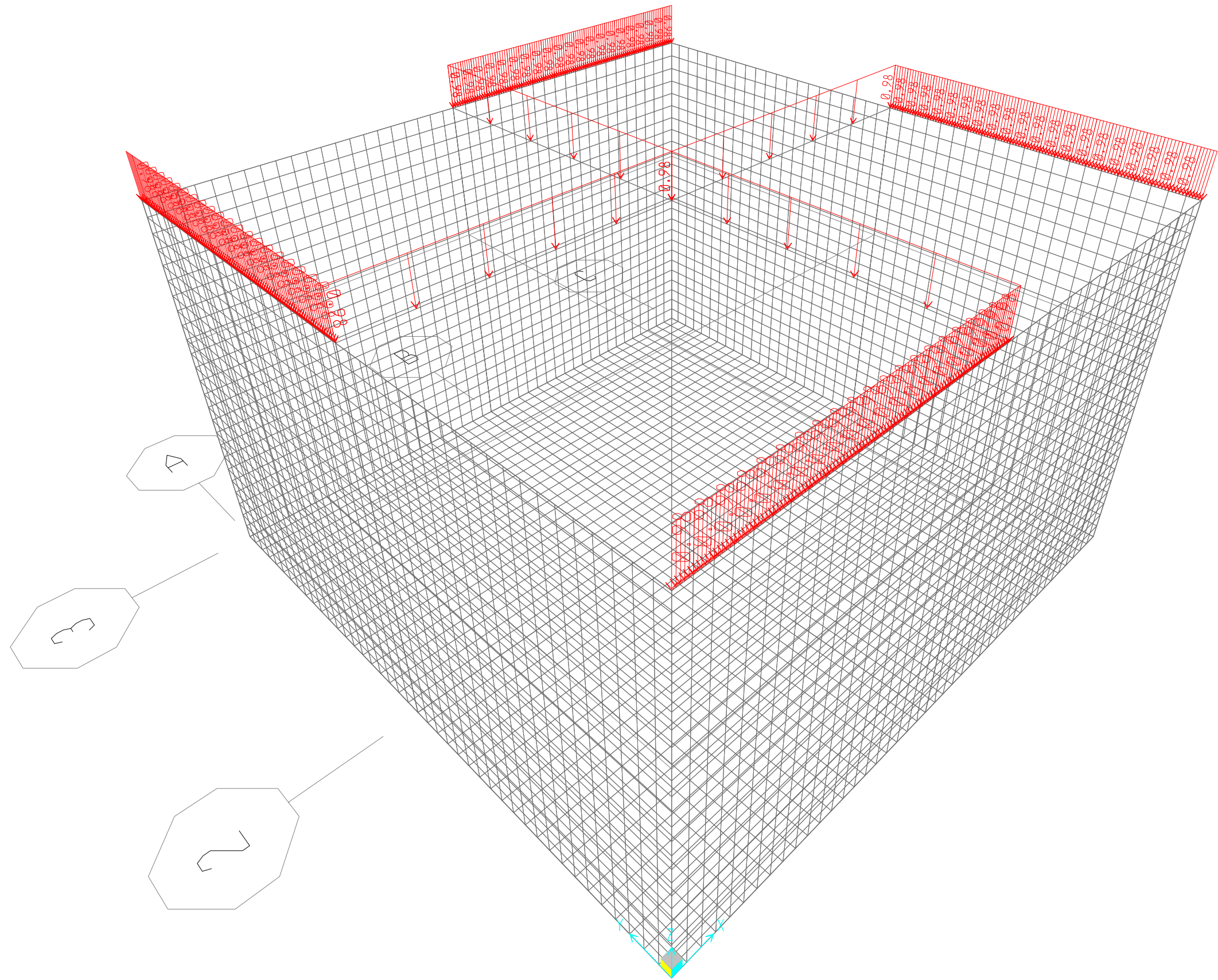
b. Cálculo del acero real

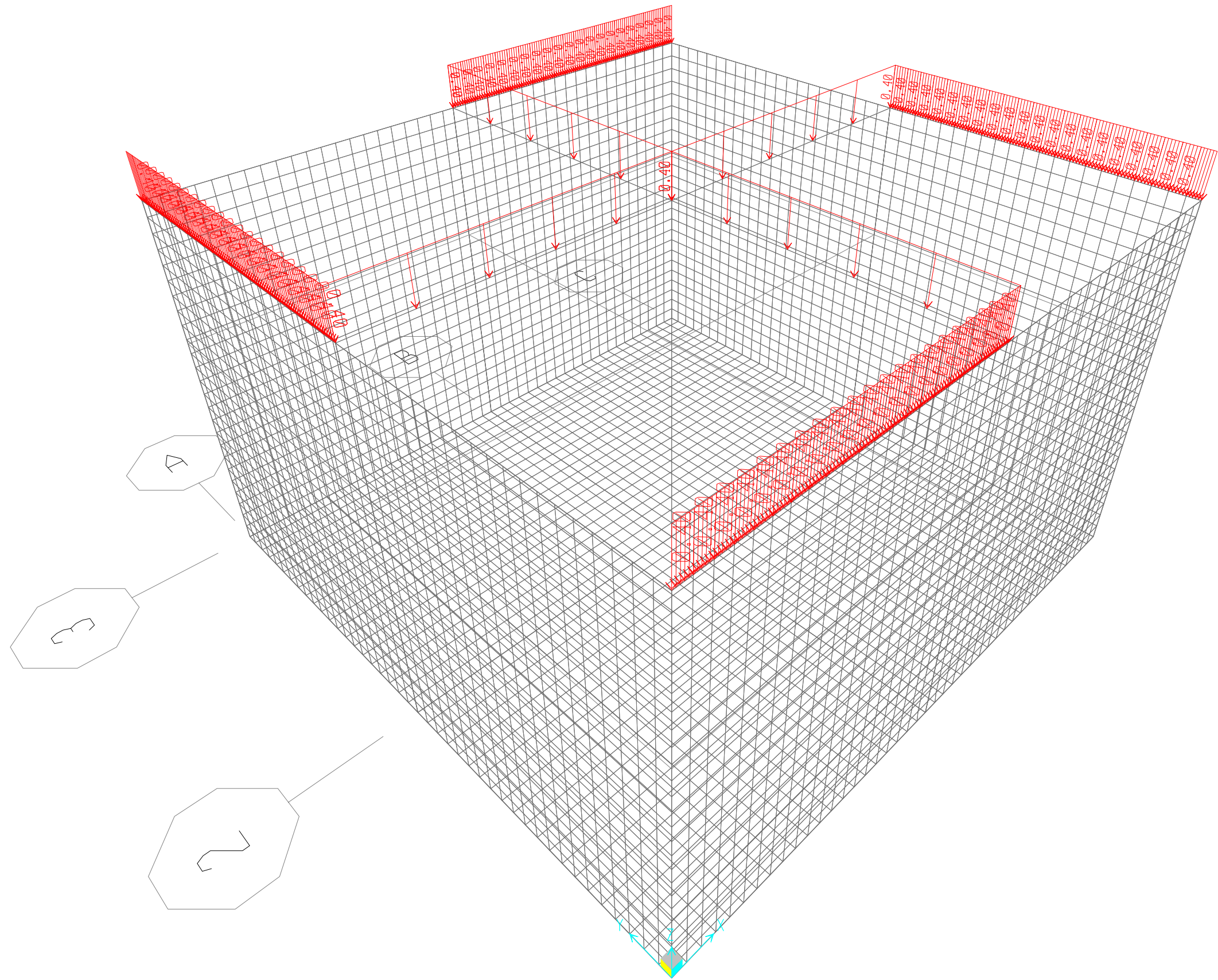
No. patas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 2	0.32	0	4200
2	# 3	0.71	1.42	4200
0	# 4	1.29	0	4200
0	# 5	2	0	4200
0	# 6	2.84	0	4200

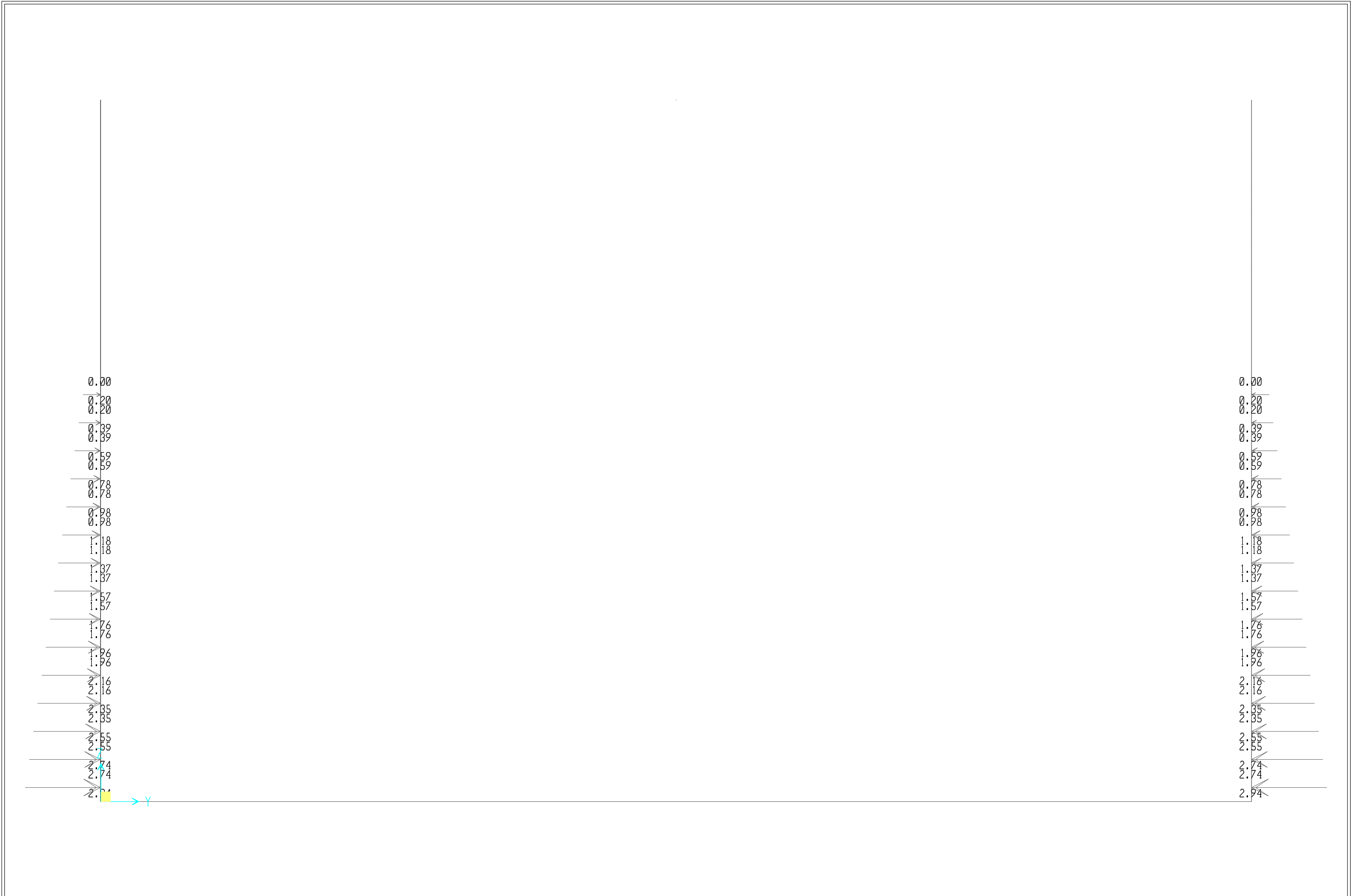
$$A_{vreal} = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$V_s = A_v f_{yt} d / s = 25.80 \text{ ton} \quad \text{Cumple} \quad \left| \text{Ec. 11-15 ACI-11} \right.$$

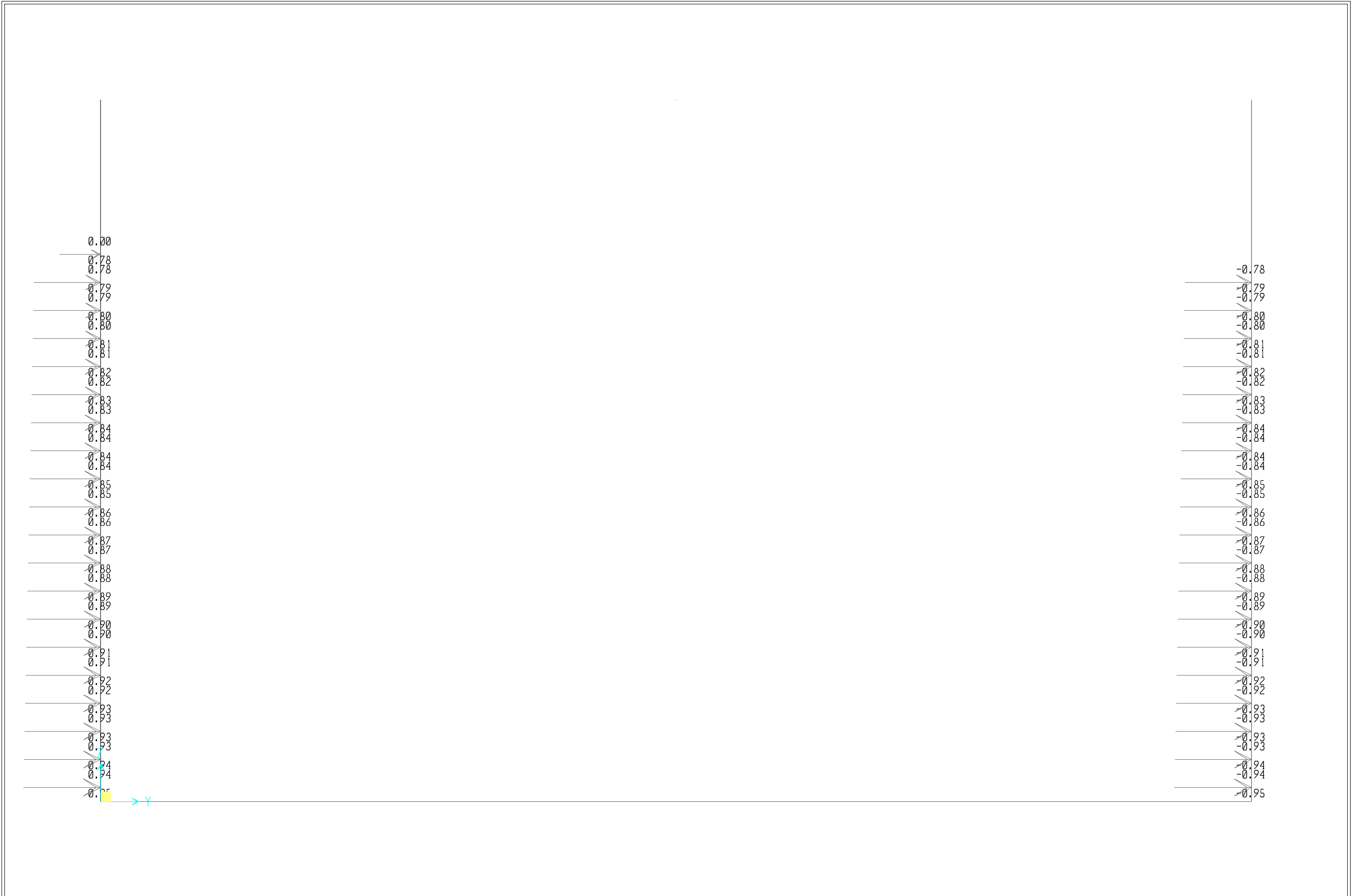




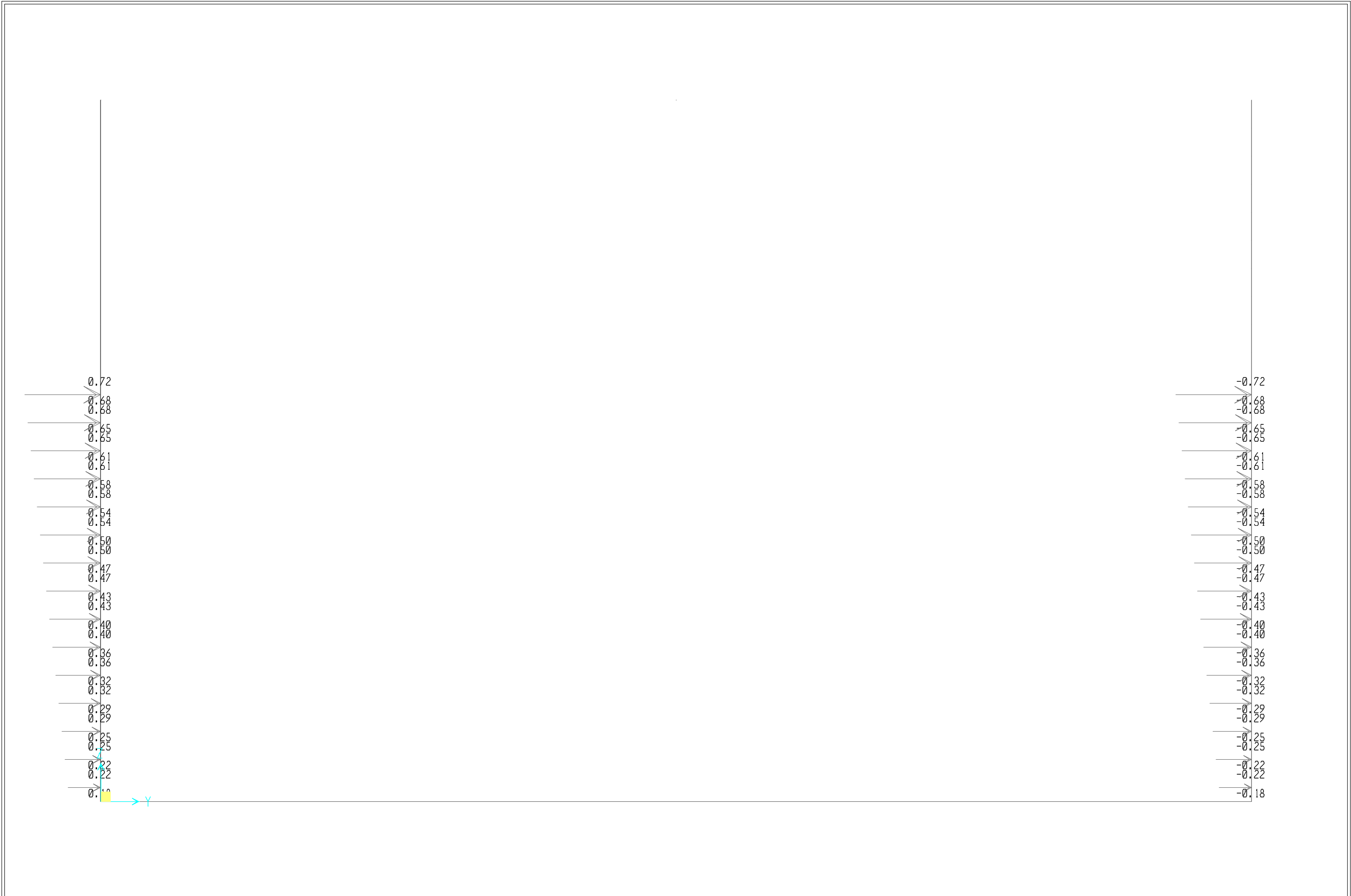




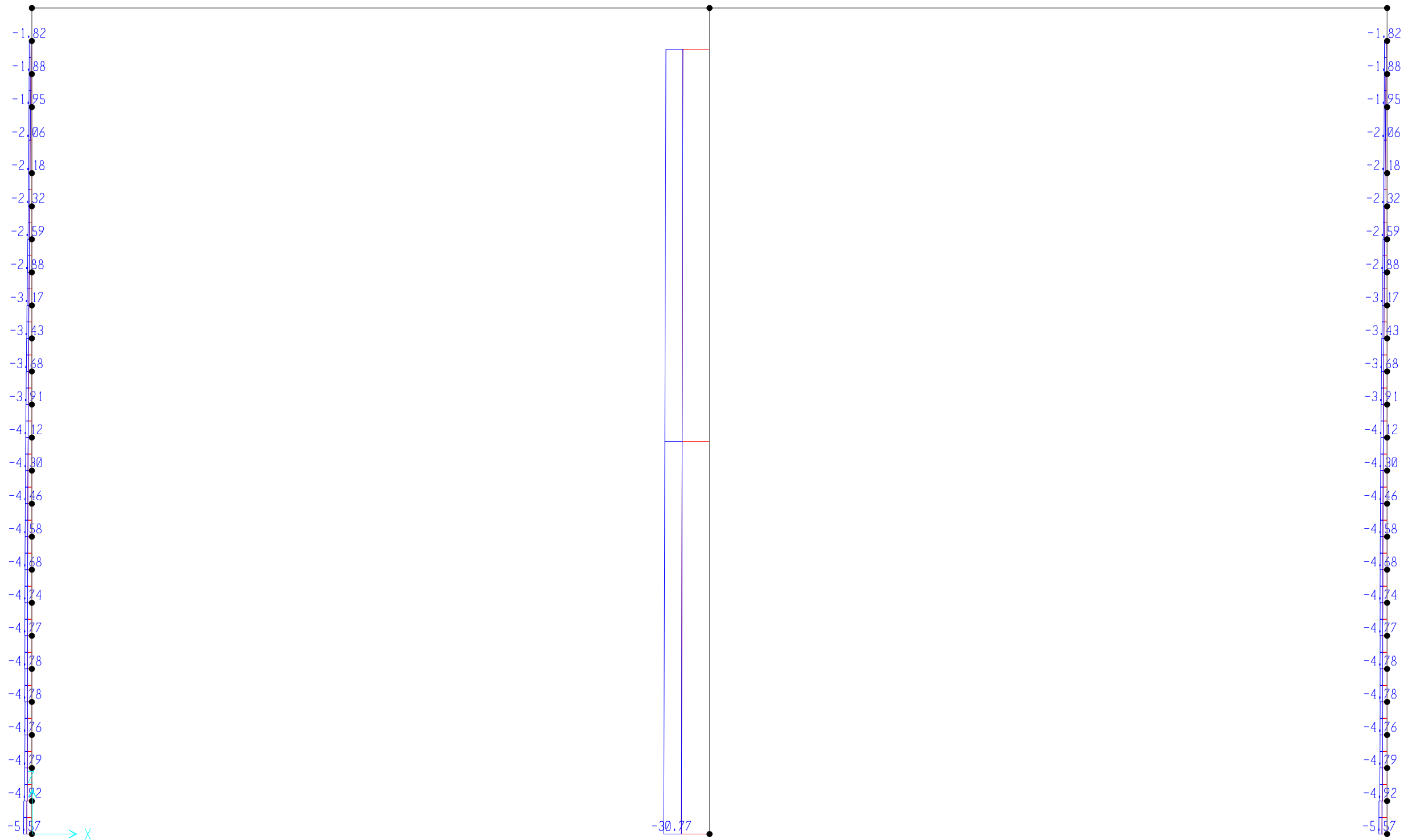


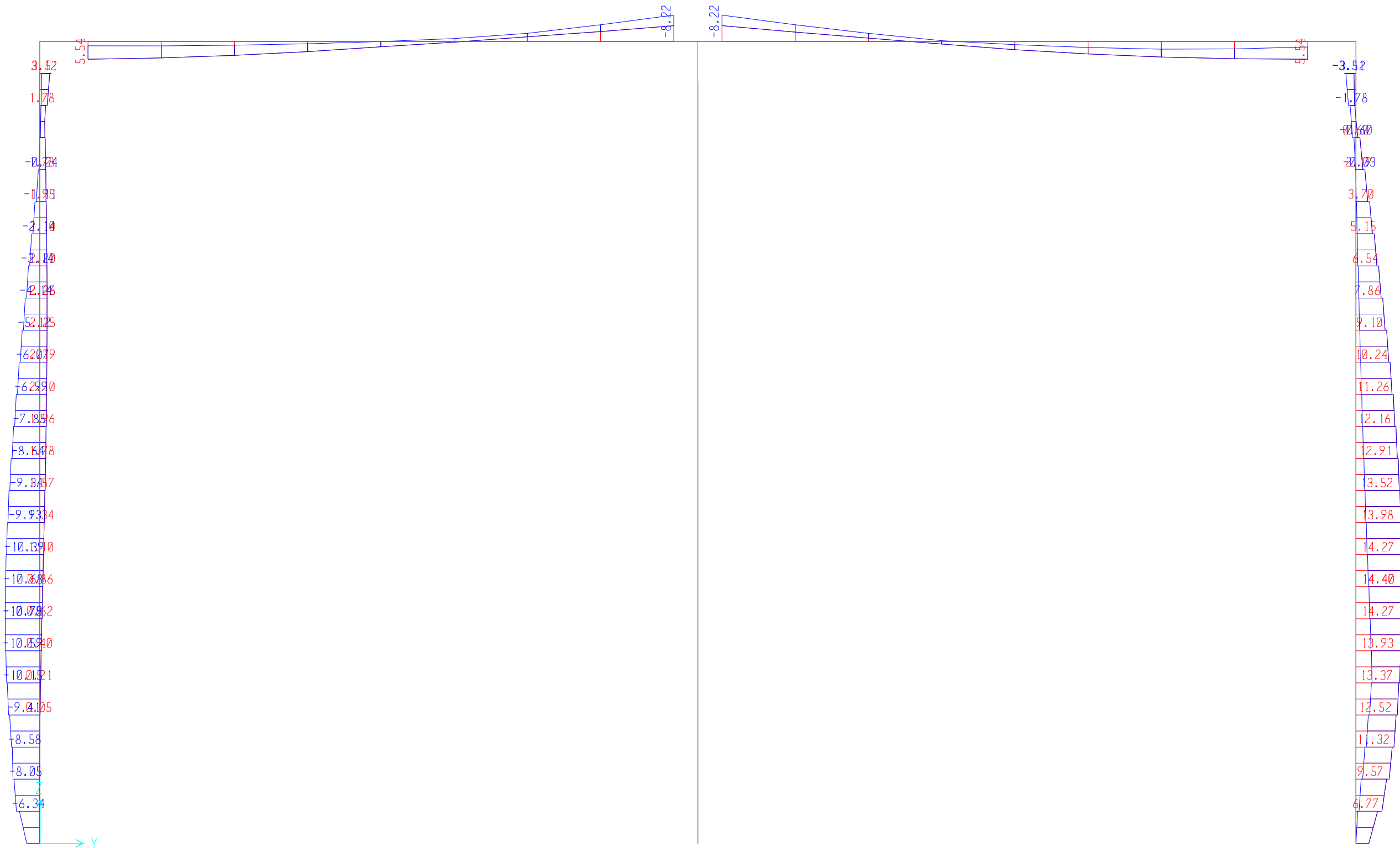


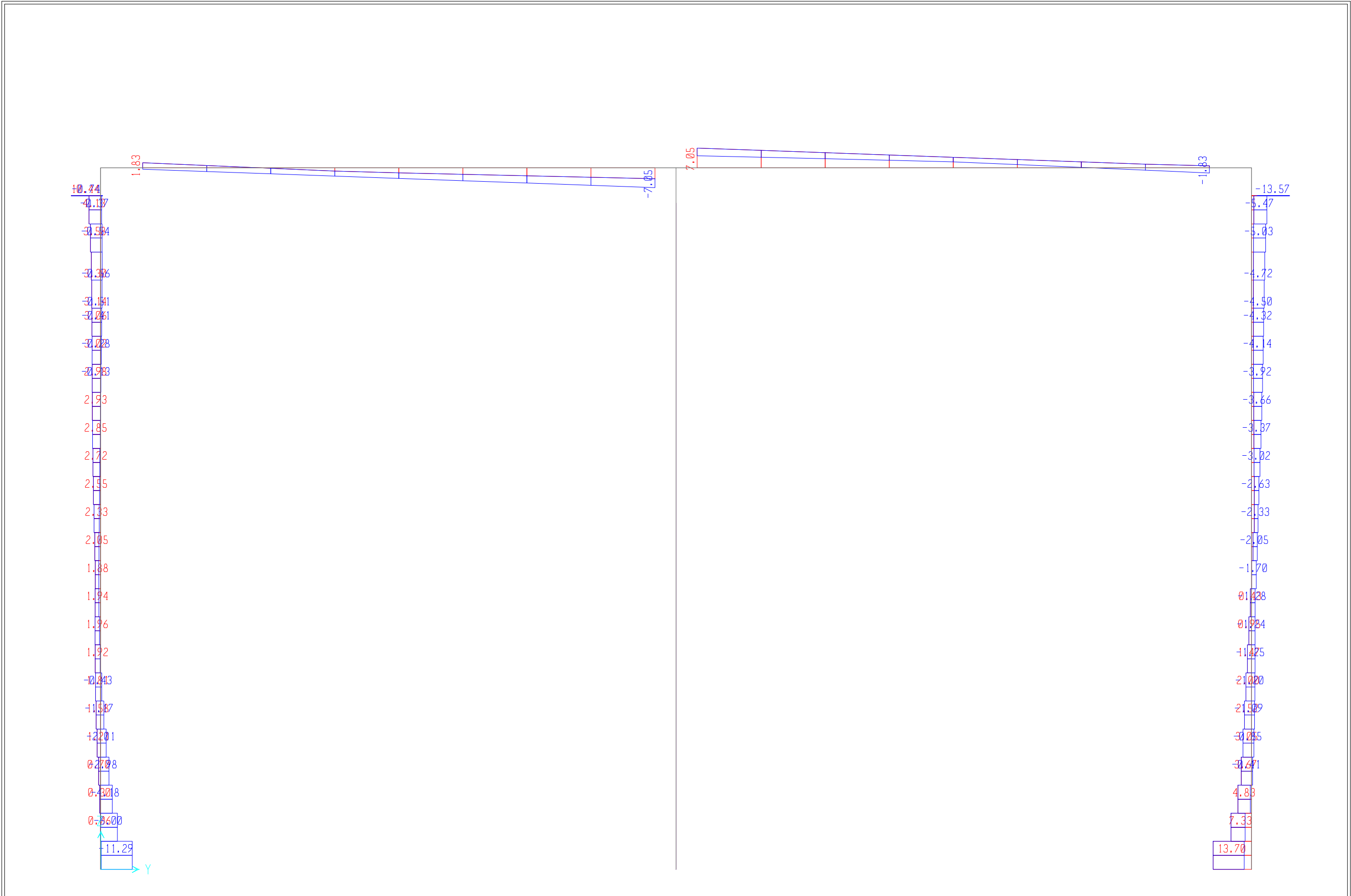


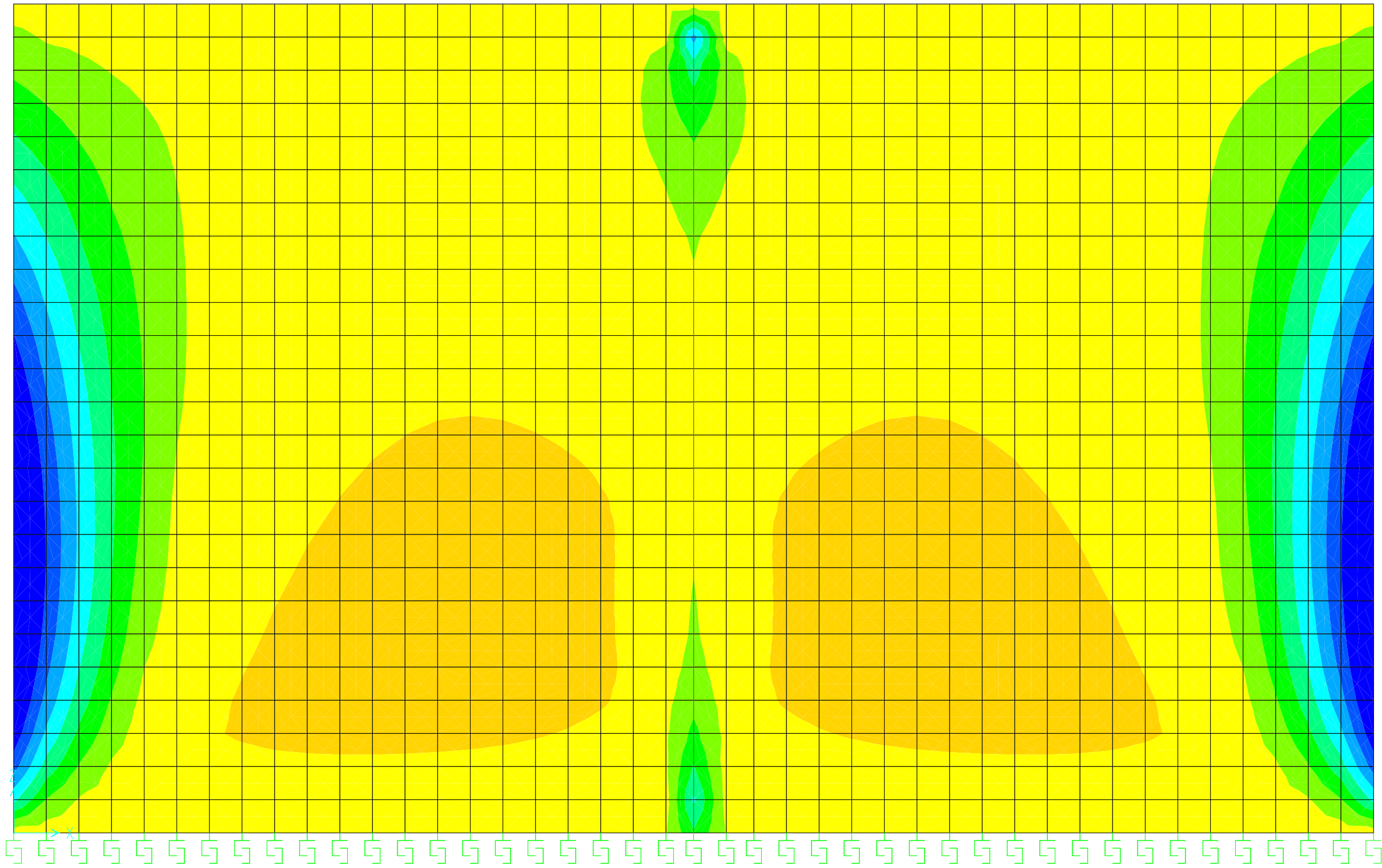




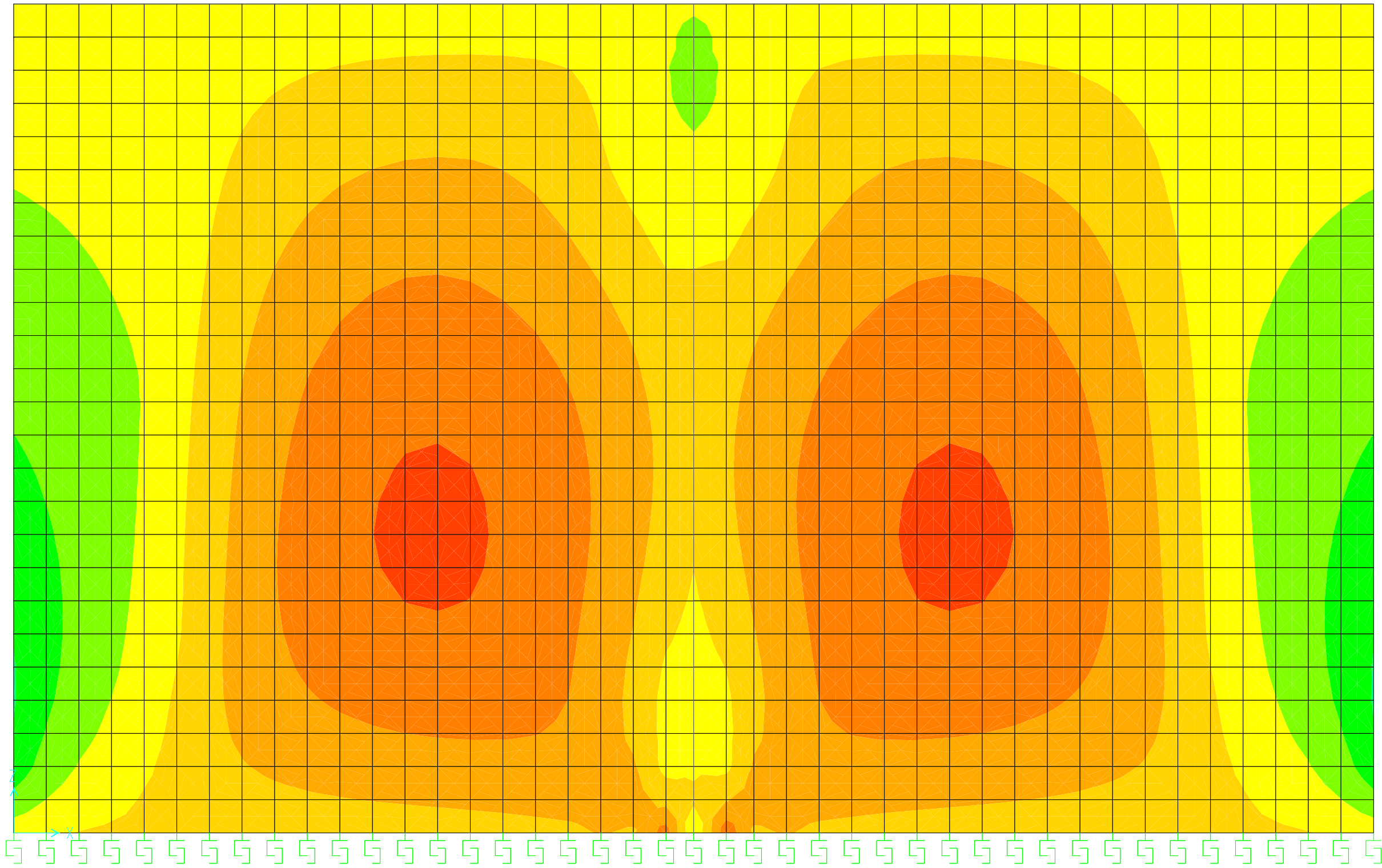


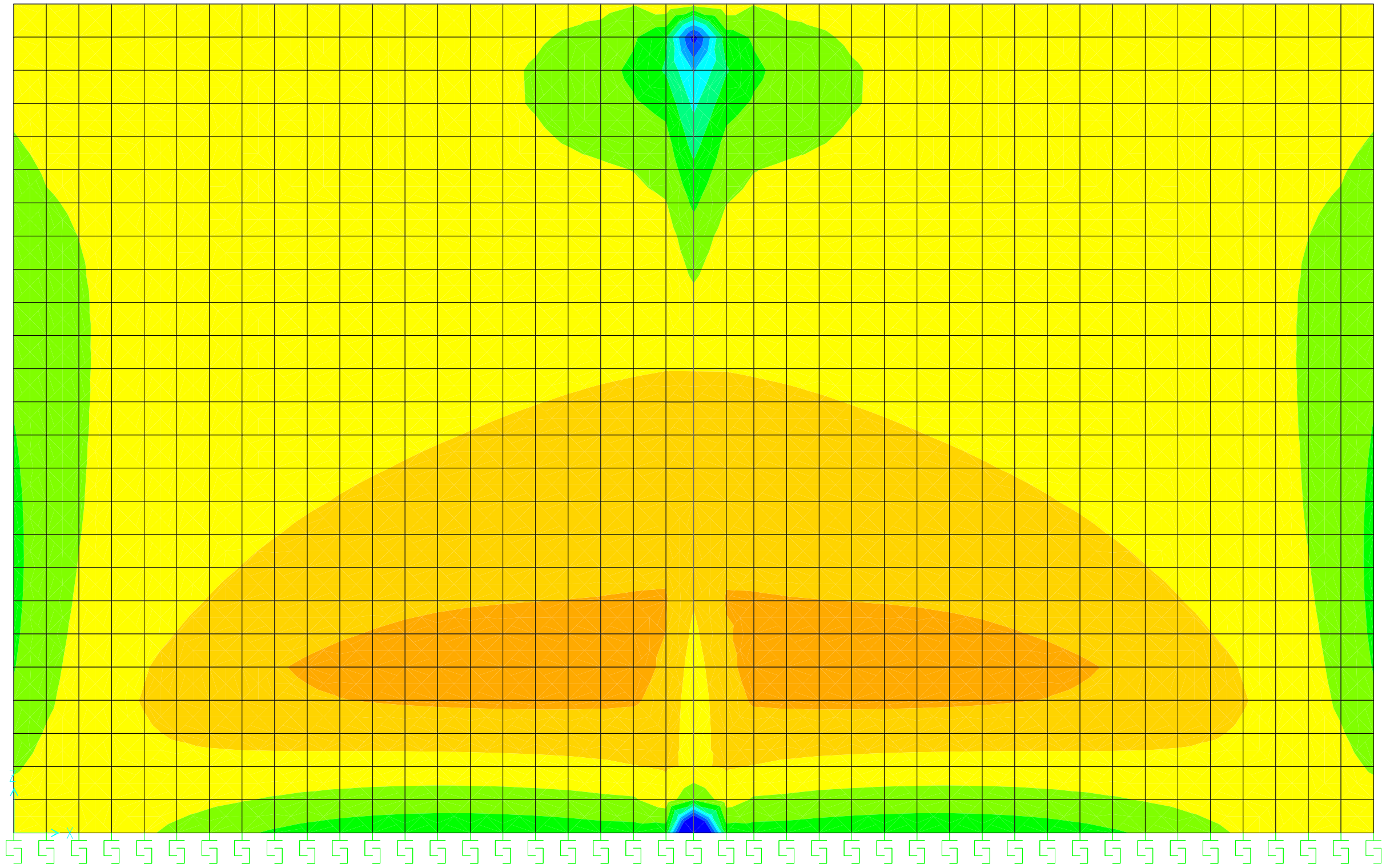






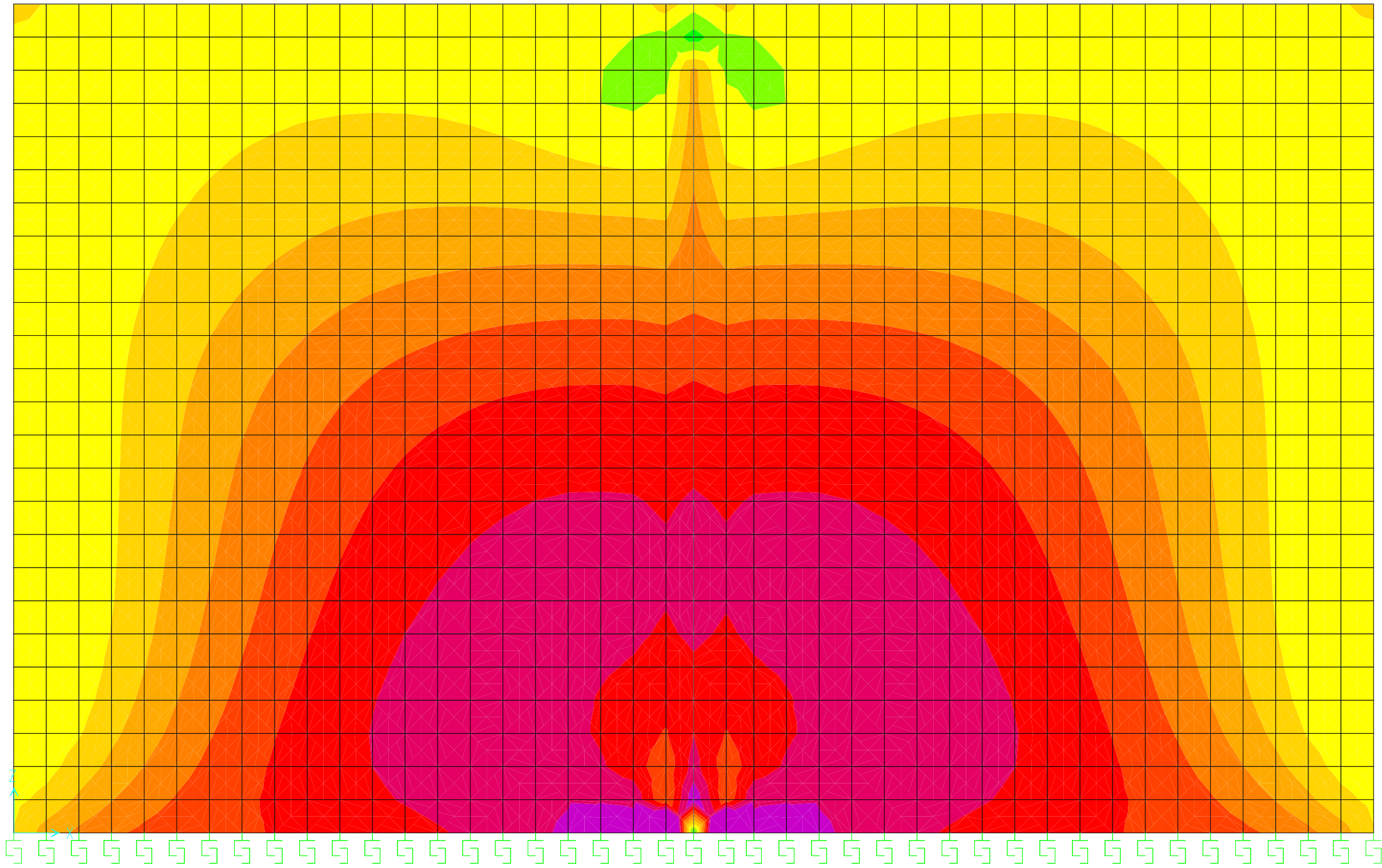
-4.00    -3.38    -2.77    -2.15    -1.54    -0.92    -0.31    0.31    0.92    1.54    2.15    2.77    3.38    4.00



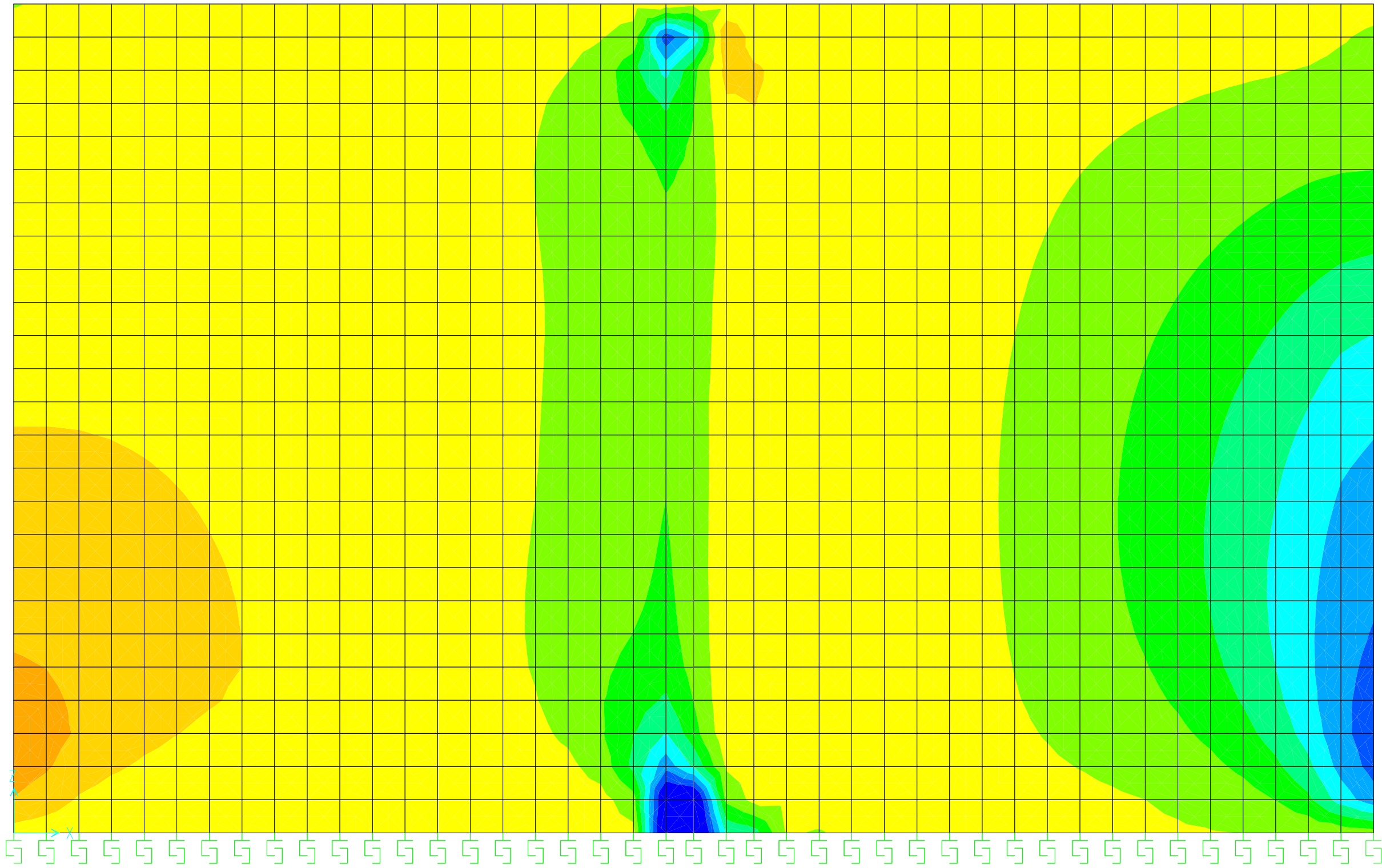


-4.00 -3.38 -2.77 -2.15 -1.54 -0.92 -0.31 0.31 0.92 1.54 2.15 2.77 3.38 4.00

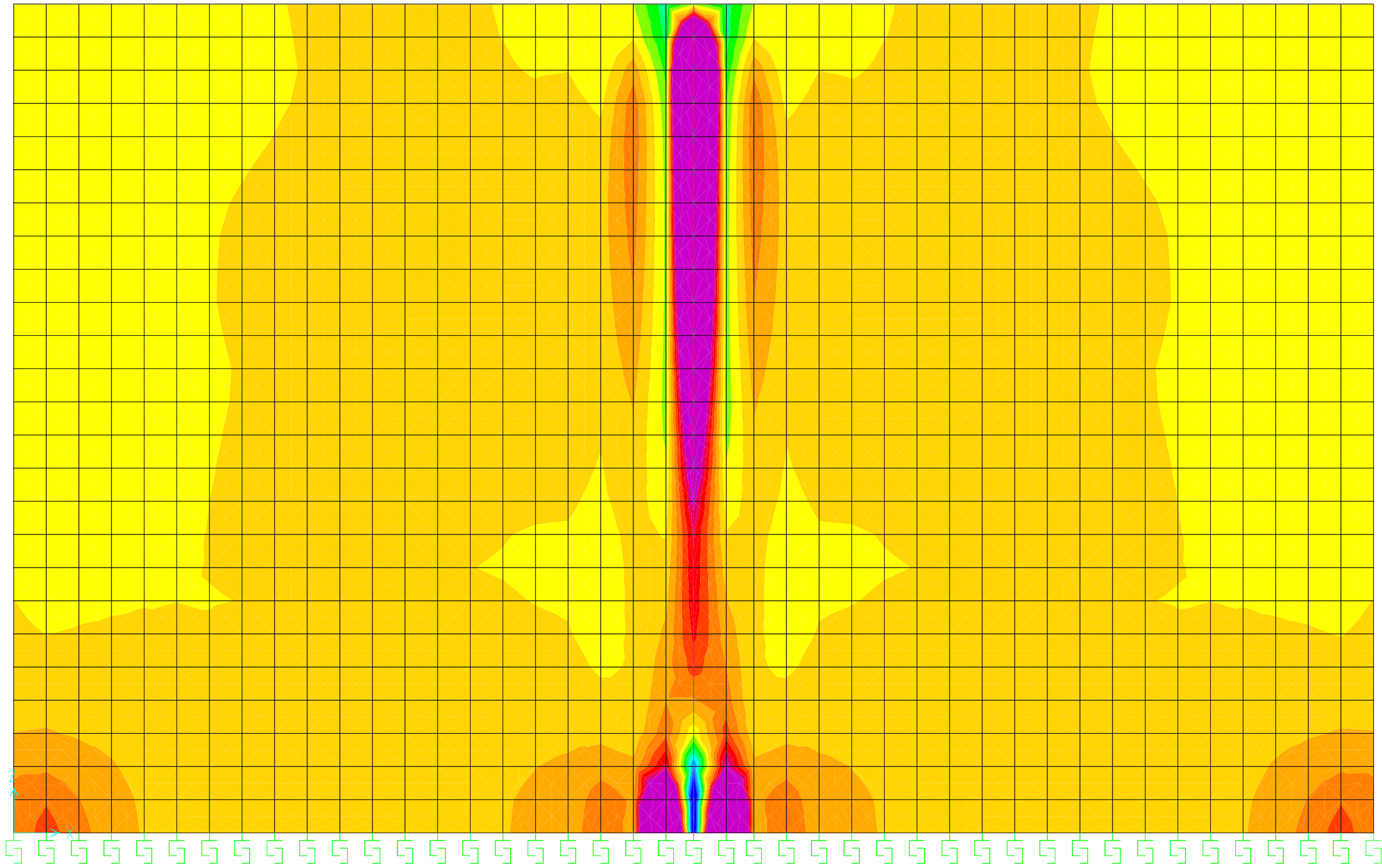




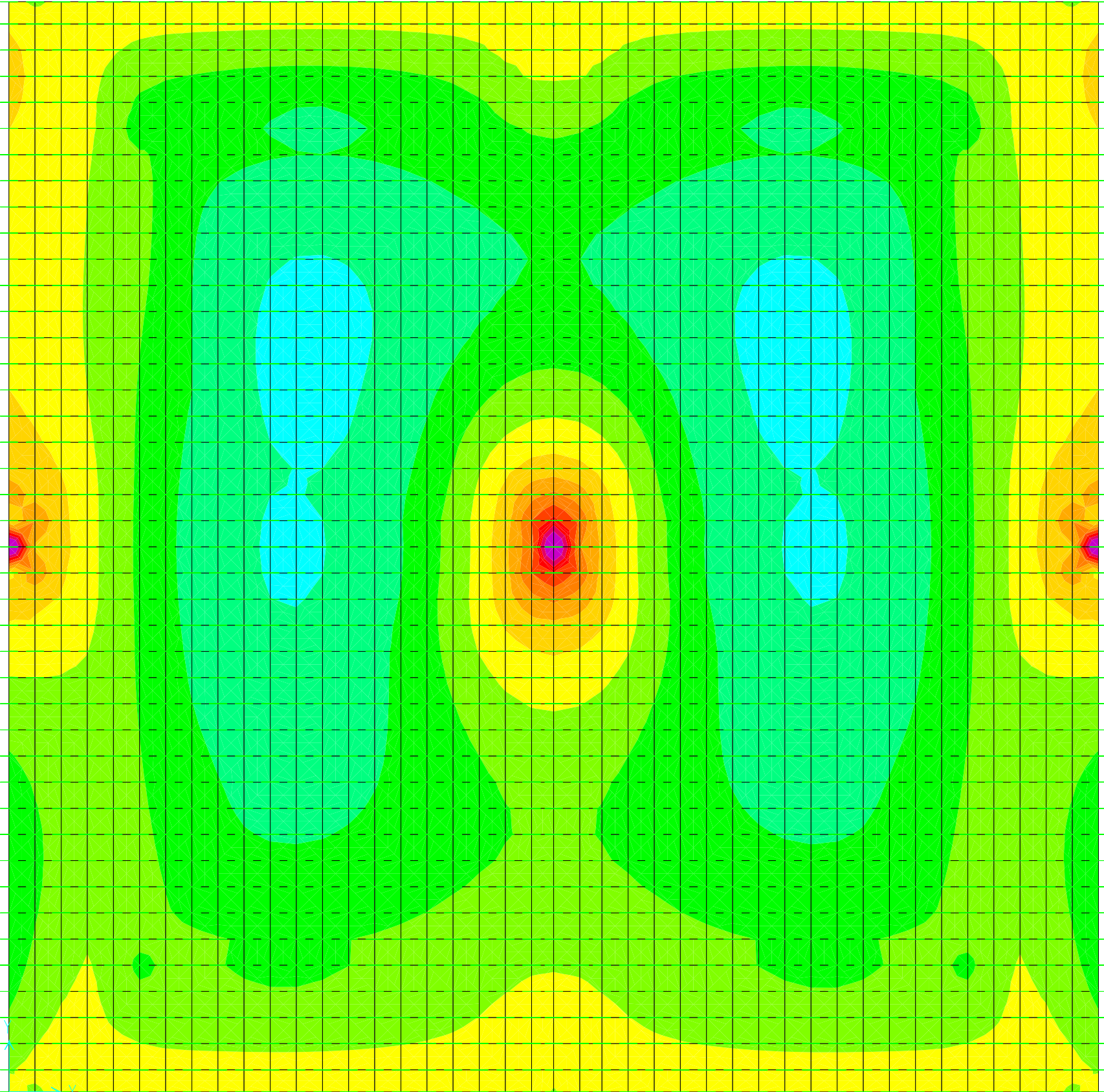
-4.00   -3.38   -2.77   -2.15   -1.54   -0.92   -0.31   0.31   0.92   1.54   2.15   2.77   3.38   4.00

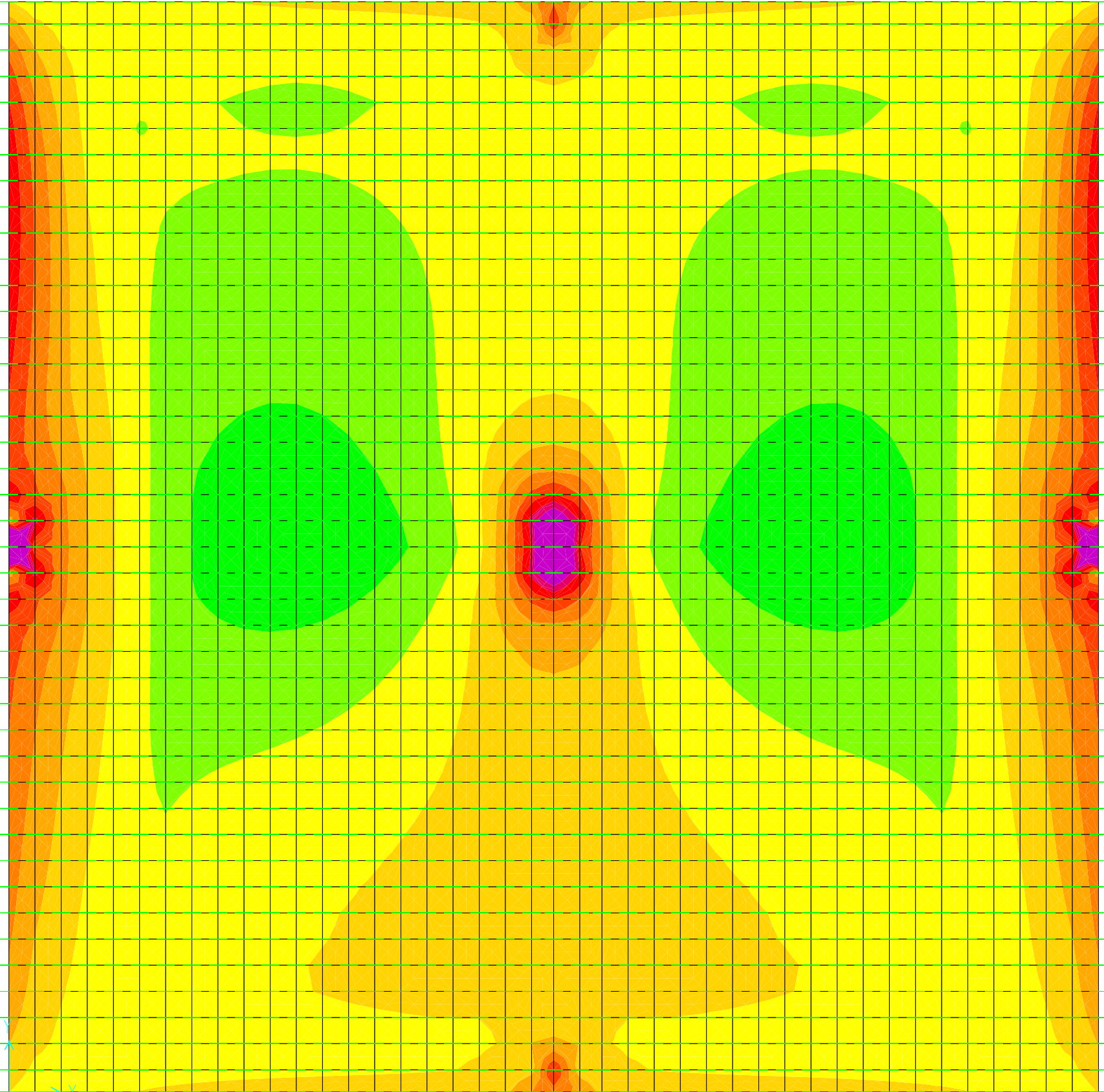


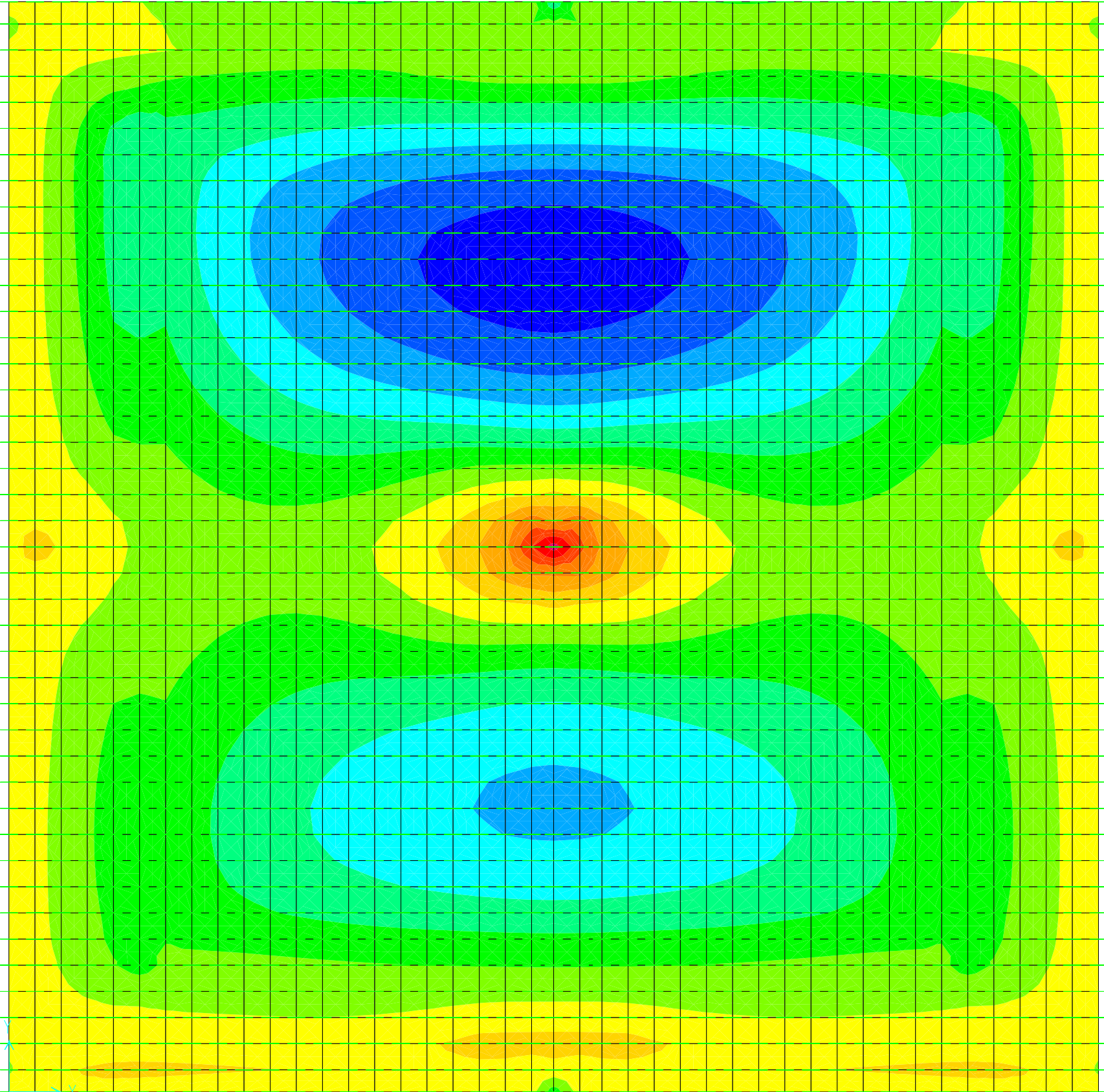
-10.0 -8.5 -6.9 -5.4 -3.8 -2.3 -0.8 0.8 2.3 3.8 5.4 6.9 8.5 10.0

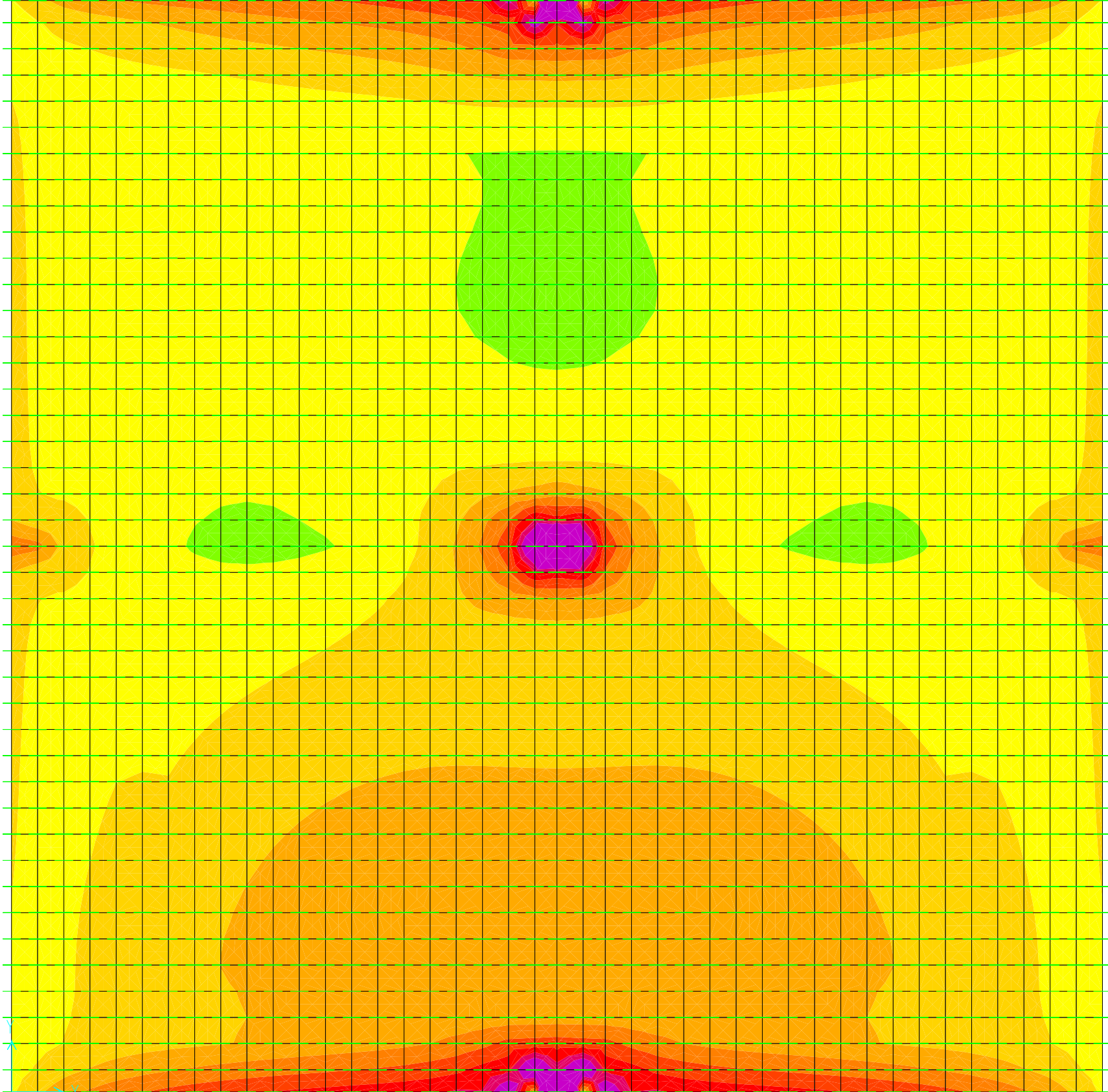


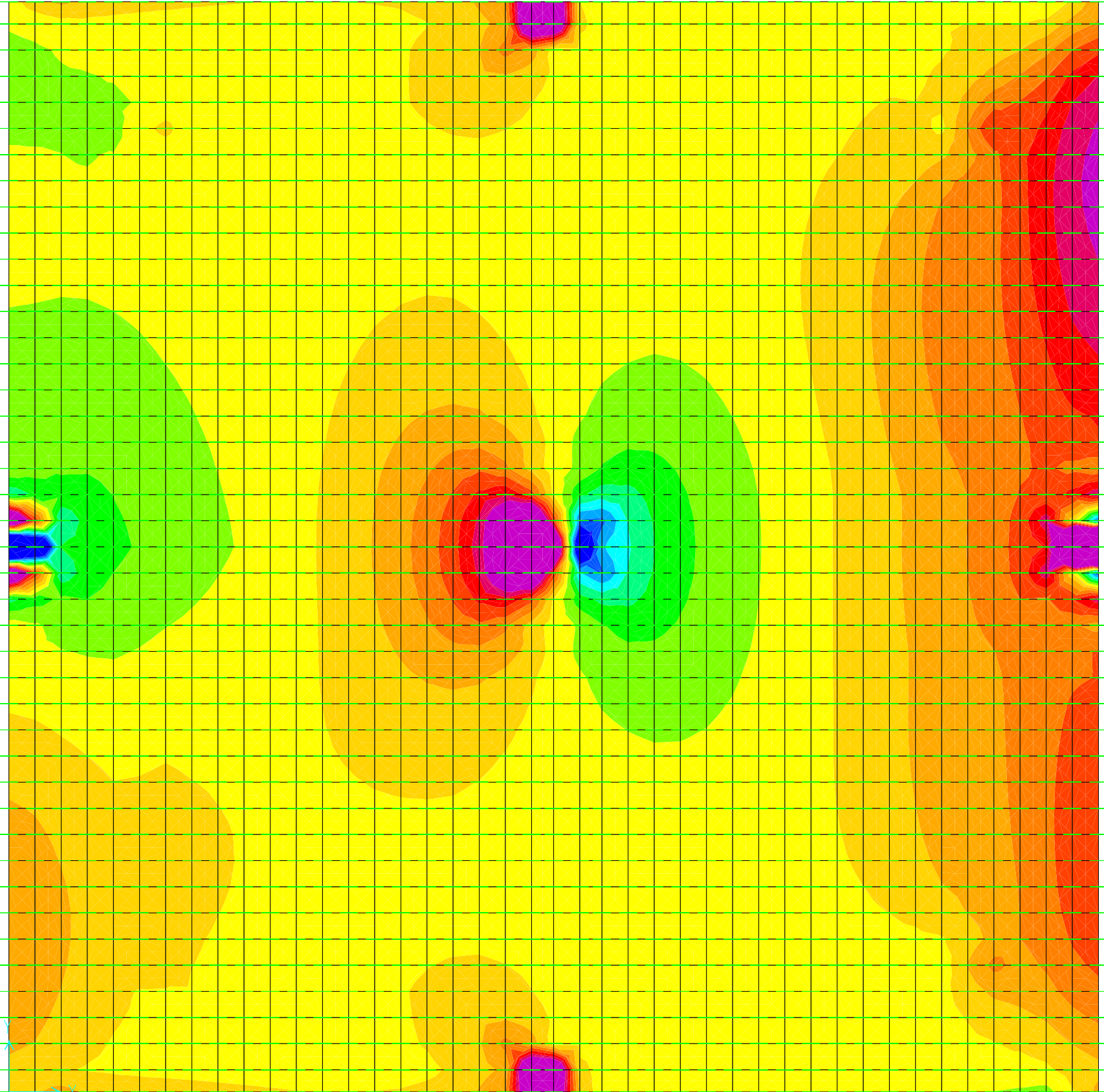
-10.0   -8.5   -6.9   -5.4   -3.8   -2.3   -0.8   0.8   2.3   3.8   5.4   6.9   8.5   10.0



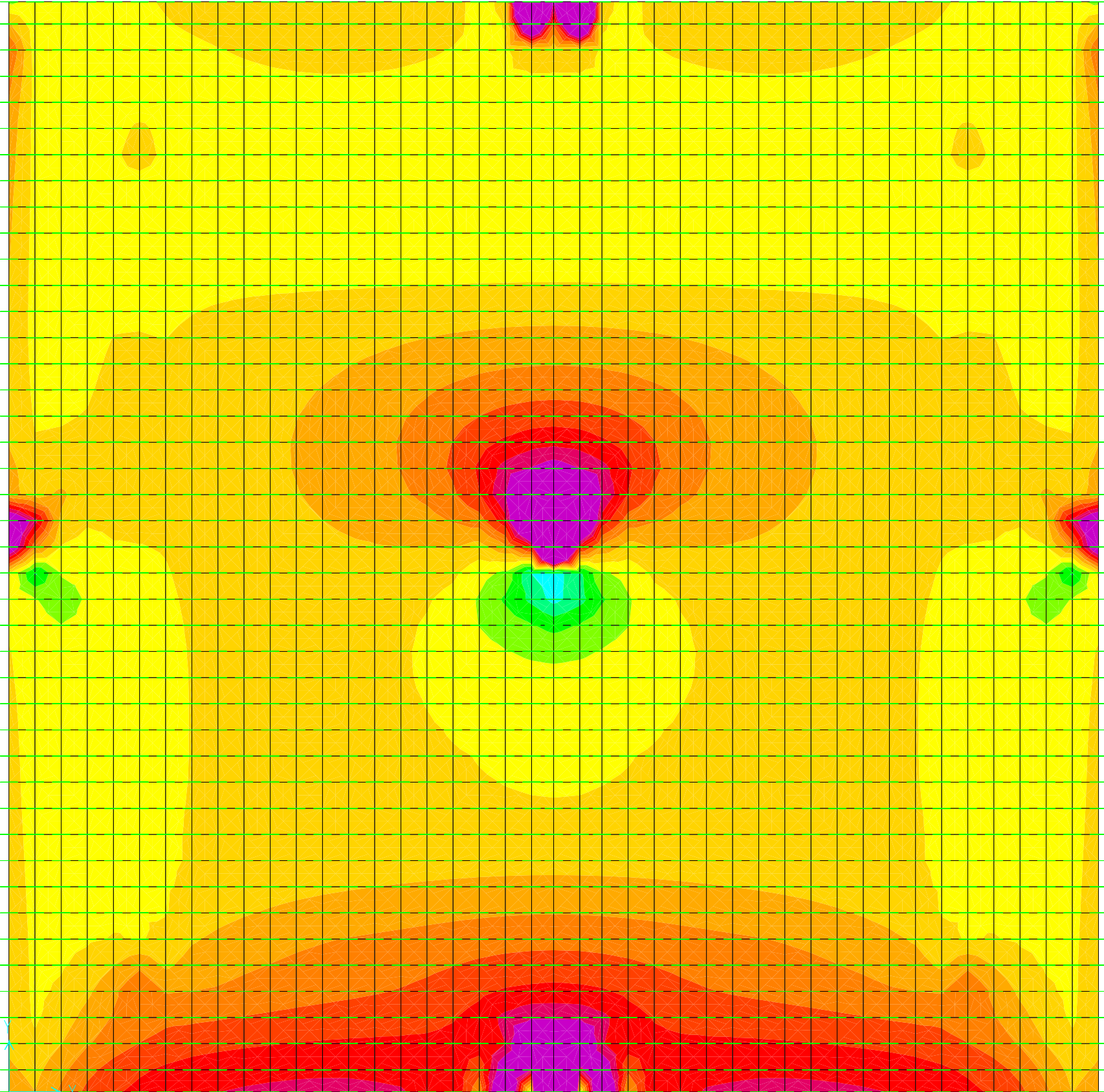












---

## 1.5 Memoria de cálculo bloques de anclaje

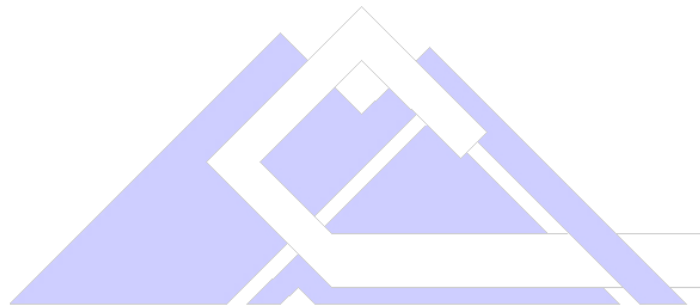
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

**Bloques de anclaje tubería a presión Cóbano**



M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Julio 2014**

**Cálculo de bloques de anclaje**

**A. Propiedades de materiales**

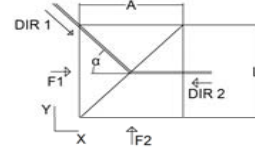
<b>Concreto</b>					
Peso	wc =	2400	kg/cm <sup>3</sup>		
<b>Suelo</b>					
Peso	ws =	1674	kg/m <sup>3</sup>		
Ángulo de fricción	φ =	27.6	°		
Coefficiente de empuje activo	Ka =	0.37			
Coefficiente de empuje pasivo	Kp =	2.73			
Adherencia suelo - fundación	c =	2	t/m <sup>2</sup>		
Coefficiente de fricción	μ =	0.52			
Capacidad del suelo	q adm =	11	t/m <sup>2</sup>		
	F.S. =	3.0			

**D. Equilibrio de fuerzas en bloques**

Factor de seguridad contra deslizamiento y levantamiento  
φ = 1.5

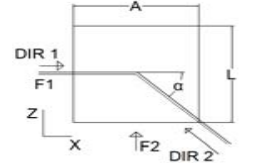
**B. Casos de análisis**

Fuerzas horizontales

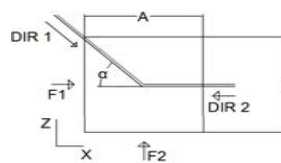


Caso 1: Dir 1  
Caso 2: Dir 2

Fuerzas verticales (Geometría 1)

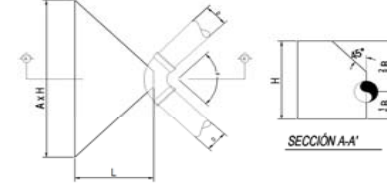


Fuerzas verticales (Geometría 2)

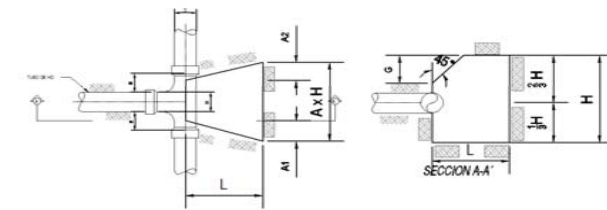


**C. Dimensiones de bloques**

Uniones tipo codo



Uniones tipo tee



**Bloques en codos**

Ángulos horizontales

Propiedades del tubo				Propiedades del bloque						Cálculo de fuerzas						
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Ángulo (°)	Fuerza (kg)	Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	Pr. pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff (kg)	Reac. Tot. Ft (kg)	Reac. v. s. Fp Z (kg)	Fr/Fa FX	Capac. qu/q	Cumpl. FX	Cumpl. FZ
200	200	45	4087	0.41	972	0.25	1.80	0.5	6683	508	7191	3713	1.76	0.26	CUMPLE	CUMPLE
		90	8881	1.56	3744	1.00	1.80	1	13365	1957	15322	14850	1.73	0.25	CUMPLE	CUMPLE

Ángulos verticales

Geometría 1

Propiedades del tubo				Dimensiones de bloque					Dirección 1 y 2														
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Ángulo (°)	Fuerza (kg)	Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	Fuerzas aplicadas FX (kg)	FZ (kg)	P. pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff (kg)	Reac. v. s. Fp Z (kg)	Reacción total FX (kg) FZ (kg)		Razón Fr/F FX FZ		Capac. qu/q	FX	FZ	Cumpl. FX	Cumpl. FZ	Capac.
200	450	11.25	1231	0.81	1944.0	0.81	1.00	0.90	121	1225	6683	376	12029	7058	12029	58.50	1.59	0.06	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
200	450	22.5	2450	1.58	3801.6	1.44	1.10	1.20	478	2403	9801	731	21384	10532	21384	22.04	1.58	0.07	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Ángulos verticales

Geometría 2

Propiedades del tubo				Dimensiones de bloque					Dirección 1 y 2														
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Ángulo (°)	Fuerza (kg)	Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	Fuerzas aplicadas FX (kg)	FZ (kg)	P. pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff (kg)	Reac. v. s. Fp Z (kg)	Reacción total FX (kg) FZ (kg)		Razón Fr/F FX FZ		Capac. qu/q	FX	FZ	Cumpl. FX	Cumpl. FZ	Capac.
200	450	11.25	1231	0.13	718.5	0.25	0.50	0.5	121	1225	1856	1016.075	3713	2872	3713	23.81	NA	0.52	CUMPLE	NA	CUMPLE	NA	CUMPLE
200	450	22.5	2450	0.13	718.5	0.25	0.50	0.5	478	2403	1856	1631.841	3713	3488	3713	7.30	NA	0.84	CUMPLE	NA	CUMPLE	NA	CUMPLE

**Bloques en tees**

Propiedades del tubo				Propiedades de bloque						Cálculo de fuerzas						
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Ángulo (°)	Fuerza (kg)	Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	Pr. pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff (kg)	Reac. Tot. F X (kg)	Reac. v. s. Fp Z (kg)	Fr/Fa FX	Capac. qu/q	Cumpl. FX	Cumpl. FZ
200	200	90	6280	0.78	1864.8	0.49	1.8	0.7	9356	975	10330	7277	1.64	0.26	CUMPLE	CUMPLE

## Bloques en codos

### Angulos horizontales

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
200	200	90	<u>0.00</u>	<u>0.50</u>	<u>0.50</u>	<u>0.20</u>	<u>0.60</u>	1.20	0.30	0.00	0.41	0.25	1.10
		45	<u>0.00</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	<u>0.20</u>	<u>0.60</u>	1.20	0.80	0.00	1.56	1.00	1.10

### Angulos verticales geometría 1

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
200	200	11.25	<u>0.00</u>	<u>0.90</u>	<u>0.90</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>1.00</u>	0.90	0.00	0.81	0.81	1.00
200	200	22.5	<u>0.00</u>	<u>1.20</u>	<u>1.20</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>1.10</u>	1.20	0.00	1.58	1.44	1.00

### Angulos verticales geometría 2

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
200	200	11.25	<u>0.00</u>	<u>0.50</u>	<u>0.50</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.50</u>	0.50	0.00	0.13	0.25	1.00
200	200	22.5	<u>0.00</u>	<u>0.50</u>	<u>0.50</u>	<u>0.00</u>	<u>0.00</u>	<u>0.50</u>	0.50	0.00	0.13	0.25	1.00

## Bloques en tees

### Angulos horizontales

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
200	200	90	<u>0.00</u>	<u>0.70</u>	<u>0.70</u>	<u>0.20</u>	<u>0.60</u>	1.20	0.50	0.00	0.78	0.49	1.10

---

## 1.6 Memoria de cálculo de válvulas

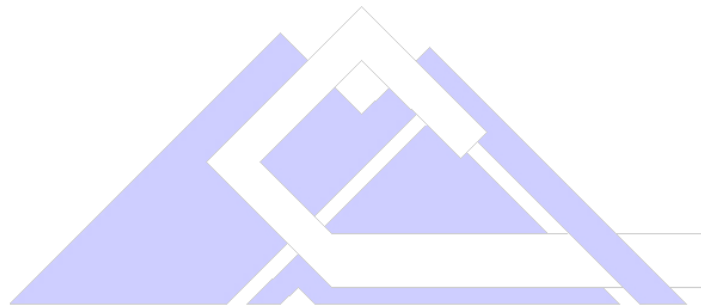
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

**Cajas de válvulas Cóbano**

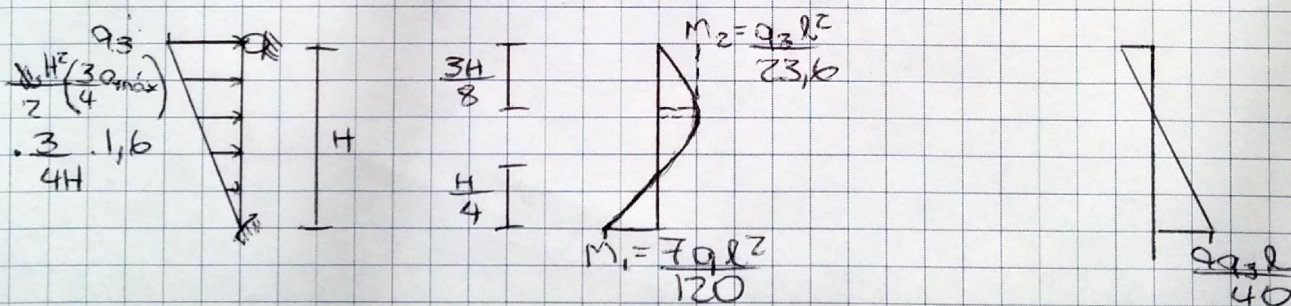
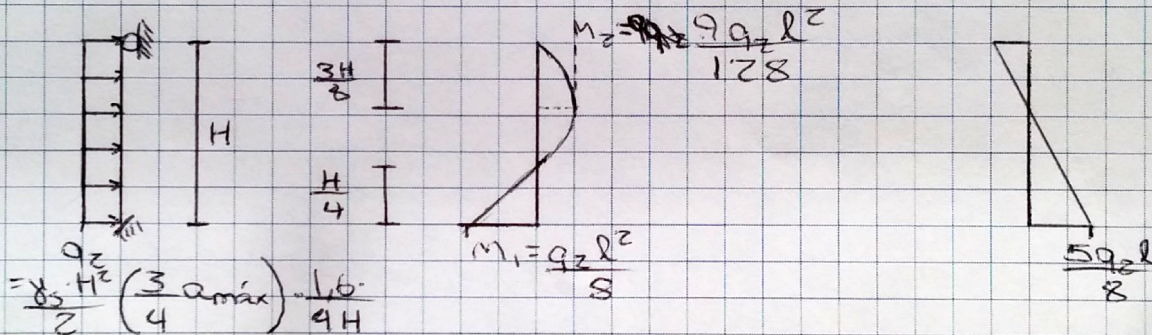
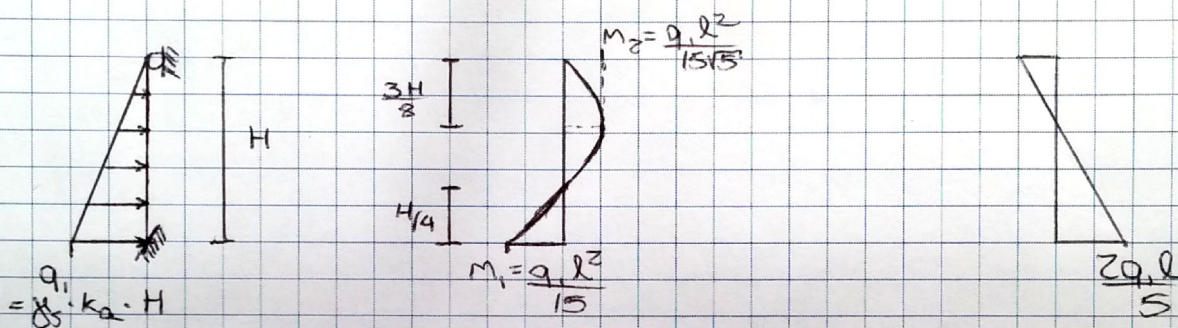


M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Julio 2014**



Para el diseño de las cajas de válvulas se consideró la presión de empuje,  $q_1$ , y la presión dinámica,  $q_2$  y  $q_3$ , del suelo. La distribución de esfuerzos y momentos máximos es la siguiente



Los cálculos para cada caja y el refuerzo se muestran a continuación

$$A_{s,min} = \frac{0,8 \sqrt{f_c}}{f_y} \cdot b_w \cdot d = \frac{0,8 \cdot \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}{2800 \text{ kg/cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 8,135 \text{ cm} = 3,37 \text{ cm}^2$$

$$\geq \frac{14}{2800 \text{ kg/cm}^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 8,135 \text{ cm} = 4,07 \text{ cm}^2$$

Para la pared con anclaje se revisó la placa de anclaje y se elaboró un modelo



Propiedades de los materiales

$V_{\text{suelo}} = 1674 \text{ kg/m}^3$   
 $k_a = 0.37$   
 $k_p = 2.75$

Parámetros de la ubicación del proyecto

Zona tipo = Zona III  
 Suelo Tipo = S3

Cuadro 6.2: Coeficientes dinámicos para distintos tipos de suelo según el tipo de zona.

Tipo de sitio	Zona II	Zona III	Zona IV
S <sub>1</sub>	0.15	0.15	0.2
S <sub>2</sub>	0.15	0.2	0.2
S <sub>3</sub>	0.15	0.2	0.25
S <sub>4</sub>	0.15	0.2	0.25

Cajas de válvulas de limpieza para tubería de HD 400

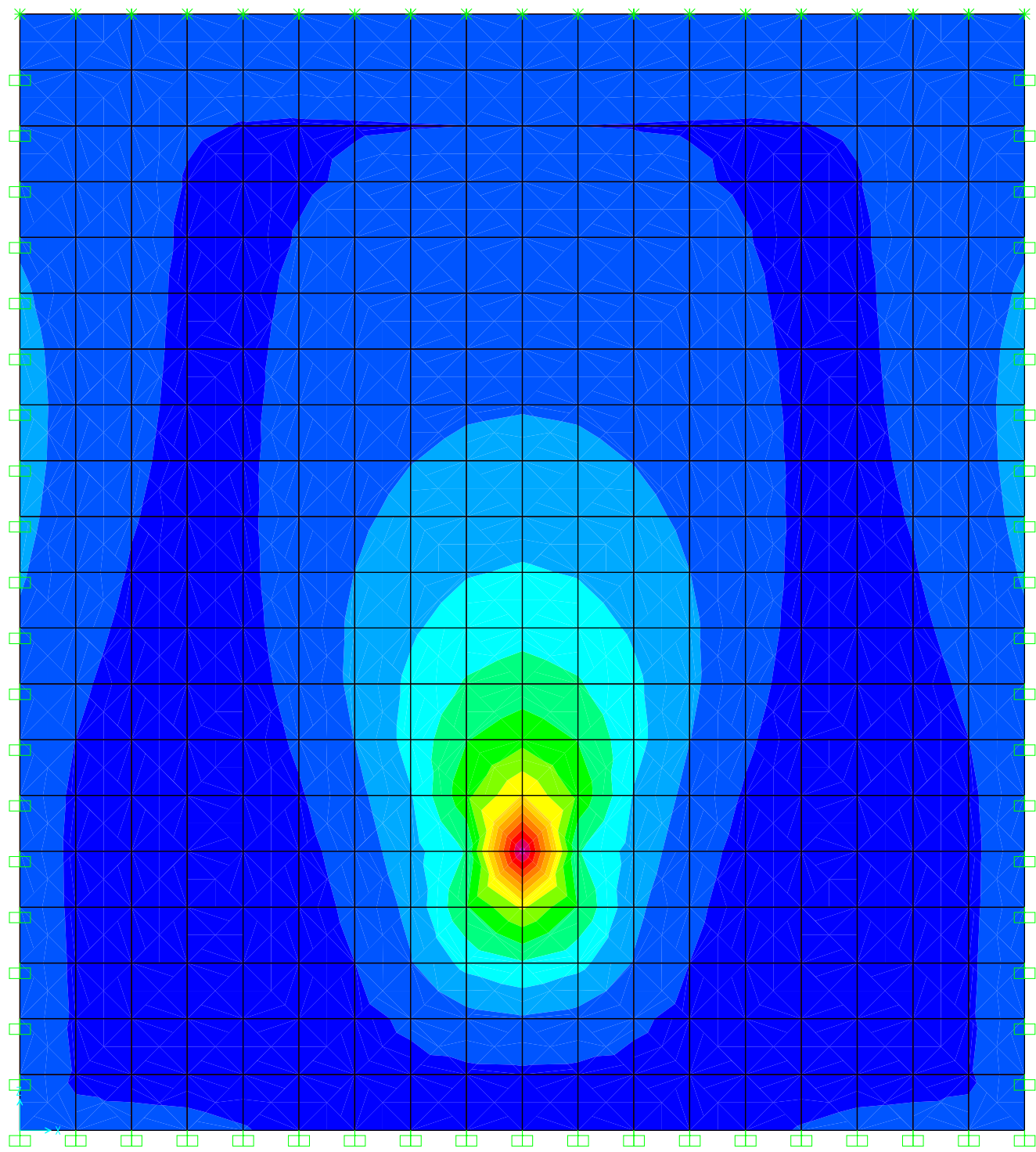
Tipo	Dimensiones (mm)		Profundidad (m)	Espesor (cm)	Combinaciones de carga																
					Presión activa		Presión dinámica			Presión activa			Presión dinámica			Combinación 2			Combinación 3		
					q <sub>1</sub> (kg/m)	q <sub>2</sub> (kg/m)	q <sub>3</sub> (kg/m)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)		
1	1800	1800	1.97	15	1220.18	98.93	296.80	315.69	141.18	961.50	115.19	75.80	253.37	505.11	225.89	1538.40	430.88	216.99	1214.87		

Cajas de válvulas de aire

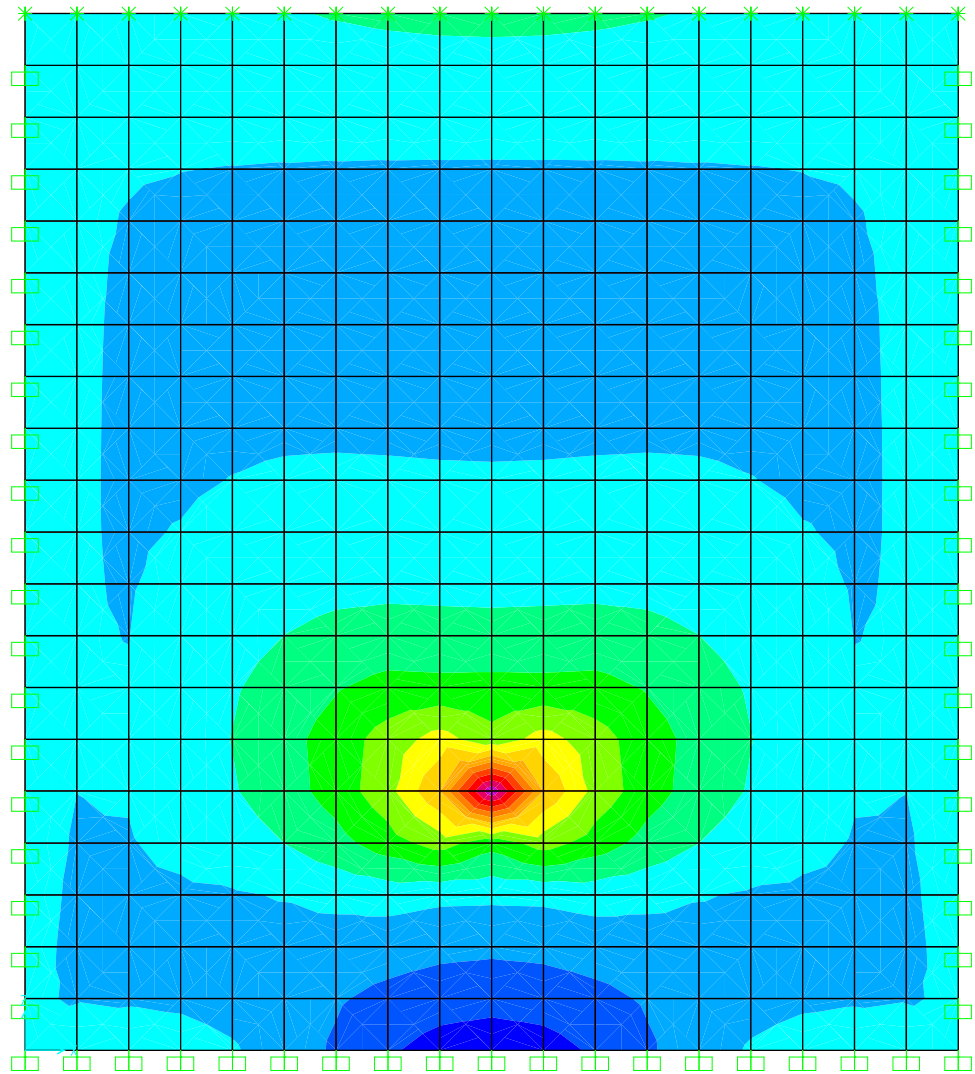
Tipo	Dimensiones (mm)		Profundidad (m)	Espesor (cm)	Combinaciones de carga																
					Presión activa		Presión dinámica			Presión activa			Presión dinámica			Combinación 2			Combinación 3		
					q <sub>1</sub> (kg/m)	q <sub>2</sub> (kg/m)	q <sub>3</sub> (kg/m)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)		
HD 200	1800	1800	2.3	15	1424.57	115.51	346.52	502.40	224.68	1310.61	183.31	120.64	345.36	803.84	359.49	2096.97	685.71	345.32	1655.97		
PEAD	1800	1800	1.8	15	1114.88	90.40	271.19	240.81	107.70	802.72	87.86	57.82	211.53	385.30	172.31	1284.35	328.68	165.52	1014.24		

Cajas de válvulas de entrada, salida y rebose y limpieza de tanque

Tipo	Dimensiones (mm)		Profundidad (m)	Espesor (cm)	Combinaciones de carga																
					Presión activa		Presión dinámica			Presión activa			Presión dinámica			Combinación 2			Combinación 3		
					q <sub>1</sub> (kg/m)	q <sub>2</sub> (kg/m)	q <sub>3</sub> (kg/m)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1</sub> (kg-m)	M <sub>2</sub> (kg-m)	V (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)	M <sub>1u</sub> (kg-m)	M <sub>2u</sub> (kg-m)	V <sub>u</sub> (kg)		
Entrada	2300	1800	2.8	15	1734.26	140.62	421.85	906.44	405.37	1942.38	330.73	217.65	511.84	1450.31	648.60	3107.80	1237.17	623.03	2454.22		
Salida	1800	1800	1.8	15	1114.88	90.40	271.19	240.81	107.70	802.72	87.86	57.82	211.53	385.30	172.31	1284.35	328.68	165.52	1014.24		
Rebose	1800	1800	2.3	15	1424.57	115.51	346.52	502.40	224.68	1310.61	183.31	120.64	345.36	803.84	359.49	2096.97	685.71	345.32	1655.97		

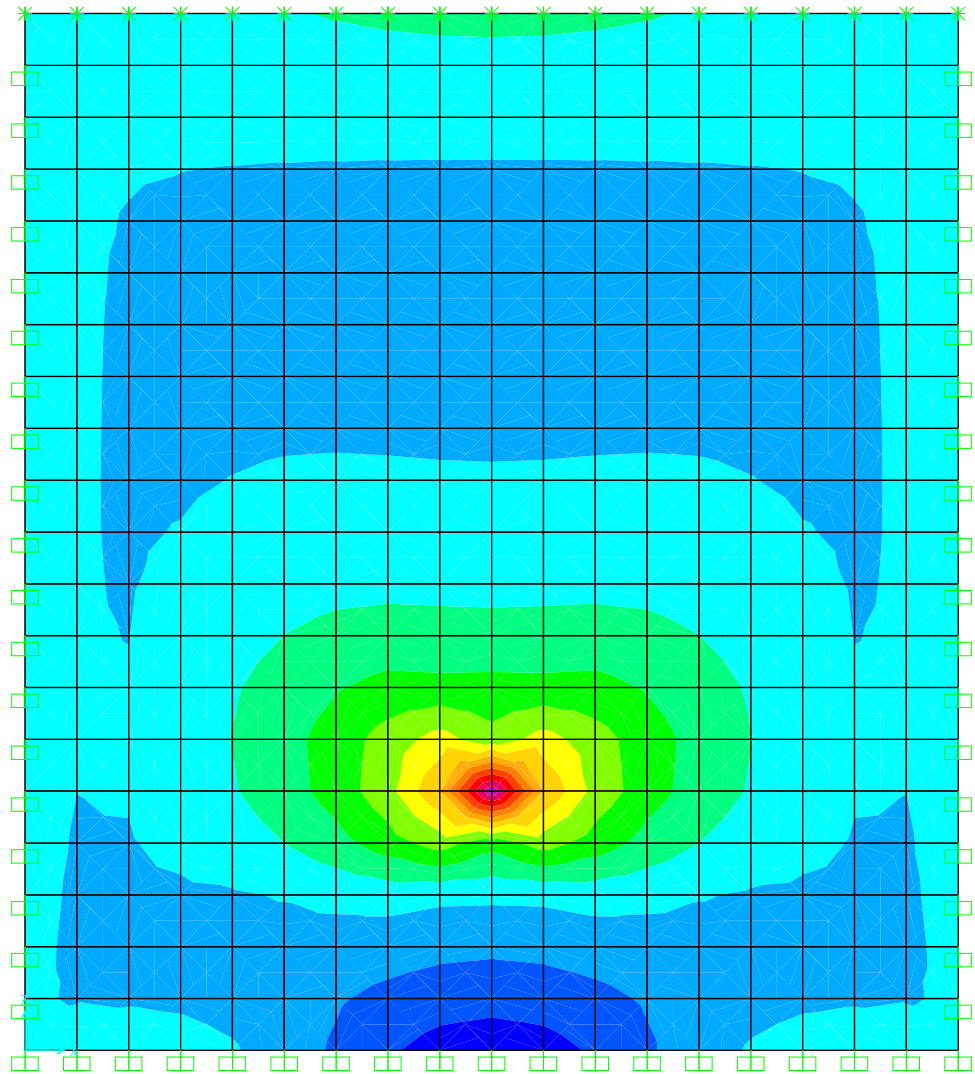


-715, -660, -605, -550, -495, -440, -385, -330, -275, -220, -165, -110, -55, 0,



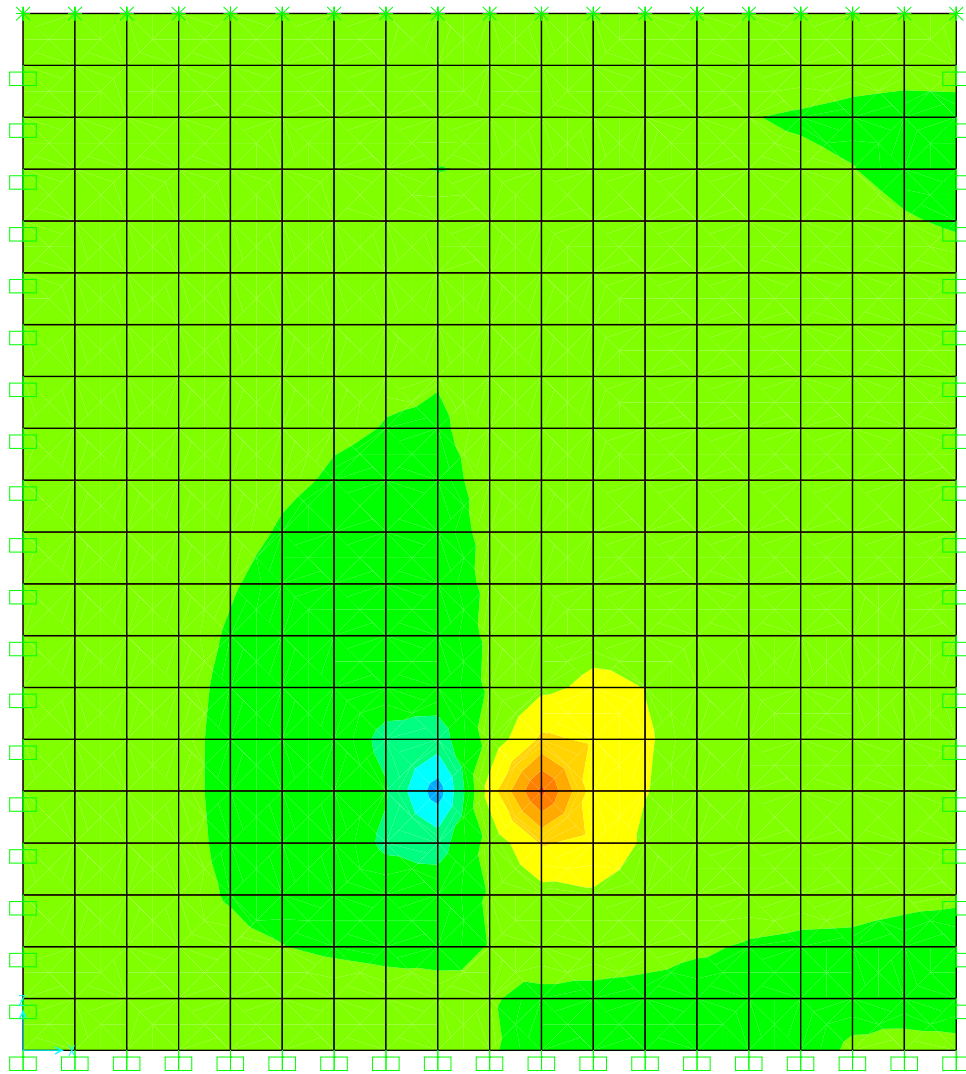
-715, -650, -585, -520, -455, -390, -325, -260, -195, -130, -65, 0, 65, 130,





-715, -650, -585, -520, -455, -390, -325, -260, -195, -130, -65, 0, 65, 130,





-5,60 -4,90 -4,20 -3,50 -2,80 -2,10 -1,40 -0,70 0,00 0,70 1,40 2,10 2,80 3,50 E+3

## Diseño por flexión de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

### Paredes

#### 1. Datos Generales

##### a. Características geométricas:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$d = 8.135 \text{ cm}$$

##### b. Características de los materiales:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

##### c. Fuerzas internas:

$$M_{u1} = 1.45 \text{ ton*m}$$

$$M_{u2} = 0.80 \text{ ton*m}$$



#### 2. Determinación del acero por momento positivo

##### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^+ = M_u^+ / (\phi f_y (0.9d)) = 7.86 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^+ = 10.48 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

##### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	2800
6	# 4	1.29	7.371429	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

##### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 1.16 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 1.36 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.015 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^+ = T_u * (d - a/2) = 1.56 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^+ = 1.40 \text{ ton*m} \quad < \text{Mu+ No Cumple}$$

$$3\%$$

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 7.371429 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 20640 \text{ kg/cm}^2$$

### 3. Determinación del acero por momento negativo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^- = M_u^- / (\phi f_y (0.9d)) = 4.36 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14/f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^- = 5.81 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05  
Ec 10-3 ACI-05  
Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	<u>2800</u>
3.33	# 4	1.29	4.2957	<u>2800</u>
0	# 5	2	0	<u>2800</u>
0	# 6	2.84	0	<u>4200</u>
0	# 7	3.87	0	<u>4200</u>
0	# 8	5.1	0	<u>4200</u>
0	# 9	6.45	0	<u>4200</u>
0	# 10	8.19	0	<u>4200</u>
0	# 11	10.06	0	<u>4200</u>

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.67 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.79 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.028 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^- = T_u * (d - a/2) = 0.94 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^- = 0.84 \text{ ton*m} \quad > \text{Mu- Cumple}$$

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 4.2957 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 12027.96 \text{ kg/cm}^2$$

#### Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.  
Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

## Diseño por cortante de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

### Paredes

#### 1. Datos Generales

a. Características geométricas:      b. Características de los materiales:      c. Fuerzas internas:

$$\begin{array}{llll}
 b = & \underline{100} \text{ cm} & f'_c = & \underline{210} \text{ kg/cm}^2 & V_u = & \underline{3.1} \text{ ton} \\
 h = & \underline{15} \text{ cm} & f_{yt} = & \underline{2800} \text{ kg/cm}^2 & & \\
 d = & \underline{9} \text{ cm} & & & & 
 \end{array}$$

Las fuerza cortante de diseño es la mayor de  $V_u$  y  $V_e$  (Sección 8.7.1 CSCR-02)

#### 2. Determinación del cortante requerido por una viga que presenta rótulas plásticas en sus extremos $V_e$

$$\begin{array}{llll}
 V_{CP} = & \underline{0} \text{ ton} & M_{pr1} = & 1.91 \text{ ton*m} \\
 V_{CT} = & \underline{0} \text{ ton} & M_{pr2} = & 1.16 \text{ ton*m} \\
 L = & \underline{8.4} \text{ m} & V_e = (M_{pr1} + M_{pr2}) / (L-d) + 1.05V_{CP} + 0.5V_{CT} = & 0.37 \text{ ton} < V_u \\
 V_{diseño} = & 3.10 \text{ ton} & & 
 \end{array}$$

#### 3. Cálculo de la capacidad a cortante de la sección de concreto $V_c$

$$\begin{array}{ll}
 V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * bd = & 6.91 \text{ ton} \\
 V_{smin} = V_{diseño} / \phi - V_c = & -2.78 \text{ ton}
 \end{array}
 \quad \left| \text{Ec. 11-3 ACI-05} \right.$$

#### 4. Cálculo de la capacidad a cortante de la configuración de aros $V_s$

##### a. Determinación de la separación de los aros

$$s_{max} \begin{cases} d/2 = & 4.5 \text{ cm} \\ d/4 = & 2.25 \text{ cm} \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Sec. 11.5.5.2 ACI-05} \\ \text{Sec. 8.2.6 CSCR-02} \end{array} \right.$$

$$s_{propuesto} = \underline{15} \text{ cm}$$

$$\begin{array}{ll}
 A_{vmin}^1 = 0.2\sqrt{f'_c} * bs / f_{yt} = & 1.553 \text{ cm}^2 \\
 A_{vmin}^2 = 3.5bs / f_{yt} = & 1.875 \text{ cm}^2
 \end{array}
 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Ec. 11-13 ACI-05} \\ \text{Ec. 11-13 ACI-05} \end{array} \right.$$

Rige

##### b. Cálculo del acero real

No. patas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
<u>0</u>	# 2	0.32	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 3	0.71	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 4	1.29	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 5	2	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 6	2.84	0	<u>4200</u>

$$A_{vreal} = 0 \text{ cm}^2$$

$$V_s = A_v f_{yt} d / s = 0.00 \text{ ton} > V_{smin} \text{ Cumple} \quad \left| \text{Ec. 11-15 ACI-05} \right.$$

#### Bibliografía:

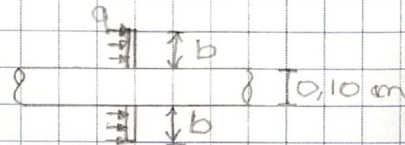
American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.





Placa de anclaje



$$V_u = 1,4 \cdot 1570 \text{ kg} = 2198 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0,90 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \cdot \pi \cdot t \cdot 0,60 = 42751 \cdot t$$

$$\phi V_n = V_u \Rightarrow 42751 \cdot t = 2198 \text{ kg} \Rightarrow t = 0,05 \text{ cm}$$

Utilizando  $B = 5 \text{ cm}$

$$A_{\text{placa}} = \frac{\pi}{4} ((20 \text{ cm})^2 - (10 \text{ cm})^2) = 235,6 \text{ cm}^2$$

$$q = \frac{2198 \text{ kg}}{235,6 \text{ cm}^2} = 9,33 \text{ kg/cm}^2$$

Para un ancho radial de 1 cm:

$$M_u = 9,33 \text{ kg/cm}^2 \cdot 5 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot \frac{5 \text{ cm}}{2} = 116,6 \text{ kg-cm}$$

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y = \frac{1 \text{ cm} \cdot t^2}{4} \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 = 630 \cdot t^2$$

$$\phi M_n = 0,90 \cdot 630 \cdot t^2 = M_u = 116,6 \text{ kg-cm}$$

$$\Rightarrow t = 0,45 \text{ cm}$$

Usar  $t = 0,64 \text{ cm} \approx 1/4''$  y ancho de 5 cm

Se revisa la pared con un modelo aplicándole:

$$CP: 1570 \text{ kg}$$

$$CE: q_1$$

$$CS: q_2 + q_3$$

Contenido: Losa superior e inferior - Lajas de válvulas

HOJA:

10

Se diseña la losa superior para el caso crítico, suponiendo carga vehicular.

$$S := \text{lado corto} = 1,8 \text{ m}$$

$$m := \text{lado corto/lado largo} = 1,8 \text{ m} / 2,3 \text{ m} = 0,78$$

$$C^+ = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$C^- = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{\text{perdes}} = 0,0468 \quad 0,0438 \quad 0,033$$

$$C_{\text{medio claro}} = 0,0656 \quad 0,056$$

$$w_{u1} = 1,4 \cdot 360 \text{ kg/m}^2 = 504 \text{ kg/m}^2$$

$$w_{u2} = 1,2 \cdot 360 \text{ kg/m}^2 + 1,6 \cdot 300 \text{ kg/m}^2 = 912 \text{ kg/m}^2$$

$$M^+ = C^+ w_{u1} \cdot S^2 = 0,0656 \cdot 912 \text{ kg/m}^2 (1,8 \text{ m})^2 = 194 \text{ kg-m}$$

$$M^- = C^- w_{u2} \cdot S^2 = 0,0438 \cdot 912 \text{ kg/m}^2 (1,8 \text{ m})^2 = 129 \text{ kg-m}$$

Acero mínimo cumple!

$$0,0018 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 2,7 \text{ cm}^2$$

Se revisa la losa inferior para cargas de

$$C^+ \text{ Válvulas} \rightarrow 1,5 \text{ ton}$$

$$\text{Pedestal} \rightarrow 0,13 \text{ ton}$$

$$\text{Peso propio} \rightarrow 10 \text{ ton}$$

$$11,63 \text{ ton}$$

$$q = 11,63 \text{ ton} / (1,8 \text{ m})^2 = 3,59 \text{ ton/m}^2$$

→ Se cumple para todas las perforaciones

Se revisa con un modelo

## Diseño por flexión de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa superior

### 1. Datos Generales

#### a. Características geométricas:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$d = 8.135 \text{ cm}$$

#### b. Características de los materiales:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

#### c. Fuerzas internas:

$$M_{u1} = 0.194 \text{ ton*m}$$

$$M_{u2} = 0.13 \text{ ton*m}$$



### 2. Determinación del acero por momento positivo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^+ = M_u^+ / (\phi f_y (0.9d)) = 1.05 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^+ = 1.40 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	2800
4	# 4	1.29	5.16	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 5.16 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 14448 \text{ kg/cm}^2$$

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, Mn y φMn

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.81 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.95 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.023 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^+ = T_u * (d - a/2) = 1.12 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^+ = 1.01 \text{ ton*m} \quad > \text{Mu+ Cumple}$$

$$-81\%$$

### 3. Determinación del acero por momento negativo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^- = M_u^- / (\phi f_y (0.9d)) = 0.70 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * b d = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * b d = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^- = 0.93 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
<u>0</u>	# 3	0.71	0	<u>2800</u>
<u>4</u>	# 4	1.29	5.16	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 5	2	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 6	2.84	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 7	3.87	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 8	5.1	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 9	6.45	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 10	8.19	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 11	10.06	0	<u>4200</u>

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.81 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.95 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.023 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^- = T_u * (d - a / 2) = 1.12 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^- = 1.01 \text{ ton*m}$$

> Mu- Cumple

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 5.16 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 14448 \text{ kg/cm}^2$$

#### Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

## Diseño por cortante de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa superior

### 1. Datos Generales

a. Características geométricas:

b. Características de los materiales:

c. Fuerzas internas:

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \\ d &= 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_{yt} &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$V_u = 0.82 \text{ ton}$$



Las fuerza cortante de diseño es la mayor de  $V_u$  y  $V_e$  (Sección 8.7.1 CSCR-02)

### 2. Determinación del cortante requerido por una viga que presenta rótulas plásticas en sus extremos $V_e$

$$V_{CP} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr1} = 1.38 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$V_{CT} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr2} = 1.38 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$L = 8.4 \text{ m}$$

$$V_e = (M_{pr1} + M_{pr2}) / (L - d) + 1.05V_{CP} + 0.5V_{CT} = 0.33 \text{ ton} < V_u$$

$$V_{\text{diseño}} = 0.82 \text{ ton}$$

### 3. Cálculo de la capacidad a cortante de la sección de concreto $V_c$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd = 6.91 \text{ ton}$$

| Ec. 11-3 ACI-05

$$V_{smin} = V_{\text{diseño}} / \phi - V_c = -5.82 \text{ ton}$$

### 4. Cálculo de la capacidad a cortante de la configuración de aros $V_s$

a. Determinación de la separación de los aros

$$s_{\max} \begin{cases} d/2 = 4.5 \text{ cm} \\ d/4 = 2.25 \text{ cm} \end{cases}$$

| Sec. 11.5.5.2 ACI-05

| Sec. 8.2.6 CSCR-02

$$s_{\text{propuesto}} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{vmin}^1 = 0.2\sqrt{f'_c}bs/f_{yt} = 1.553 \text{ cm}^2$$

| Ec. 11-13 ACI-05

$$A_{vmin}^2 = 3.5bs/f_{yt} = 1.875 \text{ cm}^2$$

Rige

| Ec. 11-13 ACI-05

b. Cálculo del acero real

No. patas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 2	0.32	0	2800
0	# 3	0.71	0	2800
0	# 4	1.29	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200

$$A_{vreal} = 0 \text{ cm}^2$$

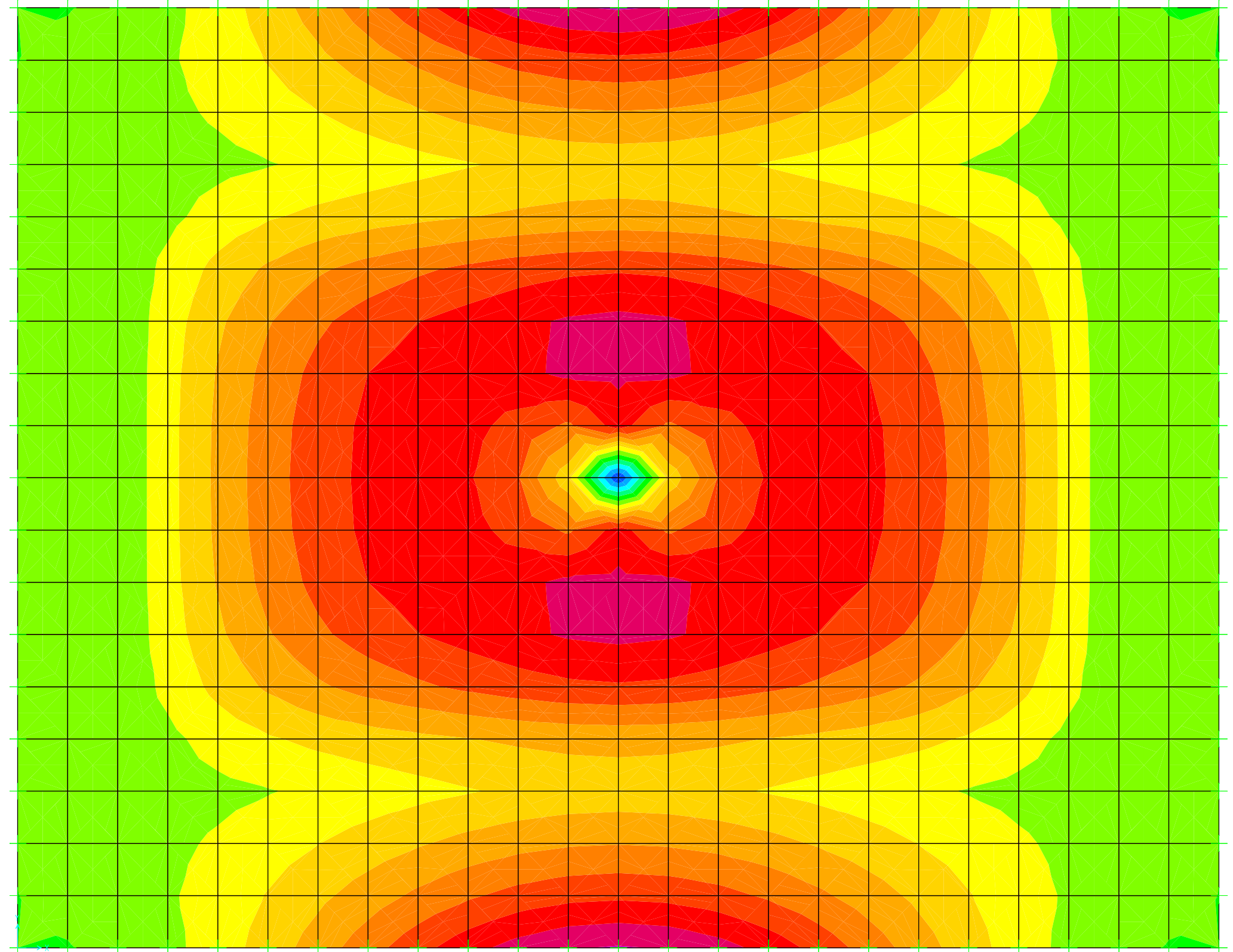
$$V_s = A_v f_{yt} d / s = 0.00 \text{ ton} > V_{smin} \text{ Cumple}$$

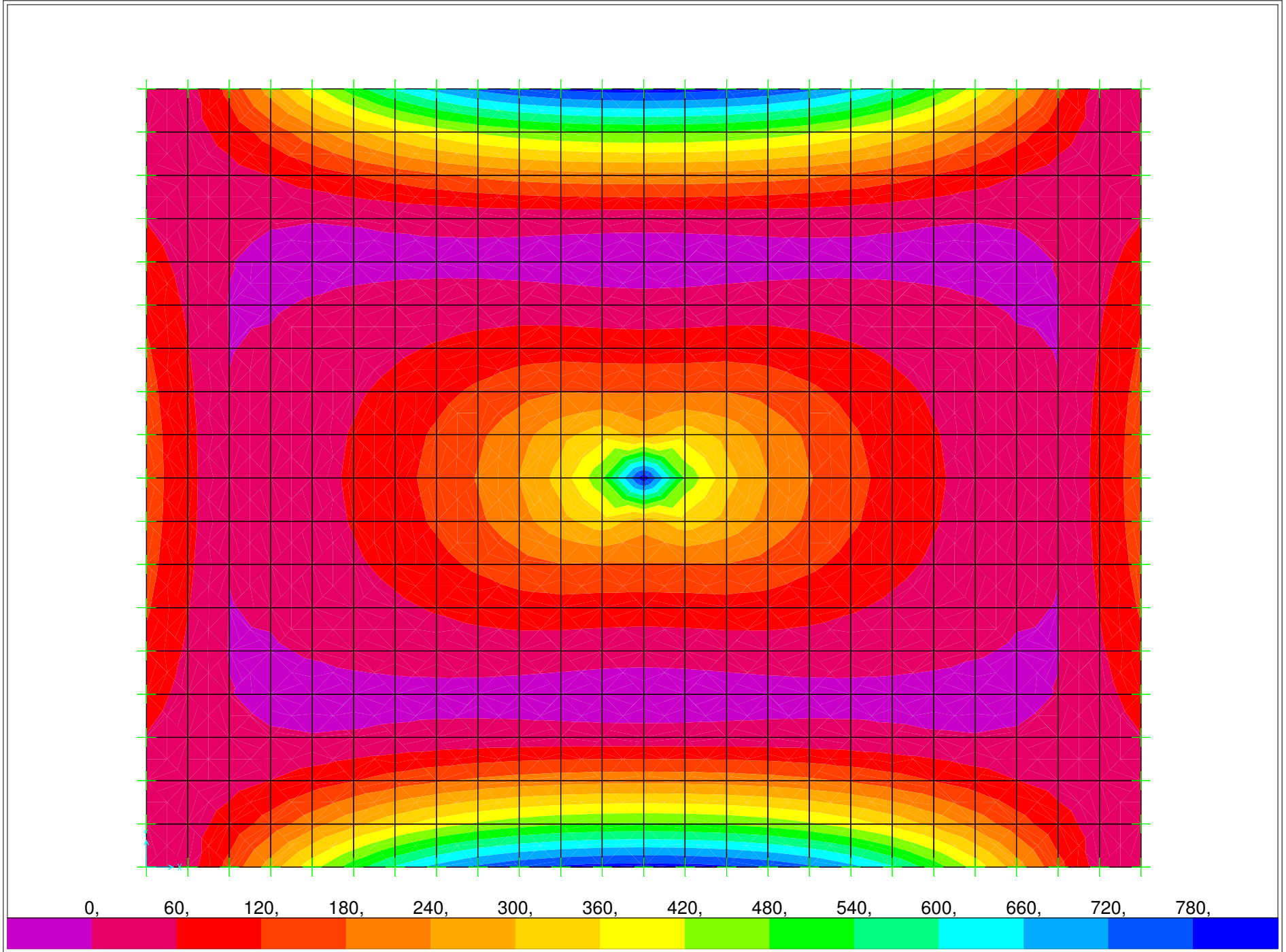
| Ec. 11-15 ACI-05

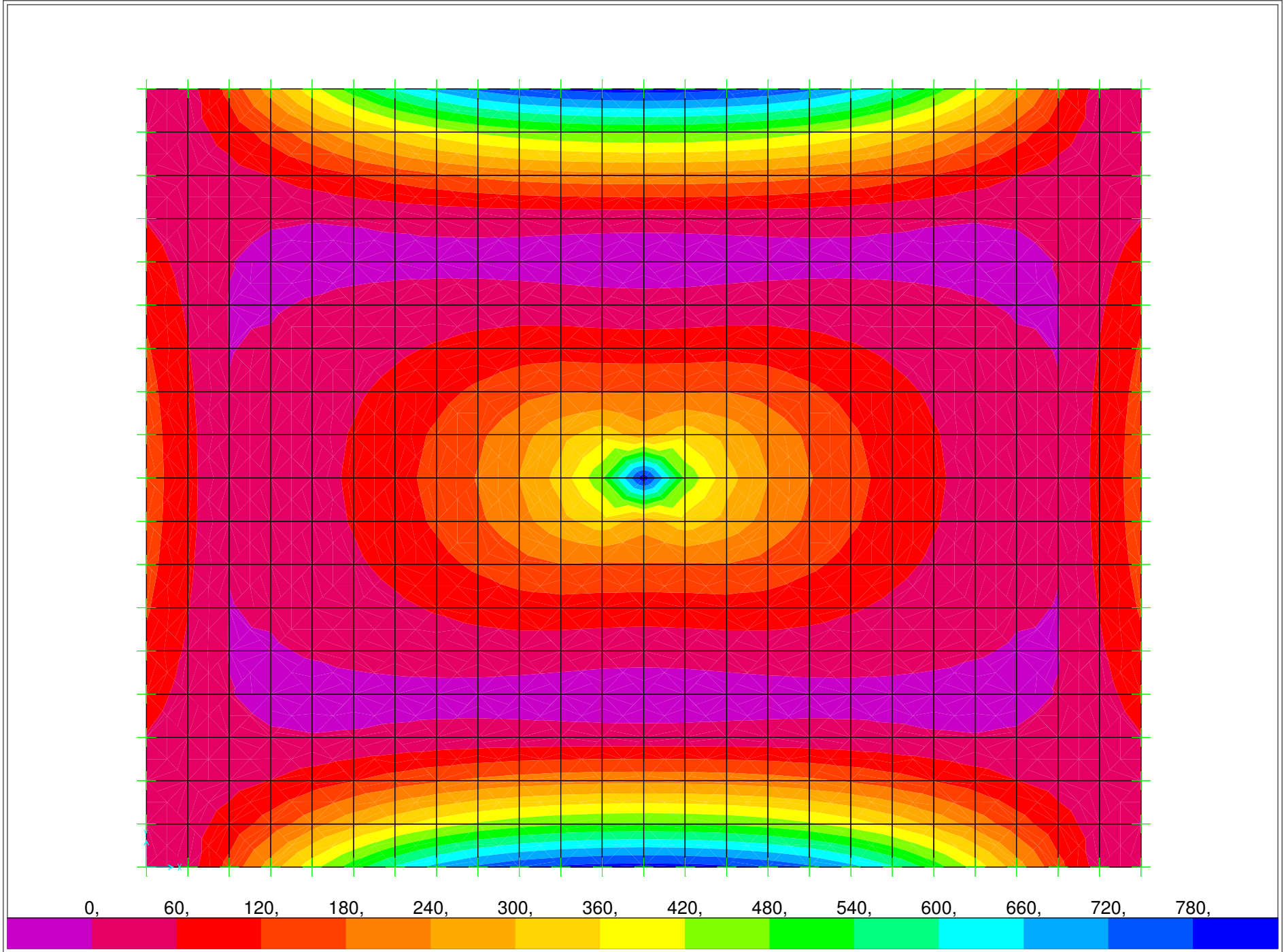
Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

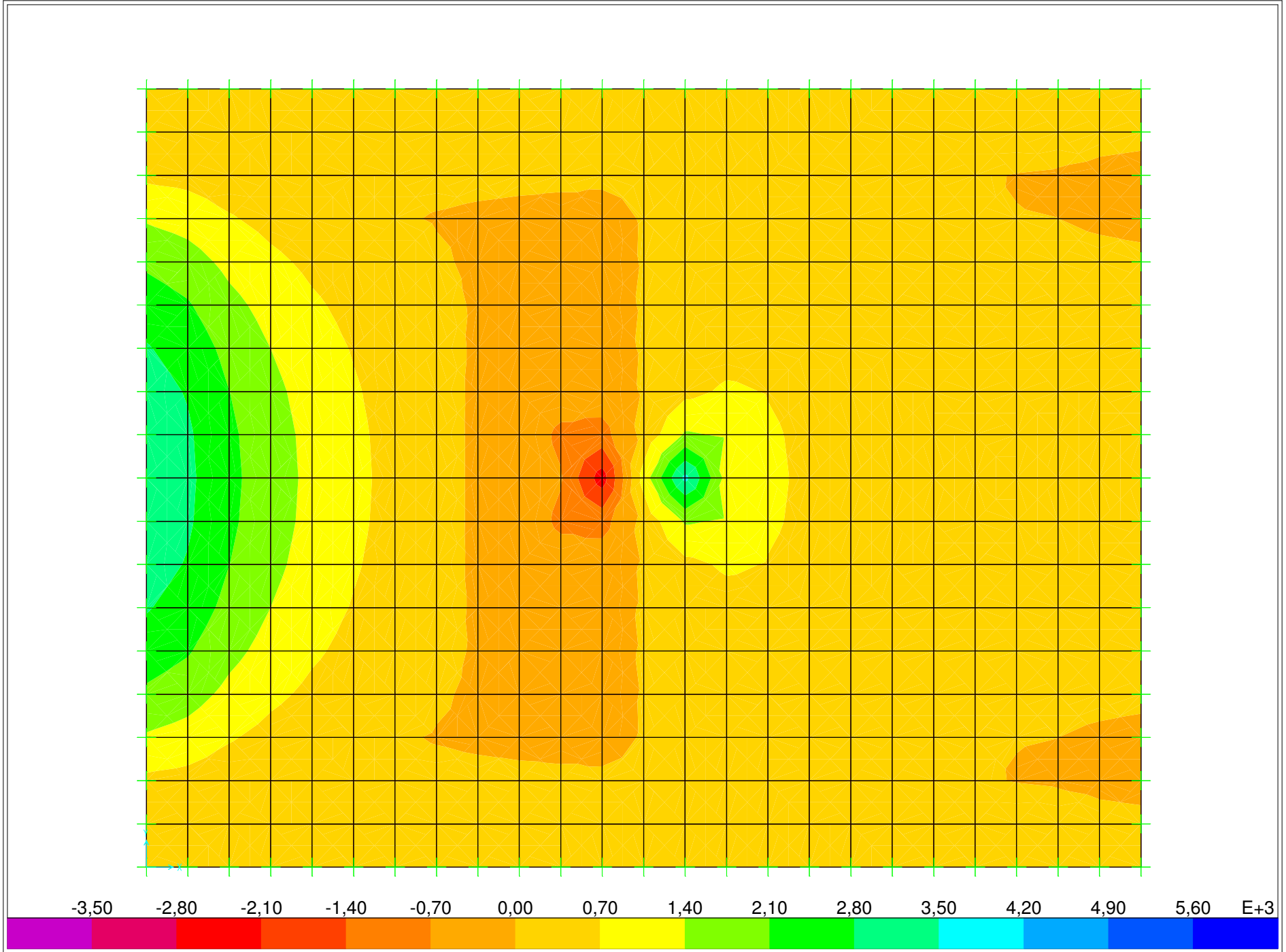
Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.











## Diseño por flexión de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa inferior

### 1. Datos Generales



#### a. Características geométricas:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$d = 8.135 \text{ cm}$$

#### b. Características de los materiales:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$$

#### c. Fuerzas internas:

$$M_{u1} = 0.823 \text{ ton*m}$$

$$M_{u2} = 0.32 \text{ ton*m}$$

### 2. Determinación del acero por momento positivo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^+ = M_u^+ / (\phi f_y (0.9d)) = 4.46 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14 / f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^+ = 5.95 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	2800
3.33	# 4	1.29	4.2957	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.67 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.79 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.028 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^+ = T_u * (d - a/2) = 0.94 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^+ = 0.84 \text{ ton*m} \quad > \text{Mu+ Cumple}$$

$$-3\%$$

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 4.2957 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 12027.96 \text{ kg/cm}^2$$

### 3. Determinación del acero por momento negativo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^- = M_u^- / (\phi f_y (0.9d)) = 1.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14/f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^- = 2.34 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	<u>2800</u>
3.33	# 4	1.29	4.2957	<u>2800</u>
0	# 5	2	0	<u>2800</u>
0	# 6	2.84	0	<u>4200</u>
0	# 7	3.87	0	<u>4200</u>
0	# 8	5.1	0	<u>4200</u>
0	# 9	6.45	0	<u>4200</u>
0	# 10	8.19	0	<u>4200</u>
0	# 11	10.06	0	<u>4200</u>

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.67 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.79 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.028 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^- = T_u * (d - a/2) = 0.94 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^- = 0.84 \text{ ton*m}$$

> Mu- Cumple

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 4.2957 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 12027.96 \text{ kg/cm}^2$$

#### Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

## Diseño por cortante de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa Inferior

### 1. Datos Generales

a. Características geométricas:

b. Características de los materiales:

c. Fuerzas internas:

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \\ d &= 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_{yt} &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$V_u = 5.1 \text{ ton}$$



Las fuerza cortante de diseño es la mayor de  $V_u$  y  $V_e$  (Sección 8.7.1 CSCR-02)

### 2. Determinación del cortante requerido por una viga que presenta rótulas plásticas en sus extremos $V_e$

$$V_{CP} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr1} = 1.16 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$V_{CT} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr2} = 1.16 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$L = 8.4 \text{ m}$$

$$V_e = (M_{pr1} + M_{pr2}) / (L - d) + 1.05V_{CP} + 0.5V_{CT} = 0.28 \text{ ton} < V_u$$

$$V_{\text{diseño}} = 5.10 \text{ ton}$$

### 3. Cálculo de la capacidad a cortante de la sección de concreto $V_c$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd = 6.91 \text{ ton}$$

| Ec. 11-3 ACI-05

$$V_{smin} = V_{\text{diseño}} / \phi - V_c = -0.11 \text{ ton} \quad -2.2037$$

### 4. Cálculo de la capacidad a cortante de la configuración de aros $V_s$

a. Determinación de la separación de los aros

$$s_{\max} \begin{cases} d/2 = 4.5 \text{ cm} \\ d/4 = 2.25 \text{ cm} \end{cases}$$

| Sec. 11.5.5.2 ACI-05

| Sec. 8.2.6 CSCR-02

$$s_{\text{propuesto}} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{vmin}^1 = 0.2\sqrt{f'_c}bs/f_{yt} = 1.553 \text{ cm}^2$$

| Ec. 11-13 ACI-05

$$A_{vmin}^2 = 3.5bs/f_{yt} = 1.875 \text{ cm}^2$$

Rige

| Ec. 11-13 ACI-05

b. Cálculo del acero real

No. patas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 2	0.32	0	2800
0	# 3	0.71	0	2800
0	# 4	1.29	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200

$$A_{vreal} = 0 \text{ cm}^2$$

$$V_s = A_v f_{yt} d / s = 0.00 \text{ ton} > V_{smin} \text{ Cumple} \quad | \text{ Ec. 11-15 ACI-05}$$

Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

## Diseño por flexión de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa inferior

### 1. Datos Generales



#### a. Características geométricas:

b = 100 cm  
h = 15 cm  
d = 8.135 cm

#### b. Características de los materiales:

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$

#### c. Fuerzas internas:

$M_{u1} = 0.823 \text{ ton*m}$   
 $M_{u2} = 0.32 \text{ ton*m}$

### 2. Determinación del acero por momento positivo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$A_{sreq}^+ = M_u^+ / (\phi f_y (0.9d)) = 4.46 \text{ cm}^2$   
 $A_{smin}^1 = 14 / f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$   
 $A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$   
 $4/3 A_{sreq}^+ = 5.95 \text{ cm}^2$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 3	0.71	0	2800
3.33	# 4	1.29	4.2957	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

#### c. Determinación de a, c, $\epsilon_y$ , $\phi$ , $M_n$ y $\phi M_n$

$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.67 \text{ cm}$   
 $c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.79 \text{ cm}$   
 $\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.028 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$   
 $\phi = 0.90$   
 $M_n^+ = T_u * (d - a / 2) = 0.94 \text{ ton*m}$   
 $\phi M_n^+ = 0.84 \text{ ton*m}$   
-3%

> Mu+ Cumple

Se tiene que:  $A_{sreal} = 4.2957 \text{ cm}^2$   
 $T_u = 12027.96 \text{ kg/cm}^2$

### 3. Determinación del acero por momento negativo

#### a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{sreq}^- = M_u^- / (\phi f_y (0.9d)) = 1.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^1 = 14/f_y * bd = 4.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}^2 = 0.8 * \sqrt{f'_c} / f_y * bd = 3.37 \text{ cm}^2$$

$$4/3 A_{sreq}^- = 2.34 \text{ cm}^2$$

Rige

Ec 10-3 ACI-05

Ec 10-3 ACI-05

Sec. 10.5.3 ACI-05

#### b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
<u>0</u>	# 3	0.71	0	<u>2800</u>
<u>3.33</u>	# 4	1.29	4.2957	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 5	2	0	<u>2800</u>
<u>0</u>	# 6	2.84	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 7	3.87	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 8	5.1	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 9	6.45	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 10	8.19	0	<u>4200</u>
<u>0</u>	# 11	10.06	0	<u>4200</u>

#### c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * b) = 0.67 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.79 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.028 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.90$$

$$M_n^- = T_u * (d - a / 2) = 0.94 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_n^- = 0.84 \text{ ton*m}$$

> Mu- Cumple

Se tiene que:

$$A_{sreal} = 4.2957 \text{ cm}^2$$

$$T_u = 12027.96 \text{ kg/cm}^2$$

#### Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

## Diseño por cortante de vigas de concreto rectangulares según CSCR-02

Proyecto: Cajas de válvulas Cóbano

Losa Inferior

### 1. Datos Generales

a. Características geométricas:

b. Características de los materiales:

c. Fuerzas internas:

$$\begin{aligned} b &= 100 \text{ cm} \\ h &= 15 \text{ cm} \\ d &= 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_{yt} &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$V_u = 5.1 \text{ ton}$$



Las fuerza cortante de diseño es la mayor de  $V_u$  y  $V_e$  (Sección 8.7.1 CSCR-02)

### 2. Determinación del cortante requerido por una viga que presenta rótulas plásticas en sus extremos $V_e$

$$V_{CP} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr1} = 1.16 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$V_{CT} = 0 \text{ ton}$$

$$M_{pr2} = 1.16 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$L = 8.4 \text{ m}$$

$$V_e = (M_{pr1} + M_{pr2}) / (L - d) + 1.05V_{CP} + 0.5V_{CT} = 0.28 \text{ ton} < V_u$$

$$V_{\text{diseño}} = 5.10 \text{ ton}$$

### 3. Cálculo de la capacidad a cortante de la sección de concreto $V_c$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}bd = 6.91 \text{ ton}$$

| Ec. 11-3 ACI-05

$$V_{smin} = V_{\text{diseño}} / \phi - V_c = -0.11 \text{ ton} \quad -2.2037$$

### 4. Cálculo de la capacidad a cortante de la configuración de aros $V_s$

a. Determinación de la separación de los aros

$$s_{\max} \begin{cases} d/2 = 4.5 \text{ cm} \\ d/4 = 2.25 \text{ cm} \end{cases}$$

| Sec. 11.5.5.2 ACI-05

| Sec. 8.2.6 CSCR-02

$$s_{\text{propuesto}} = 15 \text{ cm}$$

$$A_{vmin}^1 = 0.2\sqrt{f'_c}bs/f_{yt} = 1.553 \text{ cm}^2$$

| Ec. 11-13 ACI-05

$$A_{vmin}^2 = 3.5bs/f_{yt} = 1.875 \text{ cm}^2$$

Rige

| Ec. 11-13 ACI-05

b. Cálculo del acero real

No. patas	Designación	Area/varilla (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	$f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0	# 2	0.32	0	2800
0	# 3	0.71	0	2800
0	# 4	1.29	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200

$$A_{vreal} = 0 \text{ cm}^2$$

$$V_s = A_v f_{yt} d / s = 0.00 \text{ ton} > V_{smin} \text{ Cumple} \quad | \text{ Ec. 11-15 ACI-05}$$

Bibliografía:

American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete ACI 318-05*. Estados Unidos, 2005.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica 2002*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2005.

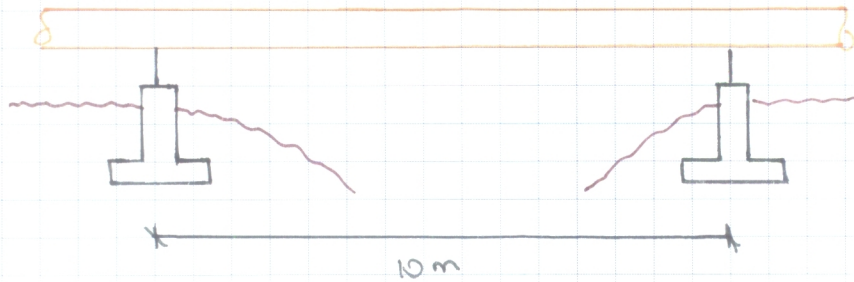
---

## 1.7 Memoria de cálculo: paso Quebrada

---

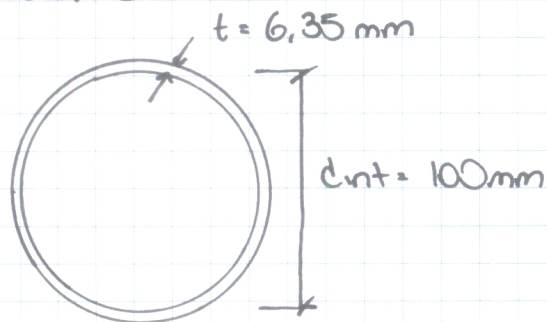


Se requiere diseñar un paso sobre un río, dicho paso presenta una longitud aproximada de 10m.



El diámetro de la tubería es de 100mm de diámetro y de espesor igual a 6.35 mm, de acero A53 grado B cédula 40.

Sección del tubo



## Tuberías a presión (Paso sobre Río Chiquito)

### Propiedades de materiales

$\gamma_{acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$   
 $\gamma_{agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $f_{y,acero} = 2450 \text{ kg/m}^2$

### Dimensiones de paso

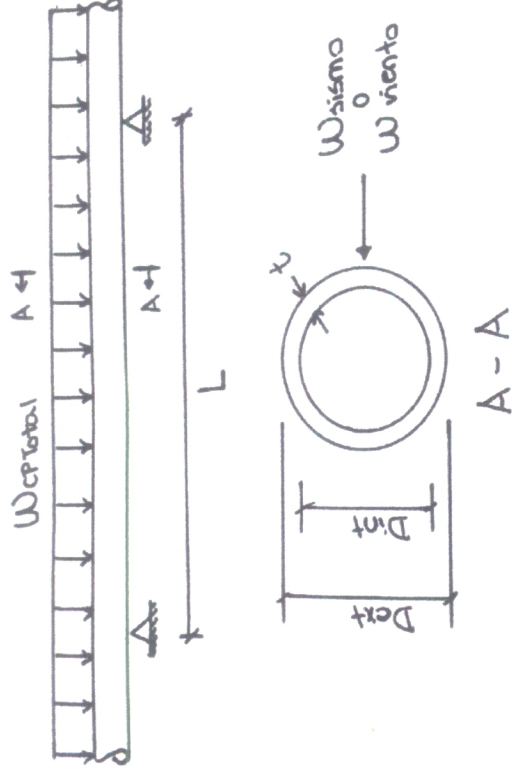
$L = 10 \text{ m}$

### Presion de diseño

$P = 100 \text{ mca}$   
 $P = 10 \text{ kg/cm}^2$

### Propiedades de la sección

Diametro int = 10 cm  
 espesor = 0.635 cm  
 Diametro ext = 11.270  
 Diametro med = 10.635  
 Inercia tubo = 299.95 cm<sup>4</sup>



### Calculo de la fuerza permanente sobre tubería

$W_{tubo} = 16.65 \text{ kg/m}$   
 $W_{agua} = 7.85 \text{ kg/m}$   
 $W_{CP Total} = 24.51 \text{ kg/m}$

### Calculo de la fuerza de sismo

Zona Sismica: Zona IV  
 Tipo de Suelo: S3

$a_{ef} = 0.44$   
 F.I. = 1  
 S.R. = 2  
 FED = 2.5

$C_{sismico} = 0.55$

$W_{CS} = 16.20 \text{ kg/m}$

### Calculo de la fuerza de viento

Tipo de lugar: Campo abierto

Altura = 0 m

$q_{basica} = 67.92 \text{ kg/m}^2$

Efecto Venturi: No

$q_{basica} = 67.922 \text{ kg/m}^2$

Grupo estructura: B Coeficiente = 1

$q_{presion} = 54.34 \text{ kg/m}^2$

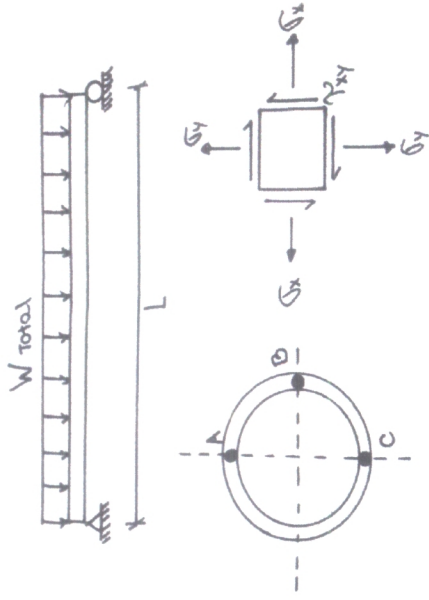
$q_{succion} = 27.17 \text{ kg/m}^2$

$q_{viento} = 81.51 \text{ kg/m}^2$

$W_{CW} = 9.19 \text{ kg/m}$

Rige Sismo

Caso 1:



$W_{total} = 29.38 \text{ kg/m}$

$M_w \text{ total al centro} = 367.24 \text{ kg-m}$

$V_w \text{ total al centro} = 0.00 \text{ kg}$

Estado de esfuerzos en A

$\sigma_x = -650.54 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\tau_{xy} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 78.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_{min} = -650.54 \text{ kg/cm}^2$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.08$$

CUMPLE

Estado de esfuerzos en B

$\sigma_x = 39.37 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 78.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_{min} = 39.37 \text{ kg/cm}^2$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.00$$

CUMPLE

Estado de esfuerzos en C

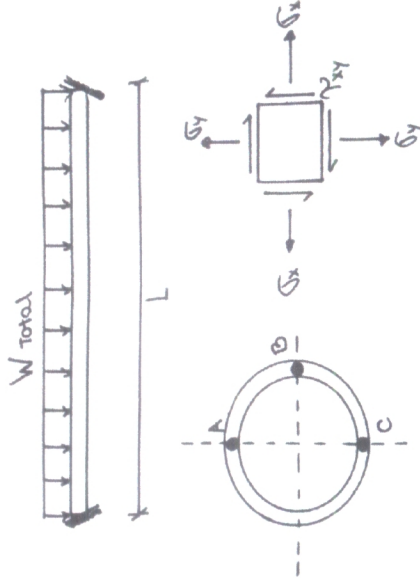
$\sigma_x = 729.28 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$   
 $\tau = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{max} = 729.28 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_{min} = 78.74 \text{ kg/cm}^2$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.08$$

CUMPLE

**Caso 2:**



$$W_{\text{total}} = 29.38 \text{ kg/m}$$

$$M_w \text{ total en extremo} = 244.82 \text{ kg-m}$$

$$V_w \text{ total en extremo} = 146.89 \text{ kg}$$

**Estado de esfuerzos en A**

$$\sigma_x = 499.31 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{xy} = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = 499.31 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 78.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.04$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en B**

$$\sigma_x = 39.37 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 13.86 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = 83.13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 34.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.00$$

**CUMPLE**

**Estado de esfuerzos en C**

$$\sigma_x = -420.57 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = 78.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = 78.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = -420.57 \text{ kg/cm}^2$$

$$\left( \frac{\sigma_1}{\sigma_y} \right)^2 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_y^2} + \left( \frac{\sigma_2}{\sigma_y} \right)^2 = 0.04$$

**CUMPLE**

Revisión del tubo por capacidad

$$W_{\text{rot}} = 24,51 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{cs}} = 16,20 \text{ kg/m}$$

$$P_1 = 1,4 \cdot 24,51 \text{ kg/m} = 34,31 \text{ kg/m}$$

$$P_2 = \sqrt{(1,05 \cdot 24,51 \text{ kg/m})^2 + (16,20 \text{ kg/m})^2} = 30,41 \text{ kg/m}$$

Rige  $P_2$

$$M_0 = \frac{(34,31 \text{ kg/m}) \cdot (10\text{m})^2}{8} = 428,93 \text{ kg-m}$$

$$V_0 = \frac{(34,31 \text{ kg/m}) \cdot (10\text{m})}{2} = 171,57 \text{ kg}$$

Capacidad a flexión  $M_n = M_p = F_y E_x$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \cdot f_y \cdot E_x = 0,9 \cdot 2450 \text{ kg/cm}^2 \cdot E_x = M_0 \\ &= 2205 E_{xx} = 428,93 \text{ kg-m} \cdot 100 \end{aligned}$$

$$E_{xx} = 19,45 \text{ cm}^3$$

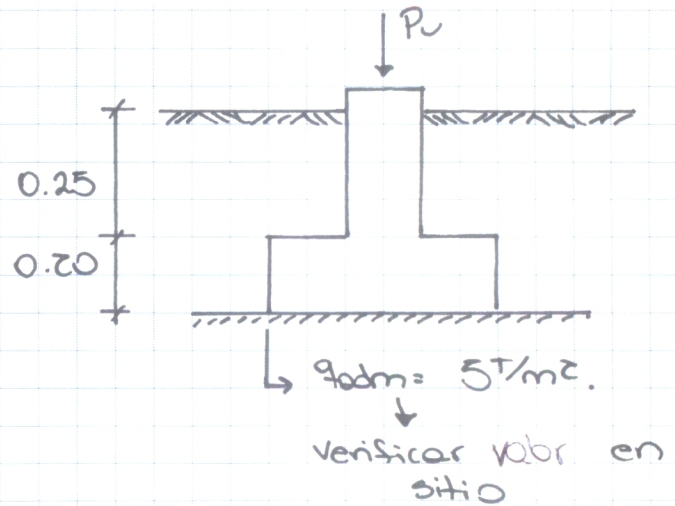
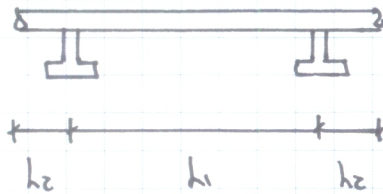
para  $\phi_{\text{int}} = 10\text{cm}$   
 $t = 0,635\text{cm}$

$$E_{xx} = \left[ \frac{(2\pi r_{\text{med}} \cdot t)}{L} \cdot \left( \frac{2}{3\pi} \cdot \frac{D_{\text{ext}}^2 + D_{\text{ext}} \cdot D_{\text{int}} + D_{\text{int}}^2}{D_{\text{ext}} + D_{\text{int}}} \right) \right] \cdot 2$$

$$= \left[ \frac{(2 \cdot \pi \cdot 5,32 \cdot 0,635)}{2} \cdot \left( \frac{2}{3\pi} \cdot \frac{11,27^2 + 11,27 \cdot 10 + 10^2}{11,27 + 10} \right) \right] \cdot 2$$

$$= 71,94 \text{ cm}^3 > 19,45 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{OK}$$

### Piezas de fundacion



$$h_1 = 10 \text{ m}$$

$$h_2 = 3 \text{ m}$$

$$W_{cp} = 24,51 \text{ kg/m}$$

$$W_{cs} = 16,20 \text{ kg/m}$$

$$P_{cp} = 24,51 \text{ kg/m} \left[ \left( \frac{10 \text{ m}}{2} \right) + 3 \text{ m} \right] = 196,10 \text{ kg}$$

$$M_{cp} = 0,0 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{cs} = 16,20 \text{ kg/m} \cdot \left[ \left( \frac{10 \text{ m}}{2} \right) + 3 \text{ m} \right] \cdot (0,20 + 0,25 + 0,20) \text{ m} = 84,24 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

### Combinación 1.

$$P_D = 1,4 (196,10 \text{ kg}) = 274,512 \text{ kg}$$

$$M_D = 1,4 (0,0 \text{ kg}\cdot\text{m}) = 0,0 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

### Combinación 2

$$P_D = 1,2 (196,10 \text{ kg}) = 235,30 \text{ kg}$$

$$M_D = 1,2 (0,0 \text{ kg}\cdot\text{m}) = 0,0 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Combinación 3

$$P_0 = 1.05 (196.10 \text{ kg}) = 205,88 \text{ kg.}$$

$$M_0 = 1.05 (0.0 \text{ kg-m}) + (84,24 \text{ kg-m}) = 84,24 \text{ kg-m.}$$

Combinación 4

$$P_0 = 0.95 (196,10 \text{ kg}) = 186,28 \text{ kg}$$

$$M_0 = 0.95 (0.0 \text{ kg-m}) + (84,24 \text{ kg-m}) = 84,24 \text{ kg-m.}$$

Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito

Se procede a realizar el diseño de la placa aislada PA-1

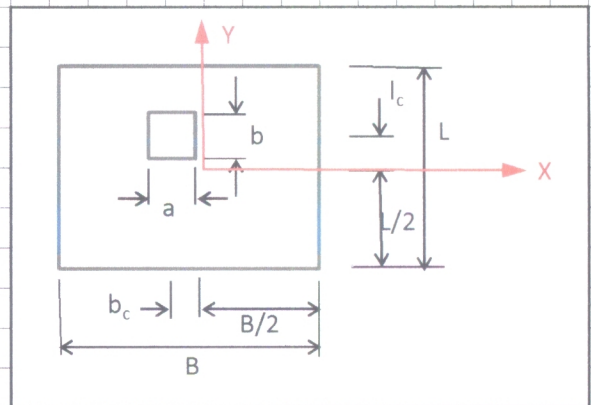
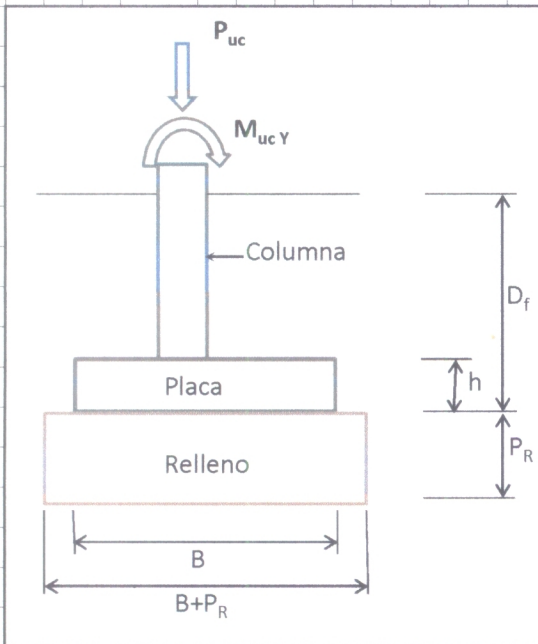
i. Revisión de presiones en el suelo

a. Características de materiales

$q_u$ :	15	ton/m <sup>2</sup> (capacidad última)
$\gamma_s$ :	1.75	ton/m <sup>3</sup>
$\gamma_c$ :	2.4	ton/m <sup>3</sup>

b. Geometría del cimiento

Desplante $D_f$ :	0.45	m
Prof. de relleno $P_R$ :	0	m
Altura de placa $h$ :	0.2	m
Ancho de placa $B$ :	0.8	m
Profundidad de placa $L$ :	0.8	m
Excentricidad col. $b_c$ :	0	m
Excentricidad col. $l_c$ :	0	m
Ancho columna $a$ :	0.2	m
Profundidad columna $b$ :	0.2	m



c. Cálculo de las presiones máximas

Comb	$P_{uc}$ (ton)	$M_{uc Y}$ (ton*m)	$M_{uc X}$ (ton*m)	$P_{u+s+p}$ (ton)	$M_{u+s+p Y}$ (ton*m)	$M_{u+s+p X}$ (ton*m)	$P_u$ (ton)	$M_{u Y}$ (ton*m)	$M_{u X}$ (ton*m)	$e_x$ (m)	$e_y$ (m)
1	0.28	0	0	0.831	0.00	0.00	1.111	0.00	0.00	0	0
2	0.24	0	0	0.712	0.00	0.00	0.952	0.00	0.00	0	0
3X	0.21	0.085	0.085	0.623	0.00	0.00	0.833	0.09	0.09	0.10	-0.1
3Y	0.21	0.085	0.085	0.623	0.00	0.00	0.833	0.09	0.09	0.10	-0.1
4X	0.19	0.085	0.085	0.564	0.00	0.00	0.754	0.09	0.09	0.11	-0.11
4Y	0.19	0.085	0.085	0.564	0.00	0.00	0.754	0.09	0.09	0.11	-0.11





**PROYECTO: BCIE II**

Realizado por: Ing. Jorge Rodriguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

FECHA: 22/12/2014

HOJA:

3

**Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito**

Comb	Condición		K	q <sub>max</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	q <sub>min</sub> (ton/m <sup>2</sup> )	φ	φq <sub>n</sub> (ton/m <sup>2</sup> )
	X	Y					
1	ex < B/6	ey < L/6		1.7	1.7	0.45	6.75
2	ex < B/6	ey < L/6		1.5	1.5	0.45	6.75
3X	ex < B/6	ey < L/6	K= <u>3</u>	3.9	0.0	0.85	12.75
3Y	ex < B/6	ey < L/6	K= <u>3</u>	3.9	0.0	0.85	12.75
4X	ex < B/6	ey < L/6	K= <u>4</u>	4.7	0.0	0.85	12.75
4Y	ex < B/6	ey < L/6	K= <u>4</u>	4.7	0.0	0.85	12.75

Resultado: Utilizar placas de 0.8 x 0.8 x 0.2 m

*ii. Diseño estructural de la placa*

a. Características de los materiales

f<sub>c</sub>: 210 kg/cm<sup>2</sup>

b. Características geométricas de la placa

d: 0.1 m

b<sub>o</sub>: 1.2 m

β: 1

α<sub>s</sub>: 40

φ<sub>v</sub>: 0.75

c. Diseño por cortante

Se analizará comportamiento en una dirección (viga) y comportamiento en dos direcciones (punzonamiento).

Las ecuaciones utilizadas en cada caso son:

Una dirección

$$\phi V_n = \phi * 0.53 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

Dos direcciones

min <

$$\phi V_n = \phi * 1.1 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

$$\phi V_n = \phi * (2 + \alpha_s d / b_o) * 0.27 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

$$\phi V_n = \phi * (2 + 4 / \beta) * 0.27 * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito

c.1 Comportamiento en una dirección

Conservadoramente se analizan las dos direcciones por separado considerando que se presenta una configuración triangular o trapezoidal donde en los bordes perpendiculares a la dirección analizada se tiene  $q_{max}$  y  $q_{min}$ .

En ambos casos se tienen dos situaciones: a) que el  $q_{max}$  se presente en el voladizo largo y b) que el  $q_{max}$  se presente en el voladizo corto. Las ecuaciones para ambas situaciones se muestran a continuación.

En X:

Condición a)

$$q_{v-v} = (L/2 - |c| + b/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 - |c| - b/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{v-v})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 + |c| - b/2 - d)] * B$$

$$V_u = [((q_{w-w} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2 - d)] * B$$

Condición b)

$$q_{v-v} = (L/2 + |c| - b/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 + |c| + b/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{v-v} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 + |c| - b/2 - d)] * B$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{w-w})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2 - d)] * B$$

En Y:

Condición a)

$$q_{m-m} = (B/2 - |bc| + a/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 - |bc| - a/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{m-m})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2 - d)] * L$$

$$V_u = [((q_{n-n} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2 - d)] * L$$

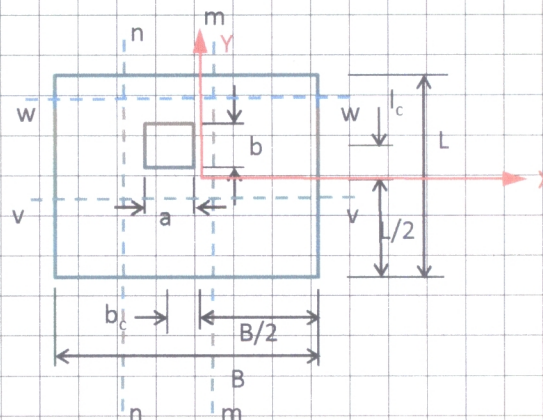
Condición b)

$$q_{m-m} = (B/2 + |bc| - a/2 - d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 + |bc| + a/2 + d) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$V_u = [((q_{m-m} + q_{min})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2 - d)] * L$$

$$V_u = [((q_{max} + q_{n-n})/2 - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2 - d)] * L$$





**PROYECTO: BCIE II**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

FECHA: 22/12/2014

HOJA: 11

**Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito**

Comb	X	Y	q v-v (ton/m <sup>2</sup> )	q w-w (ton/m <sup>2</sup> )	q m-m (ton/m <sup>2</sup> )	q n-n (ton/m <sup>2</sup> )	Vu X (ton)	φVn X (ton)	Vu Y (ton)	φVn Y (ton)
1	Condición a	Condición a	1.736	1.736	1.736	1.736	0.07	4.608	0.07	4.608
2	Condición a	Condición a	1.488	1.488	1.488	1.488	0.06	4.608	0.06	4.608
3X	Condición a	Condición a	2.93	0.977	2.93	0.977	0.391	4.608	0.391	4.608
3Y	Condición a	Condición a	2.93	0.977	2.93	0.977	0.391	4.608	0.391	4.608
4X	Condición a	Condición a	3.534	1.178	3.534	1.178	0.519	4.608	0.519	4.608
4Y	Condición a	Condición a	3.534	1.178	3.534	1.178	0.519	4.608	0.519	4.608

**c.2 Comportamiento en dos direcciones**

Comb	Vu (ton)	φVn (ton)	Jx (m <sup>4</sup> )	Jy	vu (ton/m <sup>2</sup> )	φvn (ton/m <sup>2</sup> )	
1	0.28	13.04	0.002	0.002	2.333	108.7	Nota: No programado para columnas en borde o esquina de placas, cambia el J para cada caso.
2	0.24	13.04	0.002	0.002	2	108.7	
3X	0.21	13.04	0.002	0.002	8.642	108.7	
3Y	0.21	13.04	0.002	0.002	8.642	108.7	
4X	0.19	13.04	0.002	0.002	8.475	108.7	
4Y	0.19	13.04	0.002	0.002	8.475	108.7	

$V_u = P_{uc}$  conservadoramente

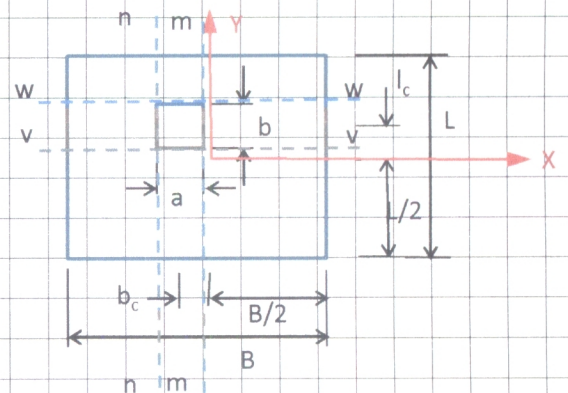
$$v_u = V_u / A_c + M_{ux} * (b/2 + d/2) / J_x + M_{uy} * (a/2 + d/2) / J_y$$

$$J_x = 2 * [d * (b+d) * (d^2 + (b+d)^2) / 12 + (a+d) * d * ((b+d)/2)^2]$$

$$J_y = 2 * [d * (a+d) * (d^2 + (a+d)^2) / 12 + (b+d) * d * ((a+d)/2)^2]$$

**d. Diseño por flexión**

El diseño por flexión se realiza considerando la flexión en ambas direcciones. Aplican las mismas consideraciones realizadas en el diseño por cortante con respecto a la distribución de presiones. Las secciones donde se calculan los momentos se localizan en la cara de la columna.





**PROYECTO: BCIE II**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito**

FECHA: 22/12/2014

HOJA: 12

En X:

Condición a)

$$q_{v-v} = (L/2 - |c| + b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 - |c| - b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$Mu = [(q_{max} - q_{v-v}) * 2/3 * (L/2 + |c| - b/2)^2/2 + (q_{v-v} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 + |c| - b/2)^2/2] * B$$

$$Mu = [(q_{w-w} - q_{min}) * 1/3 * (L/2 - |c| - b/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2)^2/2] * B$$

Condición b)

$$q_{v-v} = (L/2 + |c| - b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$q_{w-w} = (L/2 + |c| + b/2) * (q_{max} - q_{min}) / L + q_{min}$$

$$Mu = [(q_{v-v} - q_{min}) * 1/3 * (L/2 + |c| - b/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 + |c| - b/2)^2/2] * B$$

$$Mu = [(q_{max} - q_{w-w}) * 2/3 * (L/2 - |c| - b/2)^2/2 + (q_{w-w} - P_u s + p / (B * L)) * (L/2 - |c| - b/2)^2/2] * B$$

En Y:

Condición a)

$$q_{m-m} = (B/2 - |bc| + a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 - |bc| - a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$Mu = [(q_{max} - q_{m-m}) * 2/3 * (B/2 + |bc| - a/2)^2/2 + (q_{m-m} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2)^2/2] * L$$

$$Mu = [(q_{n-n} - q_{min}) * 1/3 * (B/2 - |bc| - a/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2)^2/2] * L$$

Condición b)

$$q_{m-m} = (B/2 + |bc| - a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$q_{n-n} = (B/2 + |bc| + a/2) * (q_{max} - q_{min}) / B + q_{min}$$

$$Mu = [(q_{m-m} - q_{min}) * 1/3 * (B/2 + |bc| - a/2)^2/2 + (q_{min} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 + |bc| - a/2)^2/2] * L$$

$$Mu = [(q_{max} - q_{n-n}) * 2/3 * (B/2 - |bc| - a/2)^2/2 + (q_{n-n} - P_u s + p / (B * L)) * (B/2 - |bc| - a/2)^2/2] * L$$

Comb	X	Y	q v-v (ton/m <sup>2</sup> )	q w-w (ton/m <sup>2</sup> )	q m-m (ton/m <sup>2</sup> )	q n-n (ton/m <sup>2</sup> )	Mu X (ton*m)	Mu Y (ton*m)
------	---	---	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------	-----------------

1	Condición a	Condición a	1.736	1.736	1.736	1.736	0.016	0.016
2	Condición a	Condición a	1.488	1.488	1.488	1.488	0.014	0.014
3X	Condición a	Condición a	2.442	1.465	2.442	1.465	0.088	0.09
3Y	Condición a	Condición a	2.442	1.465	2.442	1.465	0.088	0.088
4X	Condición a	Condición a	2.945	1.767	2.945	1.767	0.117	0.117
4Y	Condición a	Condición a	2.945	1.767	2.945	1.767	0.117	0.117

Max = 0.117 0.117



**PROYECTO: BCIE II**

Realizado por: Ing. Jorge Rodríguez.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA-1 Paso sobre Río Chiquito**

FECHA: 22/12/2014

HOJA:

13

d1. Determinación del acero en dirección Y (Momento en X)

a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{s \min} = 0.002 * B * h = 3.2 \text{ cm}^2$$

b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/var. (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	# 3	0.71	0.71	2800
0	# 4	1.29	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

Se tiene que:  $A_{sreal} = 0.71 \text{ cm}^2$   
 $T_u = 1988 \text{ kg}$

c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, Mn y φMn

$$a = T_u / (0.85 * f_c * B) = 0.139 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.164 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.18 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.9$$

$$M_{nX} = T_u * (d - a / 2) = 0.197 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_{nX} = 0.178 \text{ ton*m} > M_u X, \text{ Cumple}$$

d. Distribución del acero

Lado corto, colocar acero distribuido uniformemente en todo el elemento



**PROYECTO: BCIE II**

Realizado por: Ing. Julian Trejos V.

Revisado por: Ing. Miguel Cruz A.

**Contenido: PA-1 Paso sobre Rio Chiquito**

FECHA: 22/12/2014

HOJA:

14

d2. Determinación del acero en dirección X (Momento en Y)

a. Cálculo del acero mínimo requerido

$$A_{s\min} = 0.002 * L * h = 3.2 \text{ cm}^2$$

b. Cálculo del acero real

No. varillas	Designación	Area/var. (cm <sup>2</sup> )	Area total (cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	# 3	1	0.71	2800
0	# 4	1	0	2800
0	# 5	2	0	2800
0	# 6	2.84	0	4200
0	# 7	3.87	0	4200
0	# 8	5.1	0	4200
0	# 9	6.45	0	4200
0	# 10	8.19	0	4200
0	# 11	10.06	0	4200

Se tiene que:  $A_{sreal} = 0.71 \text{ cm}^2$   
 $T_u = 1988 \text{ kg}$

c. Determinación de a, c, ε<sub>y</sub>, φ, M<sub>n</sub> y φM<sub>n</sub>

$$a = T_u / (0.85 * f'_c * L) = 0.139 \text{ cm}$$

$$c = a / \beta' = a / 0.85 = 0.164 \text{ cm}$$

$$\epsilon_y = 0.003 / c * (d - c) = 0.18 > 0.005 \text{ Falla Dúctil}$$

$$\phi = 0.9$$

$$M_{nY} = T_u * (d - a/2) = 0.197 \text{ ton*m}$$

$$\phi M_{nY} = 0.178 \text{ ton*m} > M_u Y, \text{ Cumple}$$

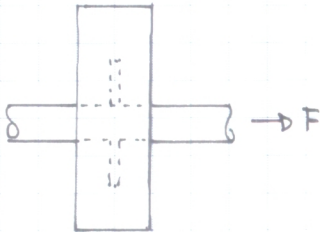
d. Distribución del acero

Lado corto, colocar acero distribuido uniformemente en todo el elemento

## Diseño de bloque de anclaje

Parametros del suelo:  $\phi = 20^\circ$   
 $k_a = 0,49$   
 $\gamma = 2,04$   
 $H = 1,75 \text{ T/m}^3$

} Datos supuestos a corroborar en sitio.



$$F = A \cdot \text{Presión}$$

$$A = \pi (10 \text{ cm} / 2)^2 = 78,54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Presión} = 100 \text{ mca} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$F = 78,54 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ kg/cm}^2 = 786 \text{ kg.}$$

## Resistencia del Concreto.

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,53 \cdot \sqrt{200 \text{ kg/cm}^2} \cdot b \cdot 20 \text{ cm} = 153,61 \cdot b$$

$$153,61 \cdot b = 786$$

$$b = 5,11 \text{ cm} \Rightarrow \text{circunferencia del anillo}$$

$$2\pi r = 5,11$$

$$r = 0,814 \text{ cm.}$$

## Bloques en codos

### Angulos horizontales

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)							Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)	
			a	b	c	d	e	f	g				h
100	100	90	0.00	0.65	0.20	0.00	0.52	1.05	0.20	0.00	0.20	0.13	1.00



**Cálculo de bloques de anclaje**

**A. propiedades de materiales**

**Concreto**

Peso  $w_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$

**Suelo**

Peso  $w_s = 1750 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción  $\phi = 20^\circ$

Coefficiente de empuje activo  $K_a = 0.49$

Coefficiente de empuje pasivo  $K_p = 2.04$

Adherencia suelo - fundación  $c = 0 \text{ t/m}^2$

Coefficiente de fricción  $\mu = 0.36$

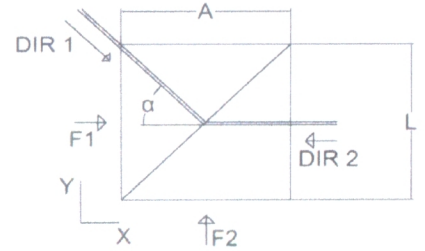
Capacidad del suelo  $q_{adm} = 5 \text{ t/m}^2$   
 $F.S. = 3.0$

**D. Equilibrio de fuerzas en bloques**

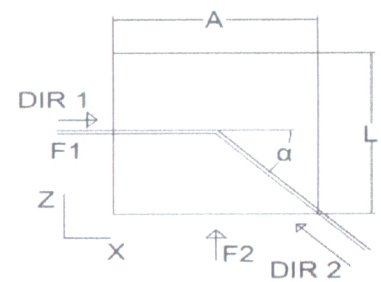
Factor de seguridad contra deslizamiento y levantamiento  $\phi = 1.5$

**B. Casos de análisis**

*Fuerzas horizontales*



*Fuerzas verticales (Geometría 1)*

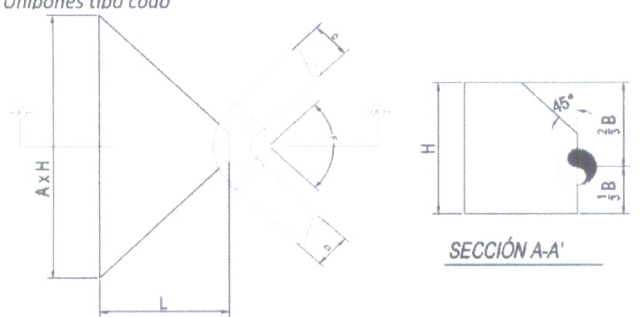


**Bloques en tees**

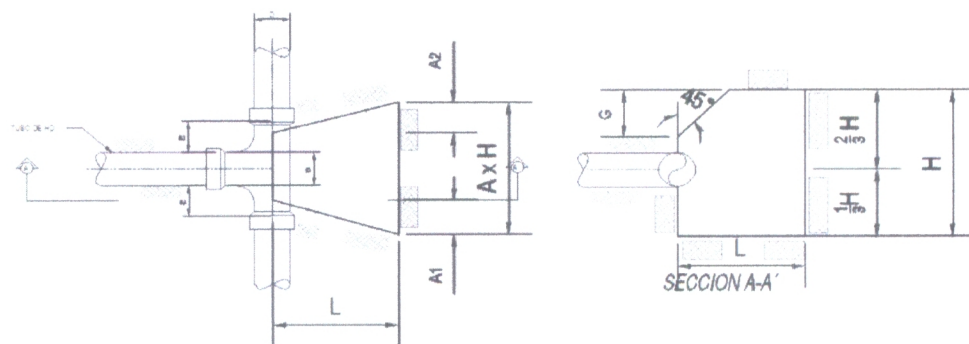
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Angulo (°)	Fuerza (kg)	Propiedades de bloque					Pr Fp
				Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	
100	100	NA	786	0.20	489.84	0.13	1.57	0.65	

D. Dimensiones de bloques

Uniones tipo codo

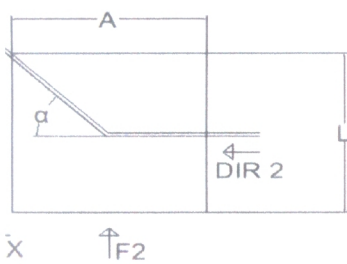


Uniones tipo Tee



Dir 1  
Dir 2

Características (Geometría 2)



Fricc. base	Reac. Tot.	Reac. v. s.	Fr/Fa	Capac.	Cumpl.	
Ff (kg)	F X (kg)	Fp Z (kg)	FX	qu/q	FX	FZ
178	3038	878	3.865	0.782	CUMPLE	CUMPLE

Diseño del anillo

$$F = 786 \text{ kg}$$

Acero A36

$$\phi_{\text{tubo}} = 11.27 \text{ cm.}$$

externo

$$F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2.$$

$$V_n = f_y \cdot A$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\phi V_n = 0.9 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot (11.27 \text{ cm} / 2) \cdot t = 786 \text{ kg}$$

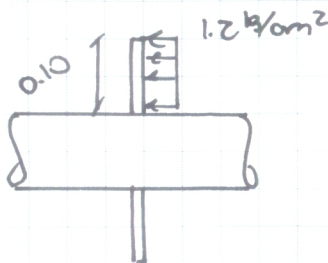
$$80300 \cdot 2 \cdot t = 786 \text{ kg.}$$

$$t = 0.0098 \text{ cm}$$

$$t_{\text{usar}} = 0.476 \text{ cm.}$$

$$\text{Area}_{\text{anillo}} = \pi \cdot (31.27 \text{ cm} / 2)^2 - \pi (11.27 \text{ cm} / 2)^2 = 668.22 \text{ cm}^2.$$

$$V_{\text{anillo}} = \frac{786.00 \text{ kg}}{668.22 \text{ cm}^2} = 1.2 \text{ kg/cm}^2.$$



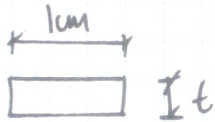
$$M_u = 1.20 \text{ kg/cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot (10 \text{ cm}/2) = 60 \text{ kg-cm.}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = 0.9 \cdot M_n = 0.9 \cdot M_p = 0.9 \cdot f_y \cdot Z_{xx} = 0.9 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2 \cdot Z_{xx}$$
$$= 2268 \cdot Z_{xx}$$

$$2268 \cdot Z_{xx} = 60.00 \text{ kg-cm}$$

$$Z_{xx} = 0.0265 \text{ cm}^3$$



$$\hookrightarrow Z_{xx} = \frac{(1 \text{ cm}) \cdot t^2}{4} = 0.0265 \text{ cm}^3$$

$$t = 0.3253 \text{ cm.}$$

$$t = 0.476 \text{ cm.}$$

## **1.8 Diseño de bloques de anclaje PVC en TEE**

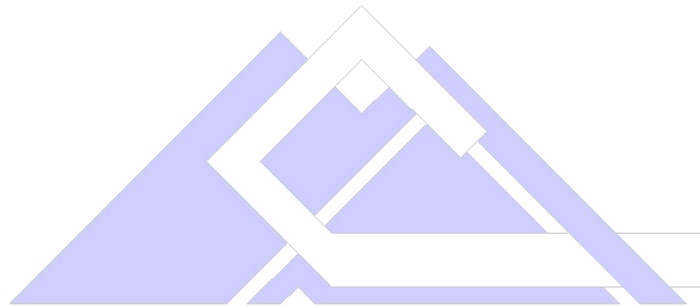
---

# **MEMORIA DE CÁLCULO**

**PROYECTO:**

**PROYECTO:  
Tanques BCIE II  
(MC1437JN)**

**Bloques de anclaje para uniones tee**



M. Cruz & Asociados  
Ingeniería Estructural

**Diciembre 2014**

**Cálculo de bloques de anclaje**

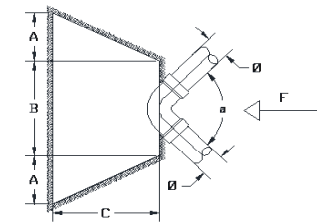
**A. Propiedades de materiales**

<b>Concreto</b>			
Peso	wc =		2400 kg/cm3
<b>Suelo</b>			
Peso	ws =		1674 kg/m3
Ángulo de fricción	$\phi =$		20 °
Coefficiente de empuje activo	Ka =		0.49
Coefficiente de empuje pasivo	Kp =		2.04
Adherencia suelo - fundación	c =		0 t/m2
Coefficiente de fricción	$\mu =$		0.36
Capacidad del suelo	q adm =		10 t/m2
	F.S. =		3.0

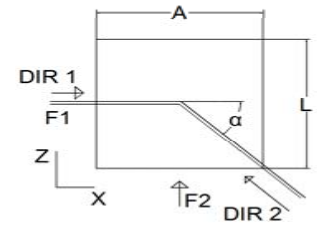
**D. Equilibrio de fuerzas en bloques**

Factor de seguridad contra deslizamiento y levantamiento  
 $\phi =$  1.5

**B. Casos de análisis**  
**Fuerzas horizontales**

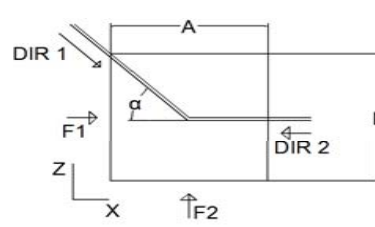


**Fuerzas verticales (Geometría 1)**

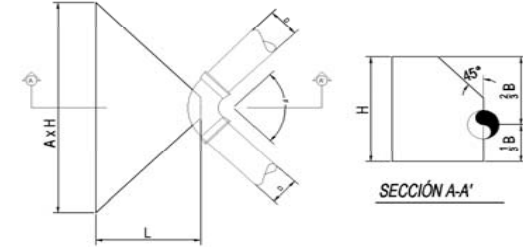


Caso 1: Dir 1  
 Caso 2: Dir 2

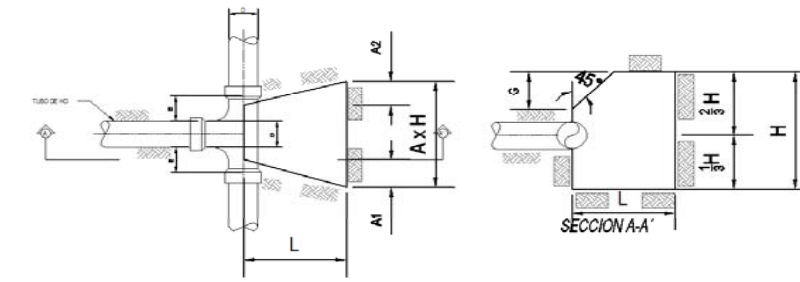
**Fuerzas verticales (Geometría 2)**



**C. Dimensiones de bloques**  
**Uniones tipo codo**



**Uniones tipo tee**



**Bloques en tees**

Propiedades del tubo				Propiedades de bloque					Cálculo de fuerzas resistentes				Revisión			
Presión de prueba (mca)	Diámetro tubería (mm)	Angulo (°)	Fuerza Fa (kg)	Volumen V (m3)	Peso W (kg)	Area base A (m2)	Altura pared posterior h (m)	Largo pared posterior L (m)	Fuerza pasiva Fp X (kg)	Fricc. base Ff X (kg)	Reac. Tot. Ft X (kg)	Reac. Vert. Fp Z (kg)	Deslizam. Ft X/Fa	Capac. Soporte Fp Z/F Z	Criterio	
100	75	90	442	0.01	30.85	0.03	0.45	0.25	759	11	771	405	1.74	0.08	CUMPLE	CUMPLE
100	100	90	785	0.03	66.4	0.05	0.6	0.3	1215	24	1239	675	1.58	0.10	CUMPLE	CUMPLE
100	150	90	1767	0.10	239.4	0.12	0.9	0.5	3038	87	3125	1620	1.77	0.15	CUMPLE	CUMPLE

**Ecuaciones de diseño**

Fuerza pasiva	$FpX = h L \phi (q_{adm} FS) / 2,$
Fricción en la base	$Ff X = \mu W$
Reacción total horizontal	$Ftx = Fp X + Ff X$
Reacción vertical	$FpZ = \phi A (q_{adm} FS) / 2$
Factor de reducción	$\phi = 0.45$

## Bloques en tees

### Angulos horizontales

Pesion de prueba (mca)	Diametro de tubería (mm)	Angulo (°)	Dimensiones del bloque (m)								Volumen (m <sup>3</sup> )	Area de la base (m <sup>2</sup> )	Altura sobre tubo (m)
			a	b	c	d	e	f	g	h			
100	75	90	<u>0.05</u>	<u>0.15</u>	<u>0.15</u>	<u>0.10</u>	<u>0.15</u>	0.30	0.05	0.02	0.01	0.03	0.26
100	100	90	<u>0.05</u>	<u>0.20</u>	<u>0.20</u>	<u>0.10</u>	<u>0.20</u>	0.40	0.10	0.03	0.03	0.05	0.36
100	150	90	<u>0.10</u>	<u>0.30</u>	<u>0.30</u>	<u>0.15</u>	<u>0.30</u>	0.60	0.15	0.05	0.10	0.12	0.56



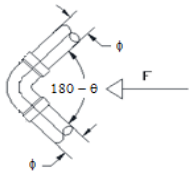
---

## **1.9 Justificación de no colocar bloques de anclajes en PEAD**

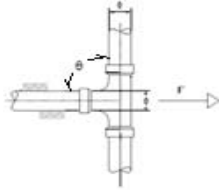
---

Proyecto	Tanques y líneas de conducción BCIE II	Diseño	
		Revisó	
Contenido	Revisión accesorios PEAD conducción	Fecha	
		Pag.	

### 1. Codos



### 2. Tees



#### 1. Revisión codos

Angulo c/r horizontal	Presión kg/cm <sup>2</sup>	Diametro de tubería (cm)	Espesor de tubería (cm)	Área de tubería (cm <sup>2</sup> )	Fuerza resultante en codo (kg)	Tracción axial en tubo (cm)	Esfuerzo debido a presión interna (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo debido a tracción axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo principal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de seguridad	Criterio
$\theta$	P	D	t	$A = \pi D^2$	$F = 2 * P * A \sin(\theta/2)$	$T = F \cos(\theta/2)$	$\sigma_p = PD/4t$	$\sigma_L = T/\pi Dt$	$\sigma_1 = (s_p + s_L)/2 + \sqrt{[(s_p - s_L)^2/4 + \tau^2]}$	$\sigma_{adm}$	$FS = s_{adm}/s_1$	$FS > 2$
90	10	10	0.846	78.54	1110.7	785.4	29.6	29.6	29.6	81.55	2.76	Cumple
90	10	15	1.247	176.71	2499.1	1767.1	30.1	30.1	30.1	81.55	2.71	Cumple
90	10	20	1.623	314.16	4442.9	3141.6	30.8	30.8	30.8	81.55	2.65	Cumple
90	10	25	2.022	490.87	6942.0	4908.7	30.9	30.9	30.9	81.55	2.64	Cumple
45	10	10	0.846	78.54	1110.7	1026.2	29.6	38.6	38.6	81.55	2.11	Cumple
45	10	15	1.247	176.71	2499.1	2308.9	30.1	39.3	39.3	81.55	2.08	Cumple
45	10	20	1.623	314.16	4442.9	4104.7	30.8	40.3	40.3	81.55	2.03	Cumple
45	10	25	2.022	490.87	6942.0	6413.6	30.9	40.4	40.4	81.55	2.02	Cumple

#### 2. Revisión tees

Angulo c/r horizontal	Presión kg/cm <sup>2</sup>	Diametro de tubería (cm)	Espesor de tubería (cm)	Área de tubería (cm <sup>2</sup> )	Tracción axial en tubo (cm)	Esfuerzo debido a presión interna (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo debido a tracción axial (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo principal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Factor de seguridad	Criterio
$\theta$	P	D	t	$A = \pi D^2$	$F = P * A$	$\sigma_p = PD/4t$	$\sigma_L = F/\pi Dt$	$\sigma_1 = (s_p + s_L)/2 + \sqrt{[(s_p - s_L)^2/4 + \tau^2]}$	$\sigma_{adm}$	$FS = s_{adm}/s_1$	$FS > 2$
90	10	10	0.846	78.54	785.4	29.6	29.6	29.6	81.55	2.76	Cumple
90	10	15	1.247	176.71	1767.1	30.1	30.1	30.1	81.55	2.71	Cumple
90	10	20	1.623	314.16	3141.6	30.8	30.8	30.8	81.55	2.65	Cumple
90	10	25	2.022	490.87	4908.7	30.9	30.9	30.9	81.55	2.64	Cumple

## **ANEXO 5: Análisis registral y legal de los terrenos a adquirir**

---

## **1 Introducción**

Los terrenos a utilizar para el proyecto se encuentran ubicados en el sector de San Ramón de Ario, Cerro Bonito y Las Delicias.

En el capítulo 2 se muestra el estudio hidrogeológico en donde se analizan las zonas antes mencionadas.

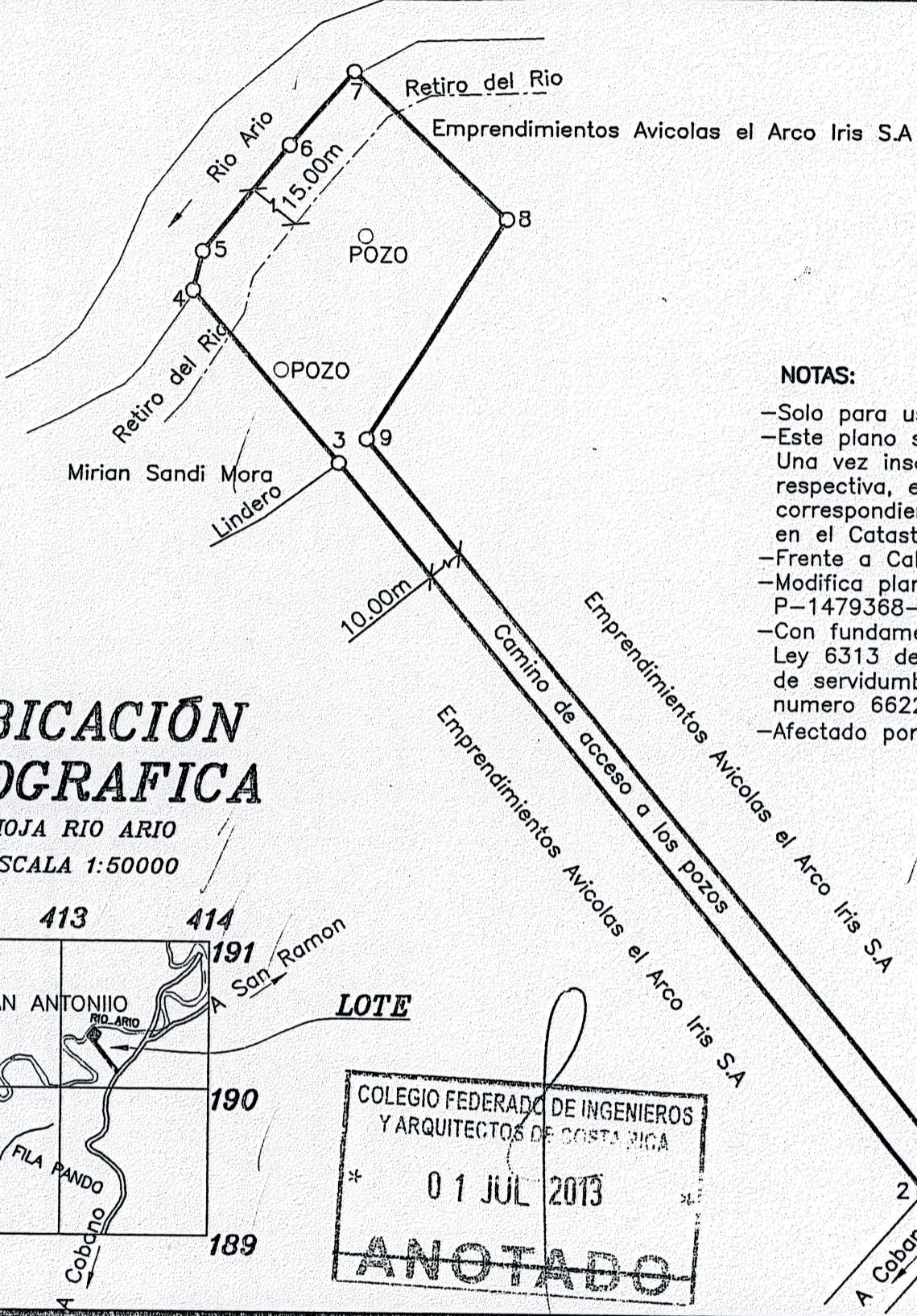
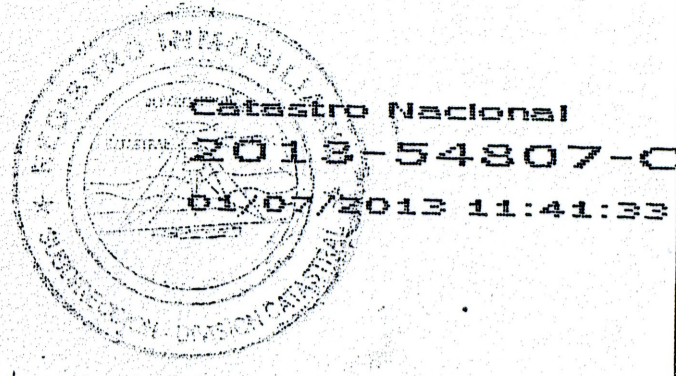
### **1.1 Terreno San Ramón de Ario**

---

Terreno en la cual se acondicionarán los 2 pozos existentes.

Los planos catastros a utilizar se muestran en las siguientes figuras

REGISTRO NACIONAL  
 CATASTRO NACIONAL  
 El presente plano ha cumplido con los requisitos exigidos por la ley, por lo que ha sido registrado bajo el siguiente número:  
**P-1667744-2013**  
 Fecha: **02 JUL. 2013** Firma Autorizada



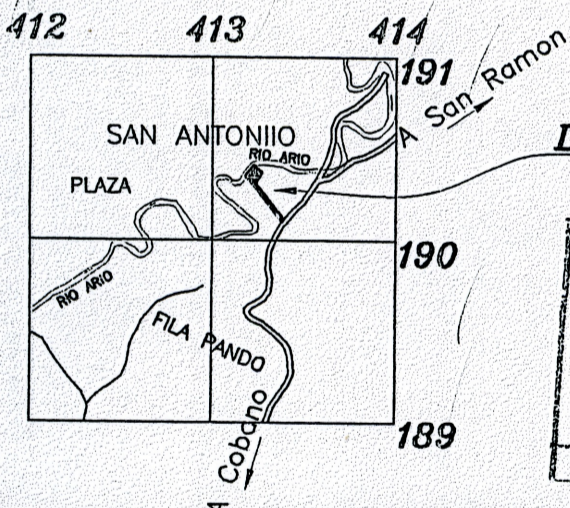
DERROTERO				
Linea	Azimut		Distancia	
	°	'	m	cm
1-2	214	54	10	39
2-3	320	40	254	64
3-4	319	23	61	86
4-5	13	31	10	89
5-6	38	36	37	56
6-7	40	36	26	65
7-8	133	48	58	00
8-9	211	51	71	00
9-1	140	40	252	26

**NOTAS:**

- Solo para usos conexos con instalaciones del AyA.
- Este plano servirá únicamente para inscribir el inmueble. Una vez inscrito el fraccionamiento a la reunión respectiva, el plano surtirá los efectos jurídicos correspondientes desde la fecha de su inscripción en el Catastro.
- Frente a Calle Publica 10.39m.
- Modifica plano de catastro P-1010243-2005, P-1479368-2011.
- Con fundamento en ley constitutiva AyA numero 2726, Ley 6313 de adquisiciones, expropiaciones y constitucion de servidumbre aplicable AyA, por mandato de la ley numero 6622, articulo 4.
- Afectado por ley # 276 y sus reformas.

**UBICACIÓN GEOGRAFICA**

HOJA RIO ARIO  
 ESCALA 1:50000



COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE COSTA RICA  
 01 JUL 2013  
**ANOTADO**



REPUBLICA DE COSTA RICA  
**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA

SITUADO EN: SAN RAMON  
 DISTRITO: 11° COBANO  
 CANTON: 01° PUNTARENAS  
 PROVINCIA: 06 PUNTARENAS

PROTOCOLO  
 TOMO: 18301  
 FOLIO: 008

INFORMACION DE REGISTRO  
 ES PARTE DE: 6 168837-000

*Arturo Apú Bolaños*  
 ARTURO APÚ BOLAÑOS  
 INGENIERO TOPOGRAFO IT-1856

ARCHIVO AYA  
 P-01-11-021  
 LIBRO: P-04 pag 22  
 ESCALA: 1 : 2000

AREA:  
**7335 m<sup>2</sup>**  
 AREA SEGUN REGISTRO FECHA:  
**54376 m<sup>2</sup> / JUNIO-2013**

LOTE POZO SAN RAMON DE COBANO

PARA CATASTRAR EXENTO DE DERECHOS Y TIMBRES. ARTICULO 17 LEY CONSTITUTIVA Nº 2726 DEL 14 DE ABRIL DE 1961 Y SUS REFORMAS

-LEVANTAMIENTO POLAR, POLIGONAL ABIERTA.  
 -ERROR ANGULAR: 00° 02'  
 -ERROR LINEAL: 0.02 m.  
 -DOY FE DE QUE NO HUBO CAMBIO DE LINDEROS NI AMOJONAMIENTOS.

## 1.2 Terreno de Cerro Bonito

---

Terreno en la cual se construirá el nuevo tanque de Cóbano de 250 m<sup>3</sup>.

El plano catastro a utilizar se muestra en la siguiente figura

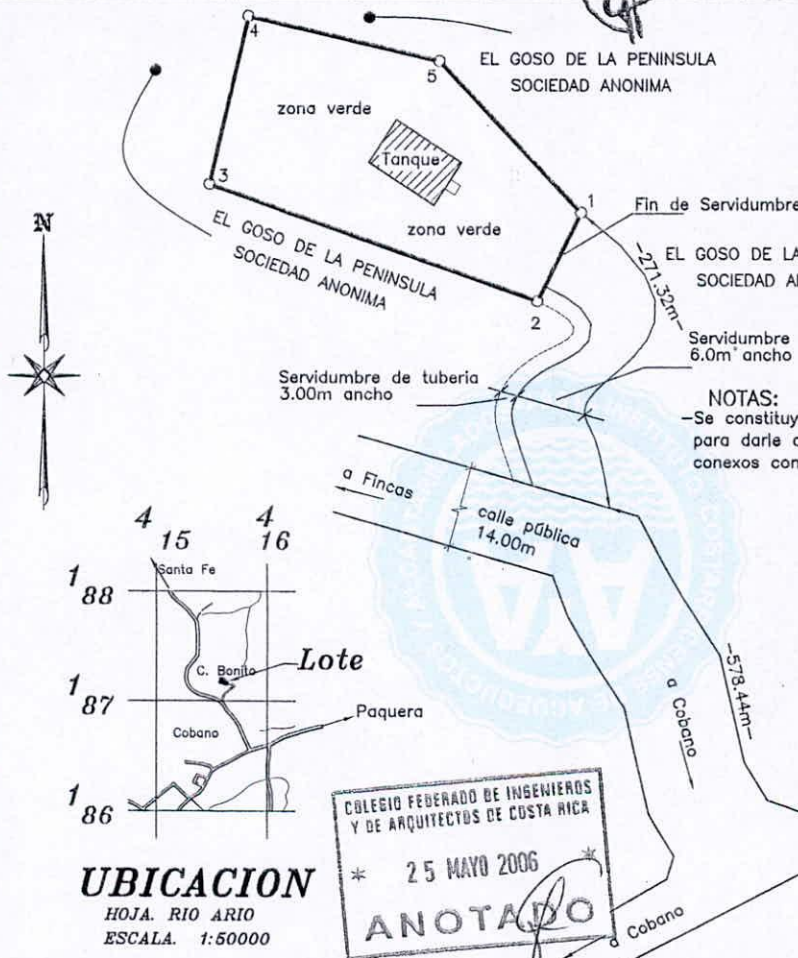
**DE OFICIO**



**REGISTRO NACIONAL CATASTRO NACIONAL**  
 El presente plano ha cumplido con los requisitos exigidos por la ley, por lo que ha sido registrado bajo el siguiente número:  
*P-1013511-2006*  
 Fecha: 26 MAYO 2006 Firma Autorizada

**DERROTERO**

LÍNEA	ACIMUT	DIST. (m)
1-2	206° 40'	9.00
2-3	289° 44'	31.38
3-4	12° 51'	15.60
4-5	103° 17'	17.77
5-1	136° 53'	18.75



- NOTAS:**
- Se constituye esta servidumbre única y exclusivamente para darle acceso a este lote y sus usos conexos con instalaciones del AyA
  - Solo para usos conexos con instalaciones de AYA.
  - Solo para usos conexos con instalaciones de AYA.
  - Frente de servidumbre a calle pública de 14.27m.
  - Modifica al Plano Catastrado P-1015257-2005
  - Frente total a servidumbre de 9.00m



**UBICACION**  
 HOJA RIO ARIO  
 ESCALA: 1:50000

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA  
 \* 25 MAYO 2006  
**ANOTADO**

DIRECCION DE URBANISMO I. N. V. U.  
 6 MAYO 2006  
 PARA EFECTOS DE CATASTRO  
 FIRMA

REPUBLICA DE COSTA RICA <b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS</b> DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA		SITUADO EN: COBANO DISTRITO :11 COBANO CANTON: 01 PUNTARENAS PROVINCIA: 6 PUNTARENAS	INFORMACION DE REGISTRO ES PARTE DE: FOLIO REAL 6 142871-000
PROPIEDAD DE : CEDULA JURIDICA # 3-101-416457 <b>EL GOSO DE LA PENINSULA SOCIEDAD ANONIMA</b> VENDE A: <b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS</b> CEDULA JURIDICA # 4-000-042138-04		AREA: <b>492.00</b> m <sup>2</sup>	PROTOCOLO TOMO: 7231 FOLIO: 146
ARCHIVO AYA P-01-11-16 LIBRO : P-01-12-T13 ESCALA: 1 : 500		AREA SEGUN REGISTRO 744432.64 m <sup>2</sup>	FECHA: Febrero/2006
FREDDY ZUMBADO HERNANDEZ INGENIERO TOPOGRAFO I.T. 6485		PARA CATASTRAR EXENTO DE DERECHOS Y TIMBRES. ARTICULO 17 LEY CONSTITUTIVA N° 2726 DEL 14 DE ABRIL DE 1961 Y SUS REFORMAS	-LEVANTAMIENTO POLAR, POLIGONAL CERRADA. -ERROR ANGULAR: 00° 02' -PRECISION LINEAL: 1:2000 -DOY FE DE QUE NO HUBO CAMBIO DE LINDEROS NI AMONAJAMIENTOS.
TANQUE COBANO			

### **1.3 Terreno de Las Delicias**

---

Terreno en la cual se construirá dos pozos y se acondicionará el pozo existente.

El plano catastro a utilizar se muestra en la siguiente figura.

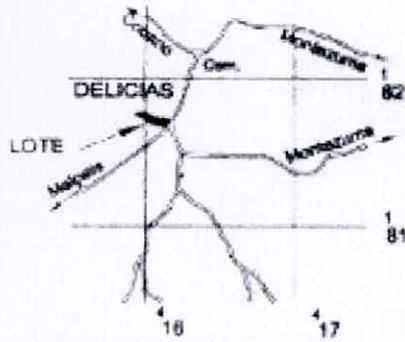
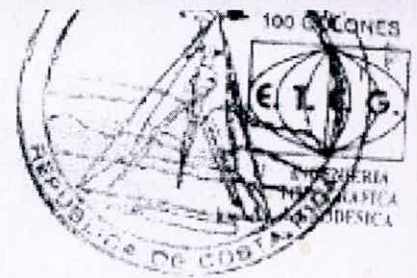


El presente plano ha cumplido con los requisitos exigidos por la ley, por lo que ha sido registrado bajo el siguiente número:  
**P-1048467-2006**

**25 ENE 2006**

Fecha

*[Firma manuscrita]*  
 Licencia Registrada

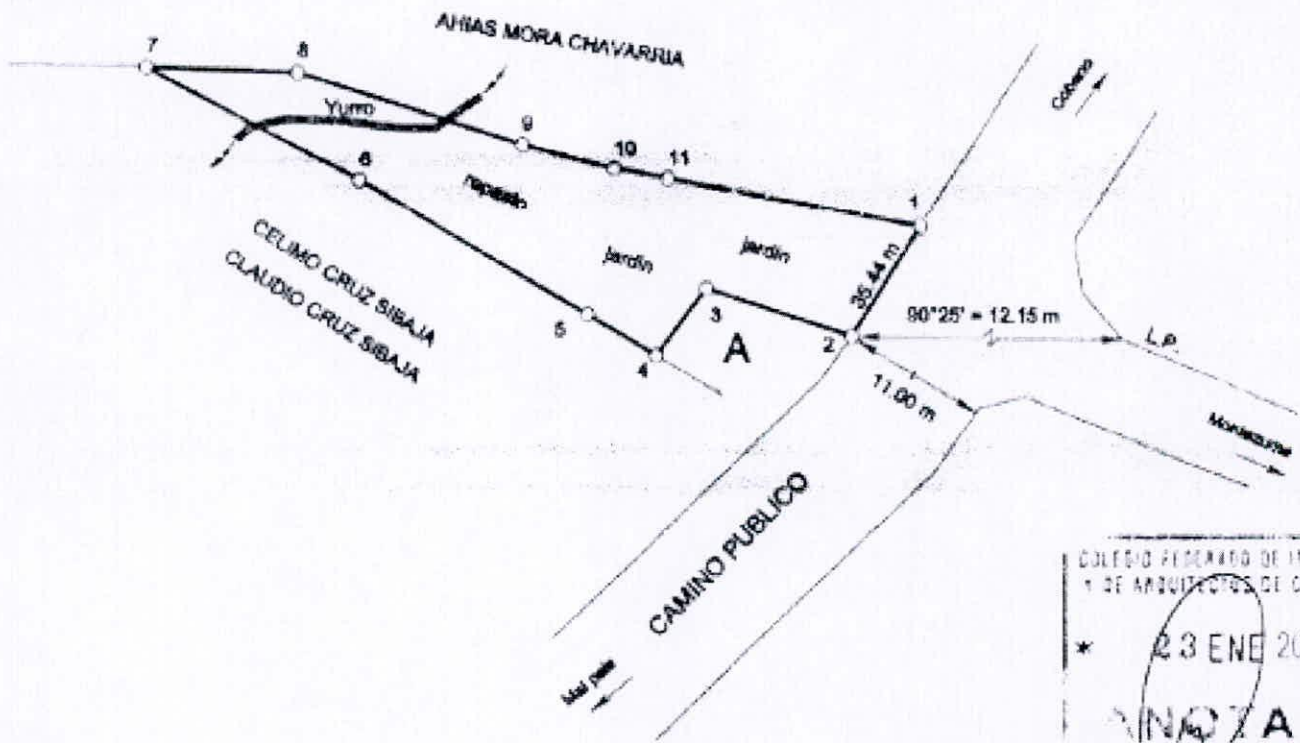


**UBICACION GEOGRAFICA**

HOJA CABUYA

ESCALA 1: 50.000

DERROTAS		
LINEA	ACIMUT	DIST.
1 - 2	212° 02.7'	35.
2 - 3	287° 30.5'	42.
3 - 4	217° 23.5'	23.
4 - 5	299° 48.5'	22.
5 - 6	300° 02.1'	73.
6 - 7	298° 48.8'	65.
7 - 8	091° 53.4'	40.
8 - 9	107° 37.4'	64.
9 - 10	105° 03.4'	26.
10 - 11	100° 21.5'	15.
11 - 1	100° 27.6'	71.



COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS  
 Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA  
 \* 23 ENE 2006 \*  
**NOTADO**

**NOTAS:**

MODIFICA A LOS PLANOS CATASTRADOS P-273856-1995 - P-0904157-2004 - P-0904156-2004

AFFECTADO POR LEY FORESTAL No 7575 ARTICULO 33.

METODO POLAR, POLIGONAL ABIERTA CON RADIALES, ERRORES ESTIMADOS ANGULAR 0'00" LINEAL 0.00m. DOY FE DE QUE LOS LINDEROS SON LOS EXISTENTES EL COLINDANTE A ES ELADIO MONTOYA VILLEGAS

DOY FE DE QUE LA INSCRIPCION DE ESTE PLANO NO AFECTA NI PERJUDICA LA ZONA MARITIMO-TERRESTRE.

SE INSCRIBE ESTE PLANO SIN PERJUICIO DE LOS DERECHOS DEL ESTADO PARA TODOS LOS EFECTOS DE LAS LIMITACIONES QUE LAS LEYES DE AGUAS Y CAMINOS Y ZONA MARITIMO-TERRESTRE ESTABLECEN.

DERECHO A UN MEDIO DE LA FINCA A CADA UNO

PROPIEDAD DE: CELIMO CRUZ SIBAJA CEDULA No 6-081-942 CLAUDIO CRUZ SIBAJA CEDULA No 6-082-438 venden a: <b>ELADIO MONTOYA VILLEGAS</b> CEDULA No 2-253-078	AREA <b>5889.30 m<sup>2</sup></b>	SITA EN: DELICIAS DISTRITO 11° COBANO, CANTON 1° PUNTARENO PROVINCIA 6° PUNTARENAS
--	--------------------------------------	--

## **ANEXO 6: Estudio Hidrogeológico**

---

## 1 Estudio hidrogeológico<sup>4</sup>

### 1.1 Introducción

---

#### 1.1.1 Antecedentes

Como parte de la evaluación y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para el sector central de la localidad de Cóbano y la zona costera de Montezuma y Cabuya, se solicitó llevar a cabo un diagnóstico del potencial de captación de aguas subterráneas en dichos sectores, considerando la existencia e información de pozos perforados. Las localidades fueron definidas así por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en donde ya existen obras de infraestructura como líneas de distribución, tanques y pozos perforados, que surten de agua potable a los habitantes de esta zona costera en la Península de Nicoya y alrededores de Cóbano.

El presente informe incluye un análisis de la información existente de pozos perforados, y registrado, que están ubicados en cada sector y que pueden dar idea de los lineamientos para investigaciones futuras, con respecto a la ubicación de los acuíferos que podrían ser explotados mediante la perforación de nuevos pozos. También pueden servir para estimar un mejoramiento de la capacidad de extracción de los pozos existentes o definir la evaluación de la captación de caudales más altos en mayor profundidad, para así aumentar la capacidad de la red de distribución de agua potable.

Se hace entonces una compilación de los pozos existentes en los alrededores del sector de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano. La información fue suministrada tanto por las dependencias del AyA, levantamiento con el trabajo de campo y los recorridos en la zona, así como también de estudios hidrogeológicos y los datos de la base de datos de los pozos del Área de Investigación y Gestión Hídrica del SENARA.

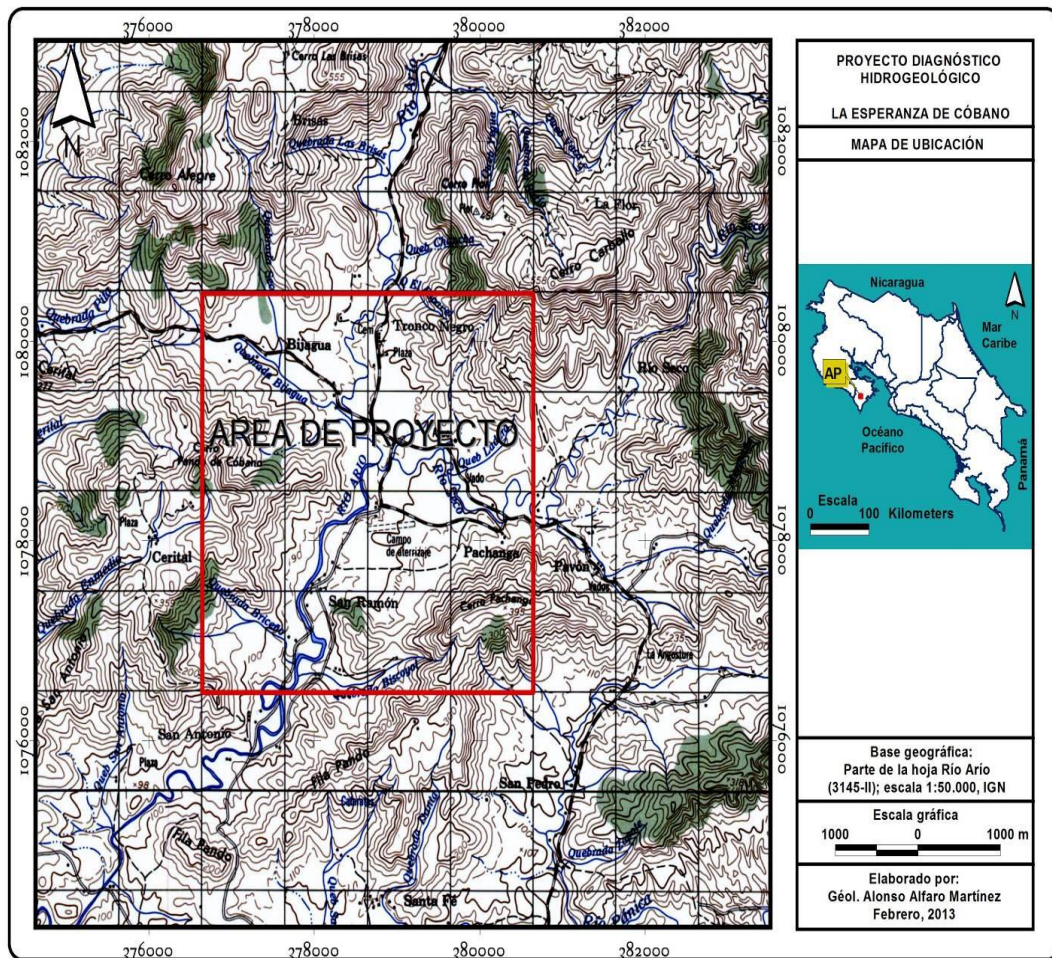
---

<sup>4</sup> Producto 1: Estudio de Factibilidad del Acueducto de Cóbano.

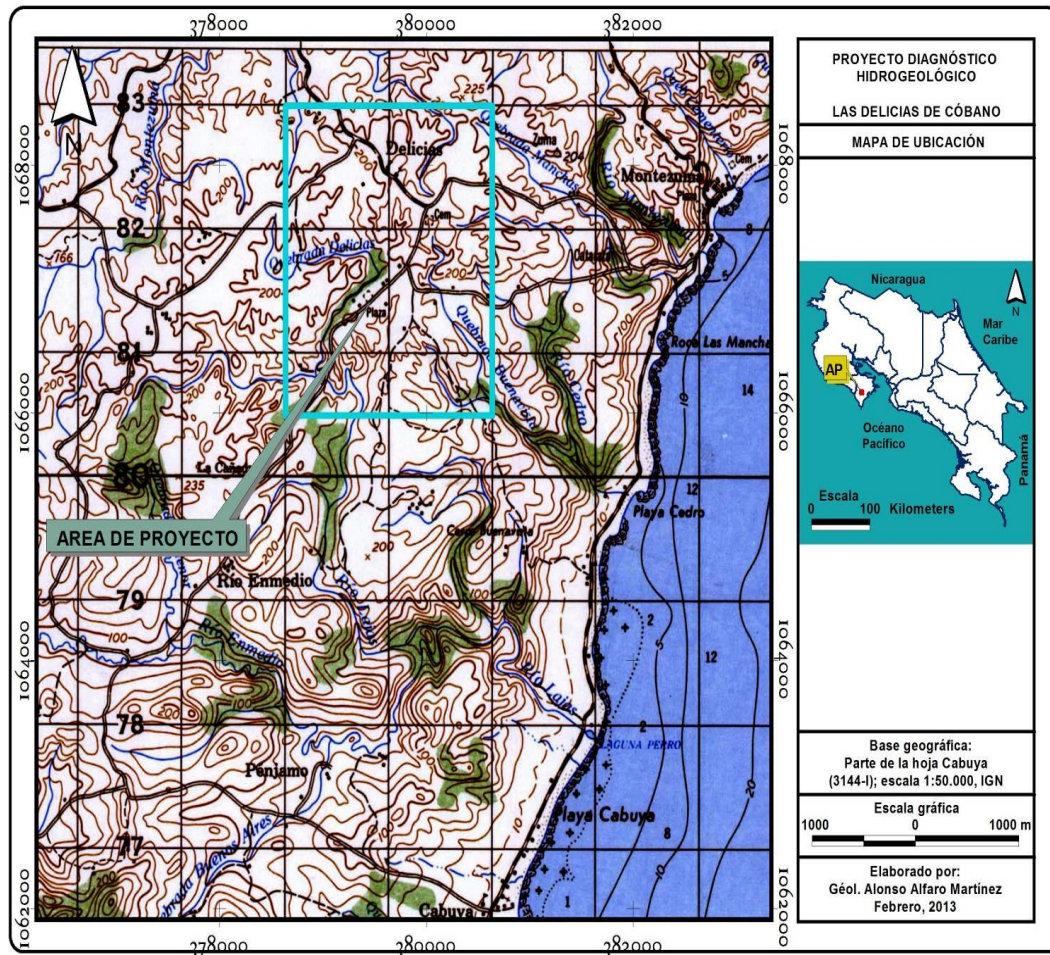
## 1.2 Ubicación del área de estudio

Las figuras 1.1 y 1.2 son los mapas de ubicación de los sectores de análisis en los alrededores de Cóbano, en el extremo sur de la Península de Nicoya; esto para los sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano respectivamente.

*Figura 1-1 Ubicación del área de estudio de La Esperanza*



**Figura 1-2 Ubicación del Área de estudio Las Delicias**



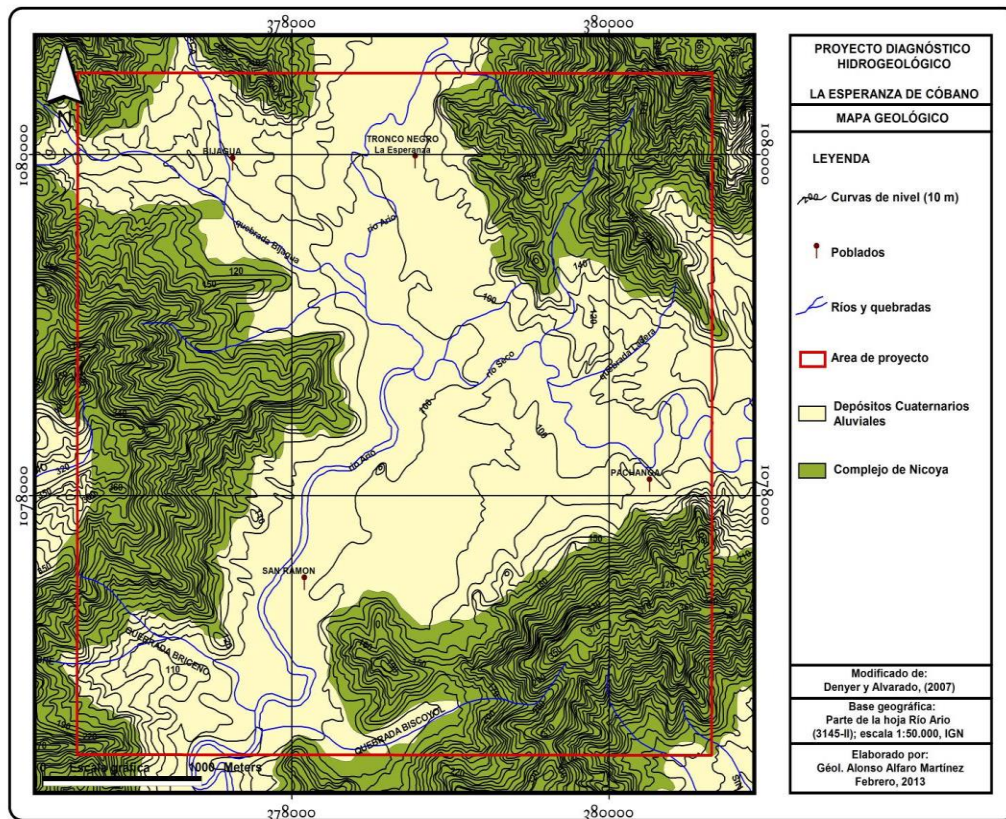
### 1.3 Objetivo general

Realizar un diagnóstico del potencial de los acuíferos existentes en los sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano, para recomendar las investigaciones y la perforación de nuevos pozos de abastecimiento de agua potable para aumentar la capacidad de los sistemas de distribución que administra el AyA.

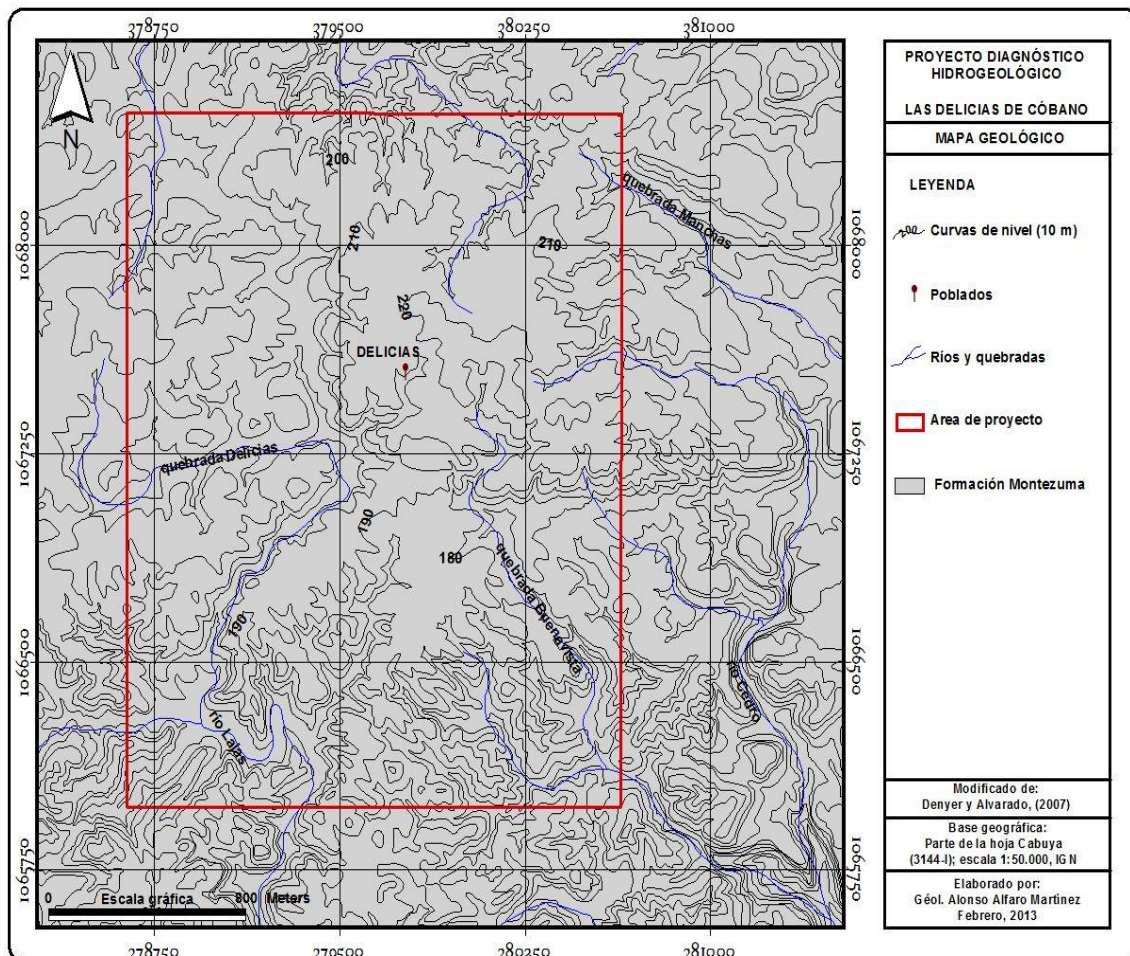
## 1.4 Aspectos Geológicos

Las zonas de estudio, geológicamente se ubican dentro del ante arco **Santa Elena-Nicoya** que se extiende por la península de Nicoya en la parte noroeste de Costa Rica, muy cerca de la cuenca ante-arco del Tempisque, de la cual está separada por una fila de montañas paralela a la línea de costa y que además constituyen gran parte de la península y que están constituidas por cerros del Complejo de Nicoya y rocas sedimentarias principalmente. Las figuras 1.3 y 1.4 son los mapas geológicos locales de acuerdo a la información geológica regional, a las observaciones de campo realizadas y se hace a continuación un resumen de las características de las unidades geológicas.

*Figura 1-3 : Mapa Geológico La Esperanza*



**Figura 1-4 Mapa Geológico Las Delicias**



### 1.4.1 Complejo de Nicoya

Caracterizado por la presencia de una mezcla de materiales ígneos entre los que predominan los basaltos toleíticos en forma de coladas masivas y almohadillas. Adicionalmente se localizan brechas, diques e intrusiones de peridotitos, gabros y plagiogranitos. Típicamente se trata de rocas de fondos marinos, que posteriormente fueron cortadas por rocas ígneas relacionadas con puntos calientes, y levantadas hacia la superficie mediante procesos de origen tectónico. (Kussmaul, 2000).

Se incluyen dentro de esta unidad sedimentos silíceos de origen pelágico (radiolaritas) con alto contenido de hematina, estratificación rítmica, nódulos de manganeso y ausencia de detrito terrígeno, lo que reafirma un ambiente de depositación de muy baja energía. Kussmaul (2000), menciona que a partir de dataciones radiométricas se ha podido establecer que todos los basaltos de la Península de Nicoya se formaron en un rango de tiempo muy restringido entre 88 y 90 Ma.

#### **1.4.2 Formación Montezuma**

Es una secuencia de depósitos constituida por rocas clásticas; van desde conglomerados hasta areniscas de grano fino, muy fosilíferas, en los cuales la presencia de bioturbación y fósiles es abundante y predominan entre estos los moluscos muy bien preservados. (Linkimer y Aguilar, 2000; véase Figura 1.2 Chinchilla, (1989, en Chinchilla y Ramírez, 2011), logra identificar tres tipos de ambientes depositacionales principales correspondientes con depósitos procedentes o asociados a acantilados costeros, depósitos de bahía y depósitos de abanico aluvial. Se le asigna una edad entre el Plioceno Medio al Pleistoceno Inferior con base en dataciones de foraminíferos Planctónicos. (Chinchilla, 1989; en Chinchilla y Ramírez, 2011).

En el trabajo de campo se levantaron dos afloramientos de estas rocas sedimentarias; las fotos 1 y 2 muestran las areniscas y lutitas de color gris claro y café claro-cremoso; las rocas están muy fracturadas y con espesores centimétricos de las capas de los sedimentos. La foto 1 es un afloramiento sobre el río Lajas; tiene una dirección estratigráfica de 194°; con 38° de inclinación hacia el NW; la foto 2 muestra un muy buen afloramiento en la margen izquierda del río Enmedio y las rocas tienen una dirección de inclinación 246°/20°.

#### **1.4.3 Depósitos Cuaternarios Aluviales – parte media-baja de la cuenca del río Arío**

Constituidos principalmente por aluviones y coluvios (pie de monte) en el sector de La Esperanza en la cuenca del río Arío, la zona se ubican en una zona deprimida y plana, con



pendientes menores al 5% (foto 3); como es el caso de la zona en la margen izquierda del río Arío, ( Figura 1.2). Son materiales inconsolidados con presencia de gravas, arenas o arcillas que han sido generadas a partir de la erosión de materiales preexistentes de rocas volcánicas del Complejo de Nicoya y las formaciones sedimentarias a nivel regional. Los aluviones acarreados por ríos o quebradas progresivamente van rellenando diversos sectores del área de dicha cuenca y al pie de los acantilados costeros o cerros del área, es posible localizar coluvios generados a partir de la caída y acumulación de materiales erosionados.

## 1.5 Hidrogeología

### 1.5.1 Pozos perforados

Se recopiló información de los pozos registrados en la base de datos del Senara; así como también de la base de datos de AyA principalmente de los pozos que tienen en operación en los sistemas. La información recopilada está en el cuadro 2.1. Algunos tienen código de SENARA y otros solamente código interno de AyA para su debida identificación en las labores de operación.

**Cuadro 1-1 Listado de pozos en la zona de estudio, sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano, provincia de Puntarenas**

SECTOR	CODIGO	X (long)	Y(lat.)	ELEVACION (m.s.n.m)	PROPIETARIO
Las Delicias	CY-004	379589	1068026	210	Proyecto Drip
Las Delicias	CY-019	380289	1068026	210	Alfonso Salas Arroyo
Las Delicias	CY-082	379288	1066717	160	Integro Desarrollos Inde S.A
Las Delicias	CY-105	379981	1067141	180	Compañía de Servicios Gastronómicos La Estre
Las Delicias	CY-109	380086	1067280	220	Espíritu Chorotega s.a.
Las Delicias	CY-201	379213	1078884	220	Servicios Cantex CR, S.A.
Las Delicias	Comunal?	379788	1067153	195	Comunal
La Esperanza	RA-094	379113	1078867	95	IDA
La Esperanza	RA-095	379127	1077623	90	IDA
La Esperanza	RA-180	379719	1068161	113	Clinton David Martin

Con base en la tabla anterior, se recopiló y también se seleccionaron los pozos que tienen la mayor cantidad de información hidrogeológica, tanto de la zona de La Esperanza como del sector de Las Delicias de Cóbano; la cual será muy útil para elaboración del modelo

hidrogeológico conceptual. Los datos siguientes se obtuvieron de los reportes finales de perforación de cada pozo.

**Cuadro 1-2 Información hidrogeológica de los pozos, sectores de La Esperanza y Las Delicias de Cóbano**

Sector	Código	Prof. (m)	Q (l/s)	Prof. nivel Estático (m)	Prof. nivel Dinámico(m)	T (m <sup>2</sup> /día)	Uso
Las Delicias	CY-004						
Las Delicias	CY-019						
Las Delicias	CY-082	100,00	4,00	8,00	70,00		Riego Domestico
Las Delicias	CY-105	50,00	1,00	29,57	38,70	2,50	Riego Domestico
Las Delicias	CY-109	50,00	1,00	12,00	18,00		Riego Domestico
Las Delicias	CY-201	50,00	1,00	22,55	26,19		Riego Domestico Turismo
La Esperanza	RA-094	30,00	15,00	4,00	10,00		Riego
La Esperanza	RA-095	30,00	11,00	3,00	8,00		Riego
La Esperanza	RA-180						

Los armados y la litología atravesada por los pozos se muestran a continuación:

**Cuadro 1-3 Información de armados y litología de los pozos seleccionados**

Código	Armado	Litología perforada
CY-004		
CY-019		
CY-082	0-70: Ademe 70-100: Rejilla	0-8: Suelo arcilloso rojo 8-22 Lutitas color café claro, fm Arío 22-100: Basaltos fracturados del Complejo de Nicoya
CY-105	0-30: Ademe 30-50: Rejilla	0-2: Suelo arenoso 2-20: Areniscas color café 20-50: Areniscas y lutitas grises fm. Montezuma
CY-109	0-14: Ademe 14-44: Rejilla 44-50: Ademe	0-2: Material arcilloso 2-42: Materiales sedimentarios 42-50: Materiales heterogéneos
CY-201		0-6: Materiales arcillosos 6-18: Arenas y gravas 18-34: Basaltos meterorizados 34-50: Basaltos sanos fracturados
RA-094	0 - 6: Ademe 6 - 30: Rejilla	0 - 30: Aluvión fino (arcilla - grava gruesa)
RA-095	0 - 6: Ademe 6 - 30: Rejilla	1 - 30: Aluvión fino (arcilla - grava gruesa)
RA-180		

### **1.5.2 Modelo hidrogeológico conceptual – perfiles hidrogeológicos**

Se describe a continuación el modelo hidrogeológico conceptual para cada zona de estudio; basado principalmente en los pozos perforados y los mapas geológicos realizados a partir del trabajo de campo.

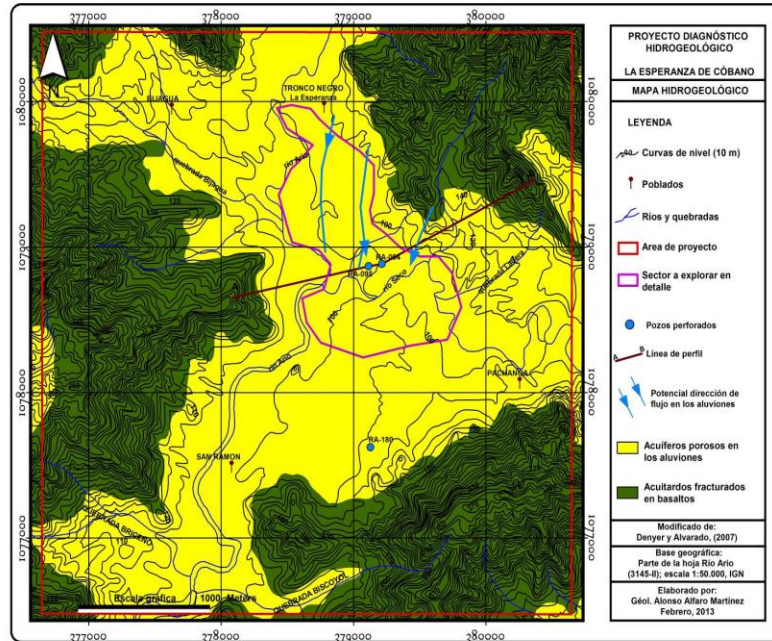
### **1.5.3 Sector de La Esperanza**

La planicie aluvial en la margen izquierda del río Arío está conformada por gravas finas, compuesta de clastos principalmente volcánicos de basaltos, cuarzos transparentes, rocas silicificadas, jaspes, areniscas y lutitas con cierto grado de silicificación, con tamaños promedios de 0, 5 a 1 mm, también hay gravilla de 5 a 6 mm. En general los clastos son angulares y de baja esfericidad, también hay aluviones gruesos, compuesto principalmente por fragmentos angulares de basaltos de tamaños centimétricos de hasta 10 cm; con fragmentos de jaspes y rocas sedimentarias; tiene un leve contenido de arenas de medias a gruesas.

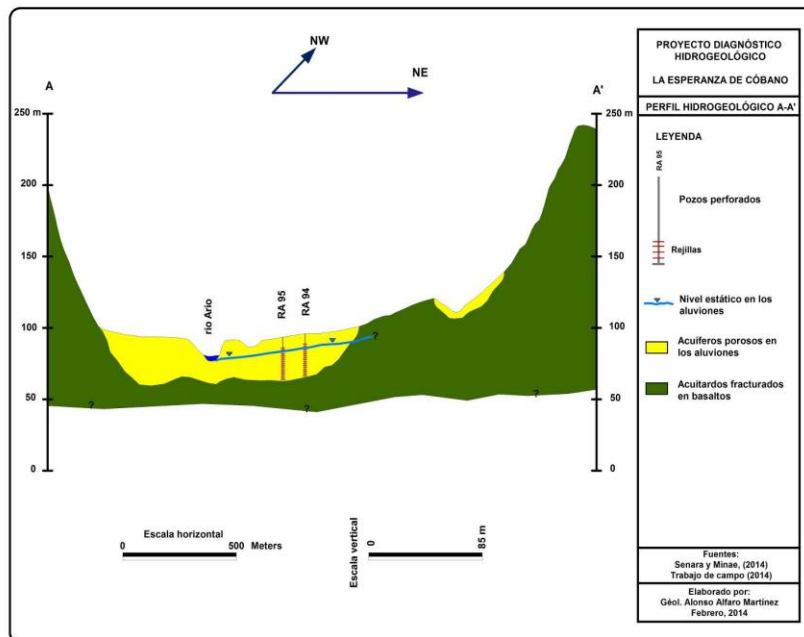
Estos depósitos conforman acuíferos porosos libres que tienen un espesor de 30 metros; esto con base en los dos pozos RA-94 y RA-95 existentes en el área y que captan el acuífero aluvial. La profundidad del nivel estático está entre los 10 y los 15 metros y el potencial de estos sedimentos inconsolidados se puede clasificar de medio a alto; esto principalmente por las granulometrías gruesas en las arenas y gravas.

El basamento hidrogeológico en la zona de la Esperanza está conformado por los basaltos del Complejo de Nicoya y es muy posible que esta formación geológica podría estar originando también un aporte lateral de agua a los aluviones, principalmente en los sectores de los pie de monte hacia las zona planas. Se infiere una dirección de flujo hacia el sur – suroeste, en concordancia con los drenajes superficiales de la cuenca del río Arío.

**Figura 1-5 Mapa Hidrogeológico La Esperanza**



**Figura 1-6 Perfil Hidrogeológico La Esperanza**



#### **1.5.4 Sector de Las Delicias**

En este sector de Cóbano existe un estudio hidrogeológico bastante completo elaborado por Chinchilla y Ramírez (2011) para el Senara y que abarcó toda la cuenca del río Montezuma. En este estudio se estimó la recarga potencial y el balance hídrico de suelos del acuífero en la Formación Montezuma.

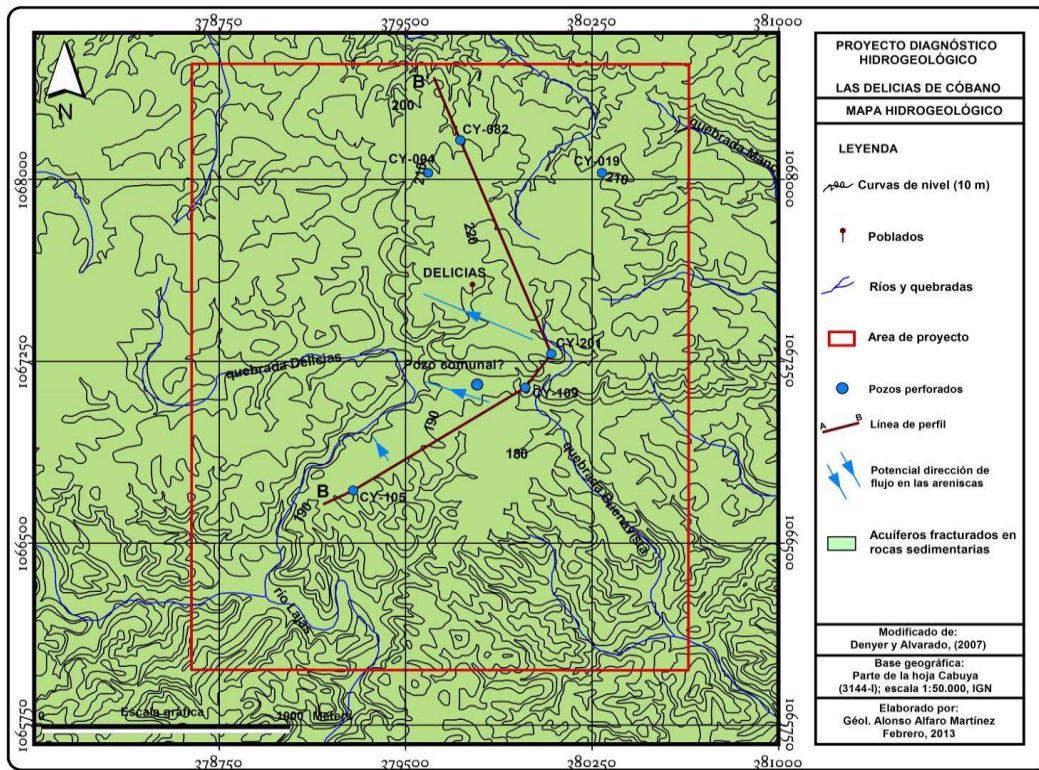
Las rocas de la Formación Montezuma corresponden con el acuífero más explotado dentro del área de estudio, específicamente para el sector de las Delicias de Cóbano, (Figura 1-7). Presenta porosidades tanto primaria (intrínseca de la roca) como secundaria debido a fracturamiento por el tectonismo al que ha sido expuesta; este fracturamiento puede mejorar el potencial acuífero de las rocas (Chinchilla y Ramírez, 2011).

El espesor máximo perforado es de 50 metros para el pozo CY-105 y el menor es de 22 metros en el pozo CY-82; en donde se da el contacto con las rocas del Complejo de Nicoya el cual se infiere que es muy irregular. El potencial acuífero de las rocas de la Formación Montezuma es de medio a bajo, ya que los caudales de explotación recomendados de los pozos se ubican principalmente entre los 1 y 2 litros por segundo, como es el caso de los caudales de extracción reportados para los pozos CY-105, CY-109, CY-201. Caso aparte para el pozo CY-82 en el que se indica un caudal de 4 l/s pero de acuerdo a la información del armado este sondeo está captando las rocas del Complejo de Nicoya.

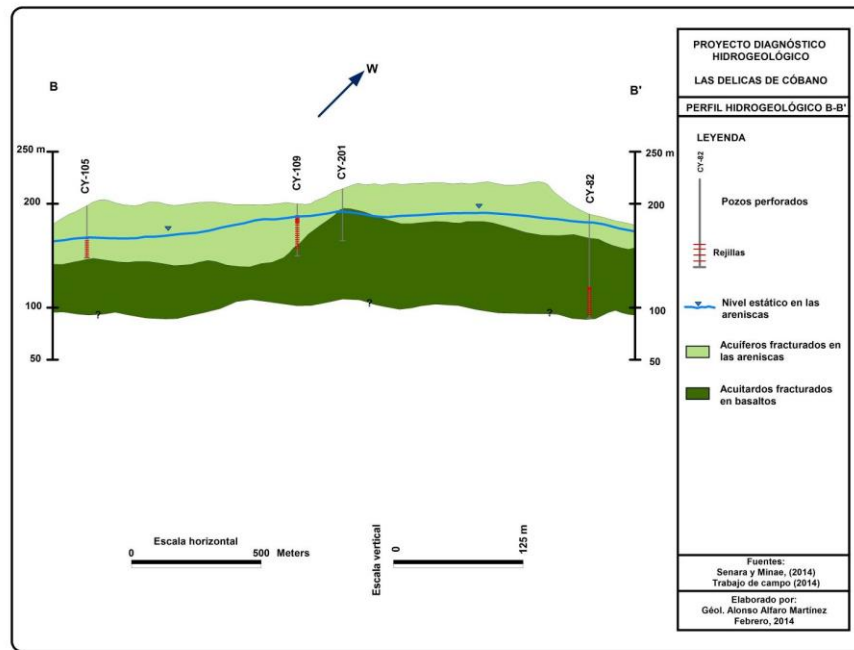
La localización de los niveles estáticos es variable y se ubica entre los 12 y los 30 m.b.n.s, lo que se asocia a lo heterogéneo de las rocas con respecto al grado de fracturamiento y por ende en el almacenamiento del agua subterránea. Se considera que el basamento está compuesto por los basaltos del Complejo de Nicoya. A nivel local en el sector de Las Delicias, se estima que la dirección del flujo del agua subterránea es hacia el Norte, y que luego cambia hacia el sureste hasta la zona de descarga en el Océano Pacífico. La Figura 1-9 es tomada de Chichilla & Ramírez (2011) en donde se indica la zona de Las Delicias evaluada en el presente estudio y la dirección de flujo del acuífero Montezuma en la cuenca del río del mismo nombre.

Para la cuenca del río Montezuma se tiene una recarga equivalente a 459 L/s a partir de hidrograma de pozos, que sería un 30,8% de la precipitación anual. Del caudal de recarga se considera como aprovechable un 40%, que equivale a 183,6 L/s (Chinchilla & Ramírez, 2011).

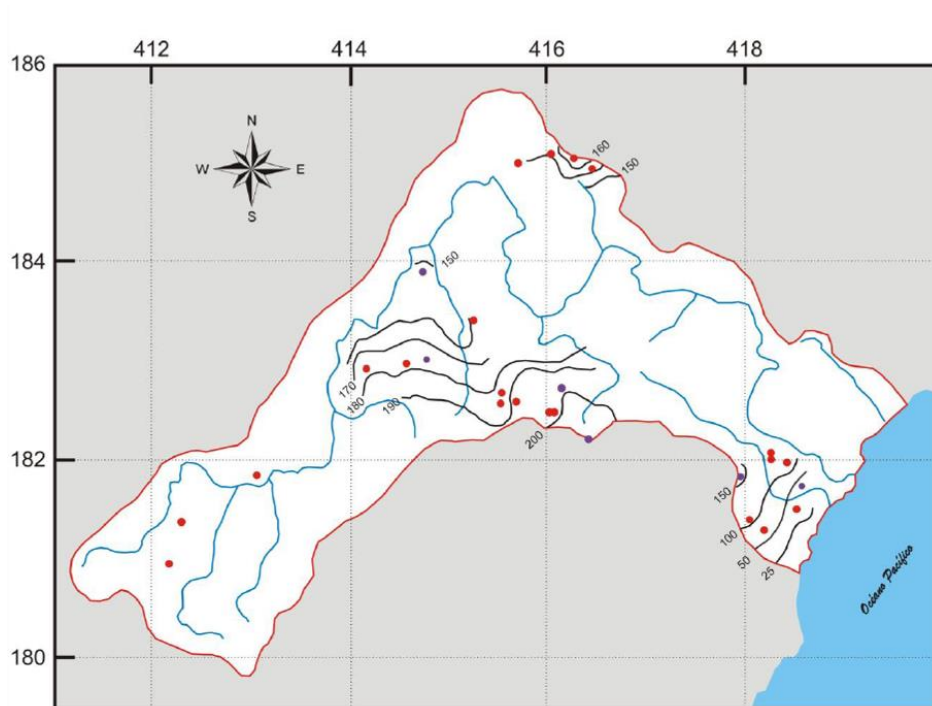
**Figura 1-7 Mapa Hidrogeológico Las Delicias/**



**Figura 1-8 Perfil Hidrogeológico Las Delicias**



**Figura 1-9 Dirección de flujo regional del Acuífero Montezuma**



## 1.6 Potencial de perforación de nuevos pozos

### 1.6.1 Sector de La Esperanza

Para este sector se podría planificar la perforación de 3 pozos entre los 30 y 50 metros de profundidad, buscando lograr una muy buena penetración en los sedimentos cuaternarios aluviales del río Arío. Para esto se propone la zona de las planicies aluviales que se ubican a unos 1,5 km al SE del centro del poblado de La Esperanza (Figura 1.5)

Los pozos se tienen que perforar en 12 pulgadas para armar la obra en 8 pulgadas y así tener buen espacio anular para el empaque de grava; también el diámetro de la tubería en 8 pulgadas permitiría la colocación de equipos (motobombas) de 4 a 6 pulgadas de diámetro, todo de acuerdo a los caudales a extraer, los diseños de bombeo y operación a definir. Se esperan caudales entre 10 y 15 L/s para estos pozos, de acuerdo con el potencial de los pozos existentes.

### 1.6.2 Sector de Las Delicias

Como ya se discutió en el apartado del modelo hidrogeológico conceptual el potencial hidrogeológico de las rocas de la Formación Montezuma es limitado, por lo que los pozos a perforar tienen que profundizar entre los 100 y los 125 metros, con el objetivo de buscar las zonas de mayor fracturamiento y permeabilidad en las rocas sedimentarias. También se puede evaluar la posibilidad de profundizar unos metros sobre zonas fracturadas y meteorizadas de los basaltos del Complejo de Nicoya, buscando el aporte en profundidad de esta formación; sin embargo esto tiene que ser analizado y discutido conforme avance la perforación. Los caudales estimados en estos casos son inferiores a los 4 L/s.

Se recomienda la perforación de un pozo que serviría de parámetro para evaluar las condiciones hidrogeológicas de la zona de estudio. El pozo se tiene que perforar en 12 pulgadas, para armar la obra en 8 pulgadas y así tener buen espacio anular para el empaque de grava; también el diámetro de la tubería en 8 pulgadas permitiría la colocación de equipos (motobombas) de 4 a 6 pulgadas de diámetro; todo de acuerdo a



los caudales a extraer, los diseños de bombeo y operación a definir; ya que posiblemente los mismos tienen que ser colocados a profundidades considerables de más de 50 metros y por lo tanto la carga dinámica a levantar del agua subterránea podría ser un factor importante a considerar.

## 1.7 Recarga Potencial en la cuenca del río Arío

Con base en la precipitación media de la cuenca del río Arío, se procedió a calcular la recarga potencial hacia los acuíferos; se tomará la información suministrada por Ing. Manuel Sanabria, (2014) ver sección 9 de éste apartado.

Una medida conservadora que el 25% de la precipitación una medida conservadora que el 25% de la precipitación media anual tiene el potencial de infiltración de llegar hasta la zona saturada de los acuíferos; como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1-4: Recarga potencial hacia los acuíferos**

Sitio	Área en km <sup>2</sup>	Precipitación media (mm/anuales)	Precipitación media que recarga (25% mm/anuales)	Recarga Potencial en (m <sup>3</sup> /anuales)	Recarga Potencial en (l/s)
Estación 18-01 Hacienda Roxana sobre el río Morote	259,8	1156	289	75.082.200	2380,84

Como se muestra en el cuadro anterior con un 25% de la precipitación media anual, sobre la parte seleccionada de la cuenca del río Arío, tenemos una recarga tenemos un potencial de unos 2380 litros por segundo para el sector de del río Arío.

Para la cuenca del río Montezuma se tiene una recarga equivalente a 459 L/s a partir de hidrograma de pozos, que sería un 30,8% de la precipitación anual. Del caudal de recarga se considera como aprovechable un 40%, que equivale a 183,6 L/s, (Chinchilla & Ramírez, 2011).

## 1.8 Conclusiones

---

- La planicie aluvial en la margen izquierda del río Arío, en la zona de La Esperanza, está conformada por gravas finas, compuesta de clastos principalmente volcánicos de basaltos, cuarzos transparentes, rocas silicificadas, jaspes, areniscas y lutitas con cierto grado de silicificación, con tamaños promedios de 0,5 a 1 mm, también hay gravilla de 5 a 6 mm.
- Estos depósitos conforman acuíferos porosos libres que tienen un espesor de 30 metros; esto con base en los dos pozos RA-94 y RA-95 existentes en el área y que captan el acuífero aluvial.
- La profundidad del nivel estático está entre los 10 y los 15 metros y el potencial de estos sedimentos inconsolidados se puede clasificar de medio a alto; esto principalmente por las granulometrías gruesas en las arenas y gravas.
- El basamento hidrogeológico en la zona de la Esperanza está conformado por los basaltos del Complejo de Nicoya y es muy posible que esta formación geológica podría estar originando también un aporte lateral de agua a los aluviones, principalmente en los sectores de los pie de monte hacia las zonas planas.
- Para el sector de La Esperanza de Cóbano se podría planificar la perforación de 3 pozos entre los 30 y 50 metros de profundidad, buscando lograr una muy buena penetración en los sedimentos cuaternarios aluviales del río Arío, en la zona de las planicies aluviales que se ubican a unos 1,5 km al SE del centro del poblado de La Esperanza.
- Se podrían esperar caudales entre los 10 y 15 L/s para estos pozos, de acuerdo con el potencial de los pozos existentes.
- Para la zona de Las Delicias las rocas de la Formación Montezuma corresponden con el acuífero más explotado dentro del área de estudio, presenta porosidades tanto primaria (intrínseca de la roca) como secundaria debido a fracturamiento por el tectonismo al que ha sido expuesta; este fracturamiento puede mejorar el potencial acuífero de las rocas.

- El espesor máximo perforado es de 50 metros para el pozo CY-105 y el menor es de 22 metros en el pozo CY-82; en donde se da el contacto con las rocas del Complejo de Nicoya el cual se infiere que es muy irregular.
- El potencial acuífero de las rocas de la Formación Montezuma es de medio a bajo, ya que los caudales de explotación recomendados de los pozos se ubican principalmente entre los 1 y 2 litros por segundo, como es el caso de los caudales de extracción reportados para los pozos CY-105, CY-109, CY-201.
- La localización de los niveles estáticos es variable y se ubica entre los 12 y los 30 m.b.n.s, lo que se asocia a lo heterogéneo de las rocas con respecto al grado de fracturamiento y por ende en el almacenamiento del agua subterránea.
- Los pozos a perforar, en el sector de Las Delicias tienen que profundizar entre los 100 y los 125 metros, con el objetivo de buscar las zonas de mayor fracturamiento y permeabilidad en las rocas sedimentarias.
- Se concluye que se puede evaluar la posibilidad de profundizar unos metros sobre zonas fracturadas y meteorizadas de los basaltos del Complejo de Nicoya, buscando el aporte en profundidad de esta formación; sin embargo esto tiene que ser analizado y discutido conforme avance la perforación, los caudales estimados en estos casos son inferiores a los 4 L/s.

## **ANEXO 7: Especificaciones Generales y Particulares del Proyecto (PRODUCTO 5)**

---

## 1 Especificaciones Técnicas Generales

Serán de aplicación las "Especificaciones Técnicas Generales del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados". Volumen 4, Partes A, B y C, las cuales se complementan con las especificaciones particulares presentadas en este documento, y estructuradas en especificaciones generales, especificaciones mecánicas, especificaciones de instrumentación y control, especificaciones eléctricas y especificaciones estructurales.

### 1.1 Representantes de la propiedad y del contratista

---

El Director de Obra, como representante de AYA, resolverá sobre todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos del presente Proyecto, de acuerdo con las atribuciones que le conceda AYA y que serán conocidas por el Contratista.

De forma especial, el Contratista deberá seguir sus instrucciones en cuanto se refiere a la calidad y acopio de materiales, ejecución de las unidades de obra, interpretación de planos y especificaciones, modificaciones del Proyecto, programa de ejecución de los trabajos y precauciones a adoptar en el desarrollo de los mismos, así como en lo relacionado con la conservación del medio ambiente que pueda ser afectado por las instalaciones o por la ejecución de préstamos, caballeros, vertederos, acopios o cualquier otro tipo de trabajo.

#### 1.1.1 Personal del contratista

El Jefe de Obra y Delegado del Contratista tendrá la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y quedará adscrito a ella con carácter exclusivo. Será formalmente propuesto por el Contratista al Ingeniero Director de Obra, para su aceptación, que podrá ser denegada por el Director, en un principio y en cualquier momento del curso de la obra, si hubiere motivos para ello a juicio de este. Tendrá obligación de residencia en las proximidades de la obra.

No podrá ser sustituido por el Contratista sin la conformidad por escrito del Director de Obra.

El Director de Obra podrá exigir que no se ejecute la obra si no hay nombrado, aceptado y presente un Jefe de Obra del Contratista, siendo en tal caso el Contratista responsable de la demora y de sus consecuencias.

### **1.1.2 Ordenes al contratista**

El Jefe de Obra, será el interlocutor del Director de Obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas que dé el Director, directamente o a través de otras personas, debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia. Todo ello sin perjuicio de que el Director pueda comunicar directamente con el resto del personal subalterno, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Jefe de Obra es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de Obra, incluso planos de obra, ensayos y mediciones, estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento.

El Jefe de Obra tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y desarrollo de los trabajos de la obra e informará al Director de Obra a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento, si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección de Obra.

### **1.1.3 Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto**

Lo mencionado en las presentes especificaciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera desarrollado en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y las especificaciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Si el Director de Obra encontrase incompatibilidad en la aplicación conjunta de todas las limitaciones técnicas que definen una unidad, aplicará solamente aquellas limitaciones que, a su juicio, reporten mayor calidad.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Director de Obra cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

Como consecuencia de la información recibida del Contratista, o propia iniciativa a la vista de las necesidades de la Obra, el Director de la misma podrá ordenar y proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con las presentes especificaciones, la Legislación vigente sobre la materia y las atribuciones asignadas por AYA.

#### **1.1.4 Alteraciones y/o limitaciones del programa de trabajo**

El Contratista presentará un programa de trabajo en el plazo máximo de quince días desde la notificación de la adjudicación. La dirección de obra definirá que actividades incluidas en el programa tendrán las características, en atención a su significación e importancia, de unidades o hitos que marquen plazos parciales de inexcusable cumplimiento.

El mencionado Programa de Trabajo tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales establecidos. Solo se podrán modificar estos plazos con el consentimiento, por escrito, de la Dirección de Obra y la aprobación de AYA.

La falta de cumplimiento de dicho programa y sus plazos parciales, en el mismo momento en que se produzcan, podrá dar lugar a la inmediata propuesta de resolución y al encargo de ejecución de las obras a otros contratistas, así como a las sanciones económicas que correspondan.

Cuando el contrato se resuelva por incumplimiento del Contratista le será incautada la garantía y deberá, además, indemnizar a AYA los daños y perjuicios ocasionados en lo que excedan del importe de la garantía incautada.

En todo caso, el acuerdo de resolución contendrá pronunciamiento expreso acerca de la procedencia o no de la pérdida, devolución o cancelación de la garantía constituida.

Iniciado el expediente de resolución de un contrato cuyas obras hayan de ser continuadas por otro contratista o por AYA, se preparará seguidamente la propuesta de liquidación de las mismas.

La liquidación comprenderá la constatación y medición de las obras ya realizadas, especificando las que sean de recibo y fijando los saldos pertinentes en favor o en contra del Contratista.

La liquidación se notificará al Contratista al mismo tiempo que el acuerdo de resolución.

### **1.1.5 Plan de autocontrol**

El Contratista es responsable de la calidad de las obras que ejecuta.

Antes del comienzo de las obras, el Contratista someterá a la aprobación de AYA el Plan de Autocontrol de Calidad (PAC) que haya previsto, con especificación detallada de los medios humanos y materiales que se compromete a utilizar durante el desarrollo de las obras para este fin.

En este Plan, se definirá el alcance en cuanto a controles de suministros, así como el tipo e intensidad de ensayos de control de calidad a realizar en todas las unidades de obra susceptibles de ello.

Inexorablemente, comprenderá la realización de ensayos de compactación de rellenos así como los ensayos previos que justifiquen la adecuada calidad de los materiales de los mismos (sean del emplazamiento, de la traza o de préstamos) con una intensidad suficiente para poder garantizar en todas y cada una de las tongadas el cumplimiento de



las condiciones exigidas en las especificaciones de este Pliego, sin tener que recurrirse necesariamente al control que realice por su cuenta la Dirección de Obra.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por el Contratista en su Plan de Autocontrol en lo relativo a los hormigones, determinando consistencias y rompiendo probetas en diversos plazos para poder determinar, en cada uno de los elementos ejecutados, el cumplimiento de las exigencias del Proyecto. Dicho nivel de intensidad se mantendrá también en el control de calidad del material de las barras de acero corrugado y de cualquier elemento metálico.

El mismo alto nivel de intensidad deberá ser contemplado por el Contratista en su Plan de Autocontrol en lo relativo al control de la ejecución de la puesta en obra de las tuberías, válvulas y equipos y sus juntas o soldadura, garantizándose el cumplimiento de las exigencias del Proyecto.

En las demás unidades de obra, el Contratista se comprometerá con este Plan a la realización de ensayos suficientes para poder garantizar la calidad exigida.

Los resultados de todos estos ensayos, serán puestos en conocimiento de la Dirección de Obra, inmediatamente después de su obtención en impresos normalizados que deberán ser propuestos por el Contratista en el Plan de Autocontrol.

El Plan de Autocontrol (P.A.C.) deberá indicar claramente el proceso de generación de no conformidades y su cierre. Asimismo se recogerán en el P.A.C. los ensayos y demás verificaciones que garanticen la calidad idónea de los suministros.

La Dirección de Obra tendrá acceso directo a la ejecución de cualquier ensayo y a la obtención sin demora de sus resultados del Contratista. Igualmente podrá entrar en contacto directo con el personal que el Contratista empleará en su autocontrol con dedicación exclusiva y cuya relación, será recogida en el Plan de Autocontrol, incluyendo sus respectivos "Curriculum Vitae" y experiencias en actividades similares.

### **1.1.6 Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras**

El Contratista adoptará bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes a la prevención de accidentes, incendios y daños a terceros, y seguirá las instrucciones complementarias que diere, a este respecto, la Dirección de Obra.

Especialmente, el Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial. Además pondrá especial cuidado en implantar y cumplir todas y cada una de las medidas de Integración Ambiental durante la ejecución de las obras incluidas en el presente Proyecto. A tal efecto, el Contratista conoce la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto y deberá cumplir su contenido en todos aquellos conceptos que le afecten.

### **1.1.7 Señalización de las obras durante su ejecución**

El Contratista adjudicatario de las obras, está obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad las señalizaciones necesarias, balizamiento, iluminación y protecciones adecuadas para las obras, tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones de las distintas partes de la obra.

El tipo de vallas, iluminación, pintura y señales circulatorias, direccionales, de precaución y peligro, se ajustará a los modelos que fije AYA, debiendo mantener permanentemente a vigilancia con la responsabilidad de la colocación y conservación de dichas señales.

A estos efectos se advierte que los cordones de tierra acopiados al borde de zanja y procedentes de la excavación que se dejen en esta ubicación para su futuro empleo como rellenos de la misma, y a pesar de su función de disuasión, no tendrán la consideración de protección, como tal, debiendo preverse la necesaria protección de la zanja incluso en el

borde anejo a este cordón de acopio, para evitar la caída en la zona excavada de personas o animales o cosas.

### **1.1.8 Mantenimiento de servidumbre y servicios**

Para el mantenimiento de servidumbres y servicios existentes, el Contratista dispondrá todos los medios que sean necesarios, sometiéndose en caso preciso a lo que ordene la Dirección de Obra, cuyas resoluciones discrecionales a este respecto serán inapelables, siendo el Contratista responsable de los daños y perjuicios que por incumplimiento de esta prescripción puedan resultar exigibles. El abono de los gastos que este mantenimiento ocasione se encuentra comprendido en los precios de las distintas unidades de obra.

La determinación, en la zona de las obras, de la situación exacta de las servidumbres y servicios públicos para su mantenimiento en su estado actual, es obligación del Contratista y serán de su cuenta todos los daños y perjuicios que el incumplimiento de esta prescripción ocasione.

El tráfico, tanto de peatones como rodado, será restituido en cada parte de obra tan pronto como sea posible, debiendo siempre permitir el acceso a las fincas y lugares de uso público y sin que ello altere los plazos parciales y totales del Plan de Obra.

El Contratista está obligado a permitir a las Compañías Suministradoras de Servicios (Gas, Teléfonos, Electricidad, Fibra óptica, Agua, Saneamiento, etc.) la inspección de sus conducciones así como la instalación de nuevas conducciones en la zona de la obra, de acuerdo con las instrucciones que señale la Dirección de la Obra, con objeto de evitar futuras afecciones a la obra terminada.

El Contratista queda obligado a dejar libres las vías públicas debiendo realizar a su costa los trabajos necesarios para dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras, así como a realizar las operaciones requeridas para desviar acequias, tuberías,

cables eléctricos y, en general, cualquier instalación que sea necesario modificar, siendo el importe de dichos trabajos de su cuenta y a su cargo.

### **1.1.9 Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos.**

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de obra, expresamente recogidos en el proyecto como ocupación temporal, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar en las propiedades.

La provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras será totalmente de cuenta del Contratista que también se ocupará de la tramitación administrativa y medio ambiental para obtener las autorizaciones.

### **1.1.10 Acceso a las obras**

#### ***1.1.10.1 Construcción de caminos de acceso***

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán gestionados y construidos por el Contratista, bajo su responsabilidad y a su cargo. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes del inicio de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, , obras de drenaje, depósitos de agua, combustible ó de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada ó no, estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción ó canalización que se vean afectados por la

construcción de los caminos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Estos caminos o accesos provisionales estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

#### ***1.1.10.2 Conservación y uso***

---

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta.

Ocupación temporal de terrenos para construcción de caminos de acceso a las obras.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista, quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

#### **1.1.11 Explosivos y equipos para explosivos**

En el caso de utilizar explosivos, el contratista tiene la obligación de respetar las prescripciones de seguridad en vigor, siendo de su cuenta y cargo los gastos que estas actividades impliquen. En particular el Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para que la adquisición, el transporte, el almacenamiento si se le autorizara, la

manipulación y el uso de los explosivos no representen ningún peligro para el personal o para terceros y no causen ningún daño a las propiedades y obras próximas.

En caso que por razones de seguridad la autoridad administrativa competente negara la posibilidad de almacenamiento en o para la obra de explosivos o detonadores, aun construyendo los preceptivos polvorines, obligándose a la quema o destrucción de los materiales sobrantes después de cada pega, el Contratista, conocedor de esa posibilidad, renuncia a reclamación alguna por este concepto.

En especial, debe estudiarse cuidadosamente el plan de tiro de manera que se evite todo riesgo de degradación de las obras y de los edificios existentes o en curso de construcción, de las Obras que forman parte de Patrimonio Histórico Cultural, de las carreteras, de las vías férreas y fluviales, de las redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, de las redes eléctricas, de las conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, de las obras de drenaje, de los depósitos de agua, de combustible ó de cualquier otro tipo, de cualquier construcción enterrada ó no, como estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción ó canalización que sea necesario preservar.

El Contratista debe realizar los ensayos y medidas de vibraciones necesarios, llevando un registro actualizado de estas últimas. Los costes ocasionados por la obtención de los permisos y autorizaciones necesarias, tales como los proyectos de voladuras, incluidos los posibles costes de los estudios de vibraciones, están incluidos en los precios de abono de las respectivas unidades, no siendo por tanto abonables al margen, ni origen de reclamación o fijación de precio contradictorio alguno.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de respetar la reglamentación relativa a explosivos y le corresponde obtener todas las autorizaciones administrativas necesarias.

Sin perjuicio de las autorizaciones conseguidas, el Contratista es responsable de todos los accidentes o daños que puedan resultar del uso de los explosivos.

El Contratista estará obligado a adoptar medidas protectoras de carácter ambiental, en cuanto a:

- Control de la generación de polvo en las obras.
- Control de la onda expansiva en las voladuras: reducción de la longitud del cordón detonante, confinamiento de las cargas de explosivo con longitudes de retacado suficientes, disminución de las cargas por unidad de microretardo, y dimensionamiento adecuado en la disposición de los barrenos.
- Realización de las voladuras en las horas y condiciones más adecuadas, en coordinación con la Dirección Ambiental de Obra.
- Control de la onda expansiva en las voladuras: reducción de la longitud del cordón detonante, confinamiento de las cargas de explosivo con longitudes de retacado suficientes, disminución de las cargas por unidad de microretardo, y dimensionamiento adecuado en la disposición de los barrenos.

### **1.1.12 Acopios**

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales, cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de Obra, sobre el lugar a efectuar dichos acopios y el motivo que lo justifique.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma en que el Director de Obra prescriba. Los costes de acopio y estiba de los materiales acopiados están incluidos dentro de los precios de las unidades afectadas, no siendo por tanto de abono al contratista de forma separada.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos, al ser utilizados como lugares de acopio, serán a cargo del Contratista, no responsabilizándose ACUAMED ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

### **1.1.13 Equipos, maquinarias y medios auxiliares a aportar por el contratista**

Todos los aparatos de control y medida, maquinarias, herramientas y medios auxiliares que constituyen el equipo a aportar por el Contratista y responsabilidad de éste para la correcta ejecución de las Obras deberán reunir las debidas condiciones de idoneidad, pudiendo rechazar la Dirección de Obra cualquier elemento que, a su juicio, no reúna las referidas condiciones.

Si durante la ejecución de las Obras, el Director estimara que, por cambio en las condiciones de trabajo o cualquier otro motivo, el equipo aprobado no es idóneo al fin propuesto, podrá exigir su refuerzo o sustitución por otro más adecuado.

El equipo quedará adscrito a la Obra en tanto se hallen en ejecución las unidades en las que ha de utilizarse, no pudiéndose retirar elemento alguno del mismo sin consentimiento expreso del Director de Obra.

En caso de avería, por causas meteorológicas, actos de vandalismo, robo o cualquier otra causa, deberán ser reparados los elementos averiados o inutilizados siempre que su reparación, por cuenta del Contratista, exija plazos que no alteren el Programa de Trabajo que fuera de aplicación. En caso contrario deberá ser sustituido el equipo completo.

En todo caso, la conservación, vigilancia, reparación y/o sustitución de los elementos que integren el equipo aportado por el Contratista, será de la exclusiva cuenta y cargo del mismo.

La maquinaria, herramientas y medios auxiliares que emplee el Contratista para la ejecución de los trabajos no serán nunca abonables, pues ya se ha tenido en cuenta al hacer la composición de los precios entendiéndose que, aunque en los Cuadros de Precios no figuren indicados de una manera explícita alguna o algunos de ellos, todos ellos se considerarán incluidos en el precio correspondiente.



Los medios auxiliares que garanticen la seguridad del personal operario son de exclusiva responsabilidad y cargo del Contratista.

#### **1.1.14 Facilidades para la inspección**

El Contratista proporcionará a AYA, a la Dirección de Obra y a sus delegados o de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos o pruebas para las obras.

#### **1.1.15 Trabajos a cargo del contratista**

El Contratista construirá las obras y suministrará y montará cada una de las obras y/o equipos definidos en estas especificaciones y en los Planos del Proyecto, junto con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

Aquellos equipos cuyo diseño y proyecto definitivo sean de cuenta del Contratista, serán proyectados de acuerdo con las normas vigentes en cada caso, dando debida justificación toda vez que sus bases de cálculo se aparten de las normas vigentes o de las condiciones contenidas en este Pliego.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra la fecha y el lugar en que se realizarán las pruebas con suficiente anticipación en cada caso, presentando al Director de Obra toda la documentación necesaria que las describa así como la normativa que las contemple.

El Contratista suministrará los servicios de un equipo técnico de montaje, experimentado y competente, necesario para la realización de los ajustes que pudieran ser requeridos en obra, e inspección de la instalación terminada, así como también los servicios del personal técnico competente, necesario para la instrucción del personal que estará a cargo de los equipos mecánicos o eléctricos montados. Asimismo suministrará los planos de conjunto y detalle necesarios para la correcta interpretación de la ejecución y funcionamiento de los

equipos, así como, también, los planos de detalle de todos los elementos de anclaje que deban empotrarse en la obra de hormigón.

### **1.1.16 Subcontratos**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitado por escrito, de la Dirección de Obra. Dicha solicitud incluirá los datos precisos para garantizar que el Subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos en cuestión.

La celebración de los subcontratos estará condicionada a que se dé conocimiento por escrito a la Dirección de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes del contrato a realizar por el subcontratista.

Los subcontratistas quedarán obligados sólo ante el Contratista principal que asumirá, por tanto, la total responsabilidad de la ejecución del contrato frente a AYA, con arreglo estricto a pliego de cláusulas administrativas particulares y a los términos del contrato.

En ningún caso podrá concertarse por el Contratista la ejecución parcial del contrato con personas y/o empresas inhabilitadas para contratar de acuerdo con el ordenamiento jurídico.

La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de Obra estará facultada para decidir la exclusión de aquellos subcontratistas que, previamente aceptados, no demuestren, durante los trabajos, poseer las condiciones requeridas para la ejecución de los mismos. El Contratista adoptará las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de dichos subcontratos renunciando de forma expresa a cualquier indemnización ó pago por parte de AYA y sin que ello dé lugar a ningún retraso en la planificación de la obra. AYA no será responsable ante ningún Subcontratista, ni ante el personal de los mismos por ninguna reclamación. El Contratista indemnizará a AYA por cualquier pérdida o daño que se derive como resultado de cualquier reclamación de algún Subcontratista.

### **1.1.17 Obligaciones y responsabilidades**

El Contratista obtendrá a su costa todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas de ubicación de las mismas, servidumbres de acueducto, o a permisos de ocupación temporal o permanente de las obras previstas en este proyecto así como en cualquier otro modificativo o adicional del presente.

Será responsable, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencia del personal a su cargo, o de una deficiente organización de las obras.

El Contratista está obligado previamente al comienzo de los trabajos a detectar, proteger, evitar ó reponer en su caso, y a su cargo, salvo que esté expresamente recogido en especificaciones y presupuesto, todos los servicios existentes en uso ó no, tales como redes subterráneas de telefonía, fibra óptica y cable, líneas eléctricas, conducciones de abastecimiento, colectores de saneamiento, gasoductos, oleoductos, etilenoductos, obras de drenaje, depósitos de agua, combustible ó de cualquier otro tipo, cualquier construcción enterrada ó no, estructuras, pilotajes, muros pantalla, zapatas, túneles, galerías, yacimientos arqueológicos y cualquier otro elemento, construcción ó canalización que pudiera resultar dañado por la ejecución de cualquiera de los trabajos de la obra dentro de los límites de la misma.

Serán por lo tanto a cargo del Contratista todos los daños, perjuicios e indemnizaciones consecuencia de la rotura, interrupción y posterior reposición de cualquier elemento y servicio público ó privado de los arriba mencionados.

El Contratista está obligado a detectar, proteger, evitar ó reponer en las mismas condiciones anteriores cualquier servicio de los arriba mencionados fuera de los límites de la obra, siendo igualmente responsable de cualquier daño generado como consecuencia de

actividades tales como el desvío de cauces, la ejecución de caminos provisionales de reposición de accesos y servidumbres, pistas de acceso a la obra, explotación de canteras, préstamos y vertederos, la implantación y explotación de cualquier instalación de obra, la derivación de caudales sin cumplir los requisitos correspondientes, y cualquier otra actividad que vaya a ser desarrollada por el Contratista.

El Contratista dará cuenta de todos los objetos de interés que se encuentren o descubran en la obra durante la ejecución de los trabajos a la Dirección de Obra y los colocará bajo su custodia.

También queda obligado al cumplimiento de lo establecido en las Reglamentaciones de Trabajo y disposiciones reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

#### **1.1.18 Gastos de carácter general a cargo del contratista**

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine la comprobación del replanteo general de las obras y los de replanteos parciales de las mismas; los de construcción, remoción o retirada de toda clase de instalaciones y construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desvíos provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados cuya construcción responda a conveniencia del Contratista; los de conservación durante el plazo de utilización de toda clase de desvíos prescritos en el Proyecto y ordenados por la Dirección de Obra que no se efectúen aprovechando carreteras existentes; los de conservación de desagües, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de remoción de las instalaciones, herramientas; materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras, así como la adquisición de dichas aguas y energía; los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y

pruebas; los de instalación y conservación del laboratorio de pié de obra; los de construcción de caminos necesarios para la ejecución de las obras, no incluidos en el presupuesto.

Igualmente serán de cuenta del Contratista las diversas cargas fiscales derivadas de las disposiciones legales vigentes y las que determine el correspondiente Pliego de Licitación, así como todos los gastos originados por los ensayos de materiales y de control y pruebas de ejecución de las obras y equipos que se especifican en este Pliego.

## **1.2 Especificación Técnica Sistema de Instrumentación y Control**

### **1.2.1 Objeto**

La presente especificación técnica tiene por objeto establecer las características técnicas del diseño, acopio de materiales, integración, fabricación completa, inspecciones y pruebas FAT, embalaje, carga y transporte, ensamblaje en obra de las secciones de transporte, montaje y pruebas SAT, repuestos, documentación, control de calidad y garantías de todos los elementos o conjuntos a integrar en las instalaciones de AyA.

Además de cumplir con los requisitos señalados en esta especificación, el adjudicatario realizará a su cargo, todos aquellos análisis, inspecciones, pruebas y actividades que adicionalmente sean necesarias y suficientes para asegurar la correcta instalación de los equipos, funcionalidad y materiales de esta especificación.

### **1.2.2 Alcance**

Esta especificación será de alcance en las estaciones de bombeo, pozos y tanques. Las características particulares de cada instalación se identificarán mediante hojas de datos (HD) de instrumentos, siendo las características generales identificadas en ésta especificación.

### **1.2.3 Instrumentación y control. Especificaciones Generales**

#### **1.2.3.1 Condiciones Ambientales**

---

A efectos de diseño, para los equipos y componentes de los sistemas de I&C, se tendrán en cuenta los datos del emplazamiento, cuyos valores más relevantes son los siguientes:

- a. Altitud sobre el nivel del mar: <1000 m
- b. Humedad relativa: 100 %
- c. Temperatura máxima de diseño Instrumentación. Exteriores: 45 °C
- d. Temperatura máxima de diseño Instrumentación. Interiores: 40 °C
- e. Margen de variación de la tensión:  $\pm 10 \%$
- f. Frecuencia nominal: 60 Hz
- g. Margen de variación de la frecuencia:  $\pm 5 \%$

#### **1.2.3.2 Normativa aplicable**

---

El sistema de diseño de I&C queda obligado al cumplimiento de todos los requisitos de los Códigos y Normas costarricenses aplicables, en la fecha de la adjudicación del pedido.

Las especificaciones de AyA y los códigos y normativa nacional vigente prevalecerán sobre los documentos del adjudicatario.

En caso de discrepancia entre las normas citadas o entre estas y la presente especificación, será de aplicación aquella que sea más restrictiva. No obstante, el adjudicatario deberá comunicar a AyA, por escrito, cualquier conflicto existente, al objeto de dar una interpretación final.

***Normativa aplicable:***

NEMA	STANDARD NEMA: National Electrical Manufactures Association
NEC	National Electrical Code.
ASME	B-16.5 Pipe Flanges and Flange Fittings B-16.20 Metallic Gaskets for Pipe Flanges, Ring Joint, Spiral-Wound y Jackets. B-1.1 Unified Inch Screw Thread. Fluid Meters. Their Theory and Application PTC 19-2, Pressure Measurement. Instruments and Apparatus (Performance Test Codes). PTC 19-5, Application part II, of Fluid Meters (Performance Test Codes) ASME B1. 20.1, Pipe Threads, General Purpose (Inch) (ANSI B2.1-1968 Revision)
EIA	Communication Equipment Employing Serial Binary Data Interchange.
IEEE	IEEE 142, Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems IEEE 802.4, Ethernet (Information Processing Systems - Local Area Networks -Part 4: Token-passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications) IEEE 472, Surge Withstand Capability
IEC	IEC-60529, Degree of Protection Provided by Enclosures (IP Code) IEC-60770, Methods of Evaluating the Performance of Transmitter for use in Process Control Systems IEC-61000, Electromagnetic compatibility (EMC)
ISA	IEC-1131, Programmable Controllers Standard ISA Code.

### 1.2.3.3 Límites

---

Se consideran como límites del sistema de Instrumentación y Control los siguientes:

- Conexión a proceso de los instrumentos.
- Bornero de conexión en los tableros eléctricos.

### 1.2.4 Criterios generales. Instrumentación de campo

El sistema de instrumentación será electrónico, analógico y digital, basado en la técnica de microprocesadores, del definido como instrumentación inteligente.

Los transmisores de variables de proceso dispondrán de salida 4-20mA Hart y se dotará al transmisor de un indicador local en aquellos equipos que lo requieran en la HD.

Los instrumentos con salida contacto dispondrán de micros del tipo seco, SPDT de una capacidad mínima de corte de 24Vcc, 2A. Estos equipos realizarán funciones de protección de máquinas y se dispondrá de equipos o sensores independientes para cada función (pre-alarma, alarma y disparo).

Los transmisores, indicadores y convertidores cumplirán los siguientes requisitos:

- El error máximo de medida no superior al  $\pm 0,5\%$  del alcance.
- La histéresis no excederá del 0,5% del alcance.
- La banda muerta no superará el 0,25% del alcance.
- El cambio en la señal de salida por variación de la temperatura ambiente de 50 °C no excederá del 1% del alcance.

Los instrumentos, elementos y componentes que lo necesiten según la reglamentación, tendrán un certificado de prototipo extendido por un laboratorio acreditado.



En la documentación técnica de los equipos a ofertar se incluirá información técnica, certificados, manual de mantenimiento y documentación de calidad de los equipos ofertados.

Todos los instrumentos se entregarán con hoja de calibración emitida por un laboratorio certificado.

Todos los instrumentos dispondrán de una placa en acero inoxidable identificativa donde se incluirán las características técnicas del equipo (estándar del fabricante) y otra placa donde se incluirá la identificación del proyecto (mínimo 80x30 mm). Estas placas irán fijadas solidariamente con el equipo.

La identificación y simbología de sensores, actuadores, elementos de control estará basada en la norma ISA-S5.1-1984 "Instrumentation Symbols and Identifications". Para el uso de terminología se utilizará ISA 51.1 (R1993) "Process Instrumentation Terminology"

La instrumentación se diseñará y proveerá de forma que permita una operación satisfactoria con mínimo mantenimiento.

Todos los instrumentos y elementos a ellos asociados dispondrán de envoltentes adecuados para protegerlos de las condiciones ambientales de su lugar de instalación, así como de posibles daños mecánicos.

Todas las conexiones roscadas serán del tipo cónico NPT. La mínima conexión al proceso será ½" NPT.

En todos los circuitos eléctricos de instrumentación, ya sean de señales analógicas o digitales, de entrada o salida, se habilitará un punto de corte para aislar la señal eléctrica asociada. Se realizará mediante borna seccionable o borna fusible en una de las líneas.

El adjudicatario deberá informar y documentar de las pruebas que se realicen en fábrica a los equipos.

El adjudicatario deberá realizar en la instalación todas las pruebas necesarias para poner en servicio los equipos objeto de su suministro y aquellas que AyA considere oportuno por procedimientos o protocolos de operación.

### **1.2.5 Unidades**

Las unidades para los rangos de medida o para la transmisión de señal de los distintos equipos a suministrar quedarán definidas en las HD.

En caso de discrepancia se aplicará el sistema internacional (S.I.).

### **1.2.6 Instrumentación de campo**

#### **1.2.6.1 Sensores de Caudal**

Se usará como mínimo acero inoxidable ANSI 316 para los cuerpos y los elementos internos en contacto con el fluido. Se podrá modificar la calidad del material si los internos disponen de recubrimiento. En cualquier caso los materiales deben ser aptos para estar en contacto con agua potable.

Los rotámetros transmisores de caudal se usarán para líneas iguales o menores de 100 mm y como aplicación especial. El rango normal de un rotámetro es 10 a 1 y se elegirá el medidor de forma que el caudal normal esté en el 60 - 80% del máximo medible. Los rotámetros deberán estar equipados con topes de final de recorrido del flotador.

Para la aplicación de medición de caudal en la línea de más de o igual a 100 mm de diámetro se usarán medidores de caudal tipo ultrasonido (tiempo de tránsito o Doppler) o electromagnéticos.

En cualquier caso se tendrán en cuenta el tipo de fluido, para el principio de medida y materiales, y la precisión requerida para la aplicación.

La electrónica de los elementos medidores de caudal permitirá configurar todos los parámetros, constantes y características de línea, para adecuarla a las condiciones particulares de la instalación.

Se valorará positivamente la posibilidad de conexión a equipamientos externos como ordenador portátil para la descarga de configuración y/o datos almacenados en la unidad.

Señal de salida:	4-20 mA (caudal instantáneo). Activa. Aislamiento galvánico. Pulso 24 Vdc (caudal totalizado, unidades en HD)
Alimentación:	115 VCA, 60 Hz $\pm$ 10 %
Aislamiento:	IP67 (EN 60529), Nema 4. (Electrónica) IP68 (EN 60529), Nema 6x (sensores)
Precisión:	Mejor o igual a 0,5% (FS)
Referencia:	Modelo OPTISONIC

La unidad de transmisión debe disponer de conexión a PLC mediante señal 4-20mA

La cantidad, especificaciones de conexión y diámetros son especificados en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

### **1.2.6.2 Ultrasonicos**

---

Para los ultrasonidos, los sensores irán fijados a la tubería de forma robusta. La electrónica remota, será montada mediante soporte de tubo de 2" próxima al punto de medida, suministrado por el adjudicatario. Asimismo la electrónica podrá ser fijada en pared.

Para diámetros de tubería inferiores a 300 mm dispondrán de dos (2) sensores de medida. Para diámetros iguales o superiores a 300 mm dispondrán de cuatro (4) sensores de medida.

Dispondrá de cable de conexión entre sensores y electrónica de un mínimo de cuatro (4) metros.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles.

### **1.2.6.3 Electromagnéticos**

Para los equipos magnéticos se dispondrá de electrónica asociada al carrete de montaje.

En caso de electrónica remota se suministrará cable de conexión entre sensores y electrónica de un mínimo de 20 mts de cable blindado. La electrónica remota, será montada mediante soporte de tubo de 2" próxima al punto de medida, suministrado por el adjudicatario. Así mismo la electrónica podrá ser fijada en pared.

Montaje a proceso será bridado según especificación técnica de tubería en la que irá instalado.

Señal de salida:	4-20 mA (caudal instantáneo). Activa. Aislamiento galvánico. Pulso 24 Vdc (caudal totalizado, unidades en HD)
Alimentación:	115 VCA, 60 Hz $\pm$ 10 %
Aislamiento:	IP67 (EN 60529), Nema 4. (Electrónica) IP68 (EN 60529), Nema 6x (sensores) Conduct. Min. líquido: $\geq$ 5 mS
Precisión:	Mejor o igual a 0,5% (FS)
Referencia:	Modelo MagFlux®

La cantidad, especificaciones de conexión y diámetros son especificados en los planos mecánicos de cada una de las estaciones.

#### **1.1.1.1 Sensores de Presión**

---

Son de aplicación las notas expuestas en el apartado Criterios Generales.

Todos los equipos de presión tendrán un factor de sobrepresión de 1,3 veces al valor final de escala.

Asimismo, se procurará que el punto de medida de la presión normal de operación se encuentre en el tercio central del alcance.

Los equipos de presión se encontrarán lo más próximos al punto de medida. En caso de que la línea en la que se requiere la medición sufra vibraciones, el elemento se instalará a un máximo de 5 mtrs realizando la conexión mediante tubing de inoxidable (OD 1/2"), disponiendo de las conexiones adecuadas para ello. La instrumentación, en éste caso, se montará sobre pedestal a tubo de 2". Los elementos de montaje deben ser suministrados por el adjudicatario.

En todo caso, el adjudicatario deberá someter al criterio de AyA la selección de uno u otro de los modos de instalación.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

#### **1.2.6.4 Transmisores**

---

Se usará como mínimo acero inoxidable ANSI 316 para los internos y los elementos en contacto con el fluido. En cualquier caso los materiales deben ser aptos para estar en contacto con agua potable.

La electrónica será solidaria con el elemento de medida. Irá instalada en caja estanca protección IP65.

El conjunto transmisor irá dotado de manifold, 2 válvulas 2 vías, inoxidable, para labores de mantenimiento.

Los rangos de trabajo de los transmisores se indicarán en las HD independientes para cada transmisor.

La electrónica dispondrá de indicador local (LCD) donde se mostrará el valor medido en unidades de ingeniería. Este indicador irá conectado a la electrónica de modo que a fallo del indicador no se afecte a la señal analógica 4-20 mA enviada al sistema de control.

La conexión eléctrica dispondrá de prensaestopas suministrados por el adjudicatario.

Tipo:	Membrana Rango de temperatura: de -10 a 65°C
Precisión:	+ 0.25% FS
Alimentación:	10 a 30 VDC + 10%
Señal de salida:	4-20 mA, 2 hilos.
Conexión proceso:	½ NPT Macho
Manifold, conexión:	½ NPT Hembra.
Referencia:	Siemens Serie DSIII

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

#### **1.2.6.5 Presostatos**

Dispondrán de las mismas características de materiales que los transmisores de presión y al igual que ellos estarán dotados de manifold, 2 válvulas 2 vías.

La diferencia estará en el tipo de señal de salida.

El rearme será automático y se deberá indicar en la HD si la histéresis es ajustable o fija.

La conexión eléctrica dispondrá de prensaestopas suministrados por el adjudicatario.

Señal de salida: Digital, 24 Vdc, 2A, SPDT, contacto seco.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

### **1.2.6.6 Manómetros**

---

Se suministrarán manómetros diámetro 100 mm, inoxidable, con cierre mediante bayoneta y cristal anti-rotura.

La carátula de indicación será blanca con numeración y señalizaciones en negro.

Dispondrá de tornillo ajuste de cero.

El conjunto manómetro irá dotado de manifold, 2 válvulas 2 vías, inoxidable, para labores de mantenimiento.

Tipo	Bourdon
Conexión proceso:	½ NPT Macho
Manifold, conexión:	½ NPT Hembra.
Precisión:	1% FS
Referencia:	CAMOZZI M063-R12

### **1.2.6.7 Sensores de Nivel**

---

Son de aplicación las notas expuestas en el apartado Criterios Generales.

Para la medición en continuo de nivel de tanques y depósitos se utilizarán transmisores sumergibles, principio de medida hidrostático.

Para la medición de puntos de nivel en tanques y depósitos se utilizarán sondas de conductividad.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

### **1.2.6.8 Transmisores**

---

Se considera conveniente estandarizar el rango de medición de altura de agua de 0 a 10 metros.

El principio de medida será transmisor hidrostático, mediante sistema piezoresistivo. 3 bar máximo de sobrepresión.

El equipo irá instalado sumergido en el tanque. Con el fin de que no se produzcan movimientos indeseables, se suministrará un tubo de PVC para fijar al tanque, en cuyo interior se alojará el transmisor. Este tubo quedará ubicado a 150 mm del fondo del tanque y se realizarán perforaciones para facilitar la entrada del líquido. Otra opción en la fijación en el fondo del tanque mediante un contrapeso para fijación del sistema en el fondo del depósito respectivo. Cualquiera de las opciones será válida para la instalación pero será sometida a la aceptación de AyA.

Se valorará la inclusión de una caja estanca para ubicación de indicador local. Esto dependerá del uso que se prevea y de la instalación en particular, por lo que quedará relegado en la HD del transmisor.

Rango de temperatura:	de -10 a 65°C
Precisión:	+ 0.25% FS
Alimentación:	10 a 30 VDC + 10%
Señal de salida:	4-20 mA, 2 hilos.
Cable:	30 metros. Blindado tipo PUR. Apto para sumergir en agua potable.
Enclaustramiento:	IP68
Aprobación:	Aprobado EN.
Referencia:	MJK Modelo Expert™ 7070-1423



La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

### ***1.2.6.9 Detectores de nivel***

Serán del tipo conductivo. La conductividad esperada será  $\geq 5$  mS.

Se fijarán al tanque mediante elementos que aseguren el aislamiento al mismo.

El detector estará compuesto de una sonda (varilla) común, recubierta de elemento aislante, y otras varillas ubicadas al nivel deseado, también con aislamiento.

La conexión eléctrica dispondrá de prensaestopas suministrados por el adjudicatario.

Estas varillas irán a una caja estanca donde se ubicará una electrónica que generará contactos SPDT, secos, 24Vdc 2A, para el sistema de control.

Alimentación:	115 VCA, 60 Hz $\pm$ 10 % // 24 Vdc.
Contactos:	24 Vdc, 2A, SPDT, seco.
Valor del contacto:	Se indicará en HD, mínimos requeridos LSL y LSH.
Protección envolvente:	IP65.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

## **1.2.7 Medición de Cloro Residual**

### ***1.2.7.1 Analizador***

Analizador en continuo, método de medición amperométrico.

#### ***Características de Medición:***

Rango de temperatura:	0 a 50 °C
Tasa de flujo de muestra:	500 ml/min
Presión de flujo de muestra:	5 psi

Fuente de muestra:	Continua (los electrodos deben permanecer húmedos con agua fresca)
Tiempo de respuesta:	4 Segundos
Muestra de agua:	Suministrada por gravedad o por medio de bomba toma muestra
Rango:	0 a 0,1 ó 0 a 20 mg/l (ppm)
Precisión:	0,033 mg/l ó +/- 1% del rango
Sensibilidad:	0,001 mg/l (ppm)
Señal de salida:	4-20 mA
Señales digitales:	alarma bajo/alto nivel

***Características de Eléctricas:***

Consumo de energía:	10 W
Requerimientos de energía:	120VAC, 60 Hz
Salidas:	4-20 mA
Contactos de Relé:	10 Amps @ 120 VAC o 24 VCD
Ubicación:	Medición de agua clorada, máximo 3 metros después del punto de aplicación del cloro.
Referencia:	Modelo RAH-210 fabricado por Hydro Instruments Inc. de USA.

La cantidad y especificaciones de conexión son especificadas en los planos hidráulicos civiles de cada una de las estaciones.

***1.2.7.2 Válvula inteligente para el control de Cloro.***

Auto válvula digital de fabricación americana, con capacidad de 0-50 lb/día para la automatización de la dosificación de cloro gaseoso por medio de señales provenientes del analizador de cloro residual en línea y/o de un medidor de caudal en línea.

***Características Técnicas:***

Alimentación eléctrica:	115 VAC/60Hz
Consumo de energía:	20 W
Grado de protección:	NEMA 4X
Rango de temperatura:	-10 a 40°C
Pantalla:	5 mm, 20 caracteres y 2 líneas Dos (2) entradas análogas de 4-20 mA ó 1-

Resolución:	5 VDC
Linealidad:	±12 bits
Dos (2) salidas:	0.1% o mejor
Requerimientos:	Un contacto que permite dar señales de alarma y una salida de 4-20 mA para registro dosificación.
Ubicación:	Accesorios de tubería by-pass Rotámetro remoto de 100 lb/día Panel para montar y accesorios
Referencia:	Dosificación de cloro para desinfección y residual en el punto seleccionado para tal fin según corresponda. Modelo WPOV-110 fabricado por Hydro Instruments Inc. de USA.

### ***1.2.7.3 Sistema de Cloración con gas***

Sistema de dosificación de cloro gaseoso, con intercambiador automático para dosificación continua de cloro y trabajar con dos (2) cilindros de 68 kg, con capacidad en lbs/día según corresponda, avalado por el Instituto Americano del Cloro, tipo industrial, operado al vacío, para instalar sobre la válvula del cilindro, con control manual de la rata de flujo de cloro por medio de la válvula del rotámetro. Construido en PVC solido Maquinado (no inyectado) con válvula de entrada en PVDF. Equipo con Certificación ISO 9001

#### ***Componentes:***

- Dos (2) cloradores ó unidades de dosificación, modelo 500, con capacidad de 0-100 lbs/día cada uno, operados al vacío
- Un (1) Intercambiador automático, modelo SP-100, para alternar la operación de dos (2) cilindros y obtener dosificación continua
- Un (1) Rotámetro remoto, modelo RM-401, con válvula de regulación y medidor en lbs/día
- Un (1) Eyector, modelo EJ-1000, con su difusor, capacidad hasta 100 lbs/día según corresponda, para trabajar con agua a presión y producir la mezcla cloro/agua

- Un (1) Manifold de entrada al eyector, Modelo WIA-PVC-075, PVC, 3/4", con manómetros y filtro.
- Un (1) Kit de accesorios de instalación y repuestos estándar de fábrica.

***Ubicación:***

- Dosificación de cloro para desinfección desde cuarto de cilindros.

***Referencia:***

- Modelo 502 fabricado por Hydro Instruments Inc. de USA.

***1.2.7.4 Sistema de pesaje de cilindros***

---

Báscula digital para pesar dos (2) cilindros de cloro de 68 kg, de fabricación americana, con capacidad hasta 158 lb por base o plataforma, con cadena para soporte de cilindros, base y ángulo de fijación de panel y cadenas.

***Requerimientos:***

- Un (1) Indicador digital con dos (2) displays, cada uno para leer el peso de un (1) cilindro. Este indicador tiene una salida de 4-20 mA, con lectura digital en kg/día, con unidad propia del usuario e indicación en peso bruto, neto y tara, 120 VAC, 60 Hz.
- Una (1) plataforma fabricada en fibra de vidrio reforzada en material termoplástico de alta resistencia a la corrosión, de 82 cm x 45 cm para montar los dos (2) cilindros para cloro de 68 kg.
- Dos (2) cadenas y soportes.
- Transductores, en acero inoxidable, compensados por temperatura.

***Instalación:***

- Sistema instalado en el piso del cuarto de cilindros.

***Ubicación:***

- Pesaje de cloro en los dos (2) cilindros del sistema switchover de cloración.

***Referencia:***

- Modelo 2350 fabricado por Scaleton Industries de USA.

***1.2.7.5 Sistema de detección de fugas de Cloro***

---

Detector de gas cloro digital, de fabricación americana. Capacidad de detección entre 0 y 10 ppm (partes por millón) de cloro en el aire, con señales visuales y audibles de aviso y peligro en el tablero central. El sensor debe ser de tipo de difusión de gas electroquímico de respuesta rápida en escapes de cloro.

***Características Técnicas:***

- Sensor remoto para cloro gaseoso.
- Rango: 0-10 ppm
- Resolución: 0.1 ppm
- Tiempo de duración del sensor: entre 18 y 24 meses
- Rango de temperatura: 0 a 50°C
- Alarmas visuales tipo LED y alarma audible de 90 dB
- Alimentación eléctrica: 120 ó 240VAC, 60Hz
- Consumo eléctrico: máximo 20 W
- Señal de salida: 4-20 mA ó RS232 para controladores remotos y PLCs
- Pantalla tipo LCD, de dos líneas, 16 caracteres y retroiluminada, la cual muestra la concentración en partes por millón
- Dos (2) contactos relé
- Dos (2) alarmas ajustables de contacto relé para activar aparatos externos
- Batería de respaldo de 12 VDC con celda en gel y para hasta 24 horas de operación continua

- Encerramiento NEMA 4X
- Peso: 7 libras (3.2 kg)
- Dimensiones: 8"x6"x4" (203x152x102 mm)
- Incluye Luz externa con corneta para alarma.

***Requerimientos:***

- Tablero central de control y señalización
- Dos (2) sensores para montaje remoto con un cable de 25 pies (7.6 m) de longitud
- Cable de alimentación AC

***Instalación:***

- Sensores instalados entre 18" y 24" del piso del cuarto de cilindros y de cloración, distribuidos apropiadamente. Tablero de control en pared del lado del cuarto de cloración.

***Ubicación:***

- Detección de fugas de gas en el cuarto de cloración y cilindros.

***Referencia:***

- Modelo GA-170-2 fabricado por Hydro Instruments Inc. de USA.

***1.2.7.6 Equipos de seguridad para cuartos de Cloración***

---

Equipo de emergencia aceptado por el Instituto Americano de Cloro para contenedores de cloro de 68kg. Ref: C-376A, marca Indian Springs Specialty, de fabricación americana. Este Kit "A" incluye dispositivos y herramientas para controlar y contener fugas en la válvula tapón fusible y en las paredes del contenedor de cloro. Todas las partes deben estar bien etiquetadas con un número correspondiente; suministrados dentro de una caja resistente a la corrosión fabricada en polipropileno.

Incluye una variedad de herramientas de mano, sellos de inspección y sellos de dispositivos.

***Equipos de Aire Auto contenido:***

- Equipo de aire auto contenido, marca Frontier, capacidad de 30 minutos, cilindro de aluminio, con accesorios.

***Máscara Facial:***

- Mascara facial tipo canister con filtro para cloro, marca MSA.

***1.2.7.7 Bombas toma muestras y Booster***

---

- Bomba Toma Muestra para Cloro Residual:
- Bomba Sumergible, 0.26 GPM @ 20 psi, LITTLEGIANT Serie MSP, 110 VAC, 60 Hz, 1/6 HP.
- Bomba Booster para Eyector de Cloro:
- Bomba Multi etapas, 10 GPM @ 45 psi, GOULDS NPE, 230VAC/1F, 60 Hz, 1 HP.

***1.2.7.8 Actuadores Eléctricos***

---

Son de aplicación las notas expuestas en el apartado Criterios Generales.

- Los actuadores eléctricos se instalarán para la operación de válvulas automáticas.
- La responsabilidad del suministro de éste equipamiento será del suministrador de válvulas motorizadas.
- Los actuadores motorizados tendrán alimentación eléctrica desde los tableros eléctricos, con sus protecciones correspondientes.
- Serán del tipo conjunto integral, de modo que el sistema de giro y operación se comande desde el actuador.

- La actuación esperada será del tipo Todo/Nada y las señales de mando serán enviadas por el equipamiento de control.

Dispondrán de:

- En cabeza del actuador de selector local/remoto y posibilidad de actuación manual de apertura y cierre total en local.
- Volante de actuación manual con accionamiento mediante embrague.
- Sistema de bloqueo Local para trabajos de mantenimiento.
- Interruptores de posición, apertura y cierre, protección de par, sobretensión y pérdida de fase.
- Indicación a remoto del estado (abierto/ cerrado) y del fallo del motor.
- Resistencias de caldeo en motores a partir de 75 CV.
- Se incluirán las prensas adecuados para el conexionado eléctrico y de control.
- Alimentación eléctrica: Vac, 60 Hz
- Señales mando: 24Vdc
- Alimentación mando: Integral desde la válvula
- Señales retorno: Contacto seco, SPDT, 24Vdc, 1A
- Aislamiento: IP65
- Referencia: Rotork, Auma

## **1.2.8 Telecomunicación**

### **1.2.8.1 Sistema telecomunicación**

Actualmente la red existente trabaja monitoreando los diferentes puntos de la red mediante protocolo ModBus RTU. Es por ello que el sistema de telecomunicación, que se integrará en dicha red, debe soportar el protocolo ModBus RTU. Adicionalmente, se requiere que el equipamiento pueda manejar protocolo Ethernet IP como alternativa para dejar provisto al sistema de una posible integración a esta modalidad.



El sistema estará compuesto por: Antena Yagui, Supresor Polyphaser o similar, riendas, grounding kit, cable coaxial Beldem, conectores, mastiles con sus herrajes de instalación ó Torres tipo B, Cargador de baterías SAMLEX, baterías selladas, libres de mantenimiento. Radiomodem. En comunicación serie debe trabajar sobre 450-470 MHZ. (Similar a Dataradio CalAmp 140-5028-502.) Router, 60'' CAT-5 Ethernet Cable. Deberá tener la capacidad de soportar configuración de Router o Bridge. Ofrecer 128 AES, Avanzada encriptación & seguridad. Proveer "Single Device Store& Forward for Easy Network Expansion". Comunicaciones simultáneas vía RS-232 y puerto Ethernet IP. Hasta 128 kbps@50 Hz con Compresión de datos superior. 1-10Watts Continuos Duty. Web Server embebido para programación y Setup del equipo. Debe poseer diagnóstico de Status.

Todos los equipamientos serán suministrados con cables de conexión, manuales, certificados y licencias (si procede).

### ***1.2.8.2 Estudio preliminar de comunicación***

---

La implantación del equipamiento de telecomunicación se ha basado en un estudio preliminar de comunicación que aportará los valores a los cuales debe adecuarse la comunicación del sistema y la necesidad de puntos repetidores o similares para realizar la comunicación RF.

### ***1.2.8.3 Sistema de Control***

---

Las estaciones de bombeo, pozos y tanques propiedad de AyA deben de permitir para aquellas que se defina, la gestión local y remota, manual y automática, de la instalación así como la retransmisión del estado de todos sus elementos en tiempo real o un histórico de los eventos que se han sucedido.

Para conseguir este objetivo se instalarán sistemas de control basados en PLC que respondan a éstas necesidades y permitan realizar la operación del sistema.

La arquitectura propuesta deberá disponer de una unidad de control, CPU o controlador, preferiblemente de tipo industrial que cumpla con las normas CE, C-Tick, UL, c-UL, y unas interface (tarjetas o módulos) de entradas/ salidas, tanto para captura o generación de señales analógicas (tipo 4-20 mA) como para captura o generación de señales digitales (entradas 24 Vdc, salidas contactos libres de potencial) como comunicaciones.

Los elementos de interface deberán disponer de aislamiento galvánico independiente por canal de E/S e identificación y diagnóstico de canal mediante led en el frontal del módulo. Las comunicaciones deberán soportar ModBus TCP/IP, sobre Ethernet IP, y ModBus RTU, sobre RS-485. Se dispondrá así mismo de puerto de comunicación para funciones de configuración y diagnóstico. Se dotará al sistema de control de tantas interface como requiera el listado de E/S de la estación más un 10% de reserva. Esta reserva quedará equipada, es decir conectada hasta bornas del tablero.

El conjunto ofertado debe ser ampliable mediante elementos de la misma serie con el fin de poder dar respuesta a futuro ante nuevas necesidades del AyA.

Los sistemas de control se suministrarán con sus correspondientes fuentes de alimentación y cualquier otro elemento requerido para su correcto funcionamiento.

Todos los elementos irán alojados en tableros, tarea a realizar por otros, por lo que se deberán equipar para su montaje bajo este criterio.

El ofertante deberá incluir en su oferta información técnica y mecánica de la propuesta que realice con el fin de que se pueda evaluar su integración en tableros.

El conexionado de hilos en las interface será de fácil acceso y la fijación mediante tornillo.

Se valorará positivamente disponer de display para inspección del estado de las variables de operación.

La unidad de control dispondrá de memoria no volátil donde almacenar el programa de operación de la estación.

#### ***1.2.8.4 Programa de Operación***

---

Los modos de operación a integrar en el sistema de control serán los siguientes:

- Operación Automático. Se configurarán el total de bombas realizando una operación según secuencia de alternancia de bombas en base a horas de operación. Es decir será prioritaria, sin no tiene incidencias o está en manual, aquella bomba que haya trabajado menos horas. Ante fallo o disparo de una bomba, inmediatamente entrará en funcionamiento la bomba que esté en reserva o aquella que por número de horas le corresponda. Se tendrá en cuenta que las bombas a instalar en las estaciones disponen de variador de velocidad. El funcionamiento de éste equipo debe ser mantener la presión de consigna en la línea de bombeo. Por ello se considerará bomba al conjunto bomba-variador de velocidad.
- Operación Manual. El operador podrá seleccionar que bomba debe trabajar. La selección de los modos de operación y el arranque y parada se realizará mediante pulsadores en el frontal de los tableros. Desde los variadores de velocidad se puede cambiar el modo de operación a manual, por lo que el sistema de control deberá considerar éste escenario.
- Operación Local. El sistema de control responderá a los valores de consigna que tenga almacenados en sus variables.
- Operación Remota. El sistema de control responderá a las consignas y órdenes recibidas mediante las comunicaciones.

En cualquiera de los casos, el sistema de control transmitirá la información de valores de las variables de proceso en unidades de ingeniería y del estado de las señales digitales, así como las alarmas y eventos que se definan.

El adjudicatario deberá presentar, previo a los trabajos de programación, una descripción funcional para aceptación de AyA donde se identifique claramente la operación de cada

equipo (bomba, pozo, tanque), identificación y descripción de los lazos de control así como de las señales asociadas, tratamiento de alarmas y eventos, así como señales de intercambio mediante comunicación con equipos remotos.

### **1.2.8.5 Señales a considerar**

---

A modo de resumen y susceptible de agregar o eliminar elementos se describen a continuación un grupo de señales a considerar.

Señales analógicas:

- Medición de flujo en línea de descarga de bombas y/o entrada a estación.
- Medición de nivel de tanque.
- Analizador de Cloro.

Señales comunicadas con equipos de la estación:

- Variables eléctricas: voltaje fase, corrientes de fase, factor de potencia y frecuencia.
- Presión en líneas de impulsión (señal en variador de velocidad)
- Velocidad o frecuencia de bombeo (señal en variador de velocidad)
- Señal de consigna a variador de velocidad.

Señales digitales:

- Totalizado medición de flujo
- Estatus de las válvulas (apertura o cierre).
- Modo de operación: Manual, Auto y Auto/Rem.
- Alarmas por nivel.
- Estatus de las bombas.
- Sistema correcto de cloración OK.
- Analizador de cloro: 2 señales digitales que puedan marcar una alarma por alto/bajo nivel de cloro.
- Sensores de fuga. 1 señal digital por cada sensor instalado (2).

- Órdenes de apertura y cierre de válvulas
- Órdenes de marcha/paro bombas.

### 1.3 Documentación a presentar por el Ofertante y el Adjudicatario

El presente apartado tiene por objeto enumerar los distintos documentos, planos y estudios a incluir en la oferta técnica.

El adjudicatario deberá realizar, entre otros, los siguientes documentos de acuerdo con el programa propuesto en la siguiente tabla.

En el presente documento se seguirá la siguiente nomenclatura:

X: En la oferta.

A: Cuatro (4) semanas después del pedido.

B: Ocho (8) semanas después del pedido.

C: Doce (12) semanas después del pedido.

D: Una (1) semana después de los comentarios o aprobación.

E: Antes del envío.

F: Actualización mensual hasta el envío, montaje y puesta en marcha.

ITEM.	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR EN LA OFERTA	PLAZO (semanas)		CUMPLIMIENTO
		Prel.	Aprob.	
1	Lista de referencias	X		
2	Definición exacta del alcance de suministro (Incluyendo lista excepciones a la especificación).	X		
3	Planificación del suministro	X	A	
4	Lista de documentos a enviar por el suministrador		D	
5	Certificados y documentación de calidad	X		
6	Plan de puntos de inspección del suministro		A	
7	Planos de dimensiones de transporte		B	
8	Lista de consumos eléctricos		B	
9	Esquema de conexión y dimensionado.		D	
10	Lista de repuestos, herramientas especiales y de	X	D	

ITEM.	DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR EN LA OFERTA	PLAZO (semanas)		CUMPLIMIENTO
		Prel.	Aprob.	
	mantenimiento			
11	Listado de repuestos recomendados para tres años de operación	X	D	
12	Descripción funcional del sistema de control		B	
13	Listado de señales comunicadas y descripción de los protocolos de comunicaciones		C	
14	Plano de comunicaciones	X	D	
15	Necesidades de tierra		C	
16	Documentación de software. Algoritmos, programas, instrucciones de operación, manual de instrucciones	X	D	
17	Arquitectura de comunicaciones con sistemas externos	X	B	
18	Plan de calidad del suministro	A		
19	Procedimientos de pruebas y ensayos en taller y en campo Protocolos de ensayos, comprobaciones y pruebas en obra.		B	
20	Guías de localización y reparación de averías		B	
21	Manuales de operación, montaje, instalación y mantenimiento		D	
22	Planos as-built		D	
23	Dossier de Control de Calidad, certificados de material y procedimientos de pruebas, etc		D	
24	Planos dimensionales de equipos	A	B	
25	Esquema de conexión de bornas		B	
26	Lista de bornas para asignación de canales		B	

La lista de paquetes para envío contendrá la información siguiente:

- Número de bultos y su contenido detallado.
- Peso de cada bulto y de las piezas que contiene.
- Dimensiones exteriores de cada bulto.
- Referencia en cada bulto del equipo al que pertenece.

## 1.4 Tubería y piezas fabricadas de Acero

### 1.4.1 Tuberías

La tubería de acero para uso en agua potable, será fabricada conforme a norma AWWA C-200, con acero según ASTM A-53, Grado B.

La tubería deberá estar recubierta externamente con:

- Tuberías enterradas: "Coal Tar" según norma AWWA C-203, con cinta de recubrimiento según AWWA C-214 o con recubrimiento de poliolefina según AWWA C-215.
- Tuberías expuestas o dentro de cajas de registro: Revestimiento epóxico según AWWA 210 o AWWA C 213.
- Juntas soldadas enterradas: Deberán cubrirse con bandas termocontraíbles de poliolefina, según AWWA C- 216.

La tubería deberá ser revestida internamente con mortero de cemento según AWWA C-205 o revestimiento epóxico según AWWA C-210 o AWWA C-213.

#### 1.4.1.1 Accesorios

Los accesorios se fabricarán con la misma tubería a colocar, con dimensiones de acuerdo con AWWA C-208, y con requerimientos de soldadura según AWWA C-206, manteniéndose los requerimientos de revestimiento y recubrimiento establecidos para la tubería principal.

En los planos se indicarán los espesores mínimos de tubería y de accesorios, independientemente de que por diseño y presiones, estos pudieran ser menores.

Las bridas de acero cumplirán con la norma AWWA C-207 ó ASME B16.5. Será de aplicación la norma ASME B16.1 para las bridas de hierro fundido.

Los pernos y las tuercas de las bridas cumplirán con las especificaciones ANSI B 18.2.1 y ANSI B 18.2.2; y serán de hierro dúctil o de acero galvanizado de acuerdo con las normas ASTM A 307, ASTM A 394 y ASTM F 432.

Las juntas planas serán de acuerdo con ASME B16.21 para bridas rating 150 y 300 según ASME 16.5 o ASME B16.47 serie A. En el caso de juntas para bridas AWWA será de acuerdo a lo establecido en AWWA C207.

Los fabricantes de las juntas recomendarán el par de apriete para asegurar un sellado suficiente.

Los accesorios de hierro maleable roscado estarán de acuerdo con ASME B16.3. los accesorios bridados de fundición de hierro estarán de acuerdo con ASME B16.1. Los accesorios bridados de fundición dúctil serán según ASME B16.42.

## **1.5 Revestimientos de superficies de tuberías y piezas de Acero**

A continuación se presentan los requisitos mínimos para el tratamiento de superficies en tuberías, accesorios y piezas de tubería de acero, así como los sistemas de pintura para el revestimiento, tanto de obras ejecutadas en taller como de obras en el campo.

Los procesos de preparación de las superficies metálicas y las aplicaciones de los revestimientos cumplirán con la Norma ANSI/AWWA C-210 en su última versión, adecuada para aplicarse en tuberías de acero en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, tanto en tuberías subterráneas como aéreas, bajo condiciones normales de construcción.

Los sistemas de revestimiento descritos más adelante serán a base de pintura líquida epóxica, con curado químico. Los materiales utilizados en la capa de base (Prime), capa intermedia y capa de acabado, indicados en cada sistema de pintura, deberán ser



productos de un mismo fabricante. La aplicación de cada sistema y cada capa, se efectuará según las instrucciones específicas y recomendaciones del fabricante.

Las pinturas y sus solventes (en el caso de que el fabricante así lo indique), deberán mezclarse cuidadosamente utilizando utensilios limpios y siguiendo estrictamente las indicaciones y recomendaciones del fabricante.

Cada capa de pintura tendrá un color diferente para poder distinguir de esta manera entre las capas y comprobar su aplicación.

La pintura terminada y seca de cada capa será inspeccionada para tratar de encontrar discontinuidades en la película aplicada.

El área desprotegida ó mal aplicada de cada capa, a consideración del Ingeniero Inspector, será identificada con marcas hechas con tiza y los defectos serán corregidos mediante la aplicación de pintura adicional de dicha capa.

Cabe destacar que los productos de revestimientos deberán ser adecuados y resistentes a las condiciones operativas y climáticas existentes en las instalaciones que serán aplicadas.

El Contratista deberá presentar las especificaciones de las pinturas requeridas con los procedimientos de preparación y aplicación, los cuales deberán ser previamente aprobados por el Ente Contratante.

### **1.5.1 Preparación de Superficies**

Todas las superficies de la tubería deberán limpiarse según las indicaciones del fabricante de la pintura. En el caso que no sea indicado, se efectuará un acabado "Gris Comercial", utilizando chorro de arena ó por medio de limpieza mecánica, empleando maquinaria eléctrica como cepillos giratorios de alambre (metálico), discos abrasivos o pulidores.

Cualquier traza de aceite, grasa, alquitrán u otro producto orgánico deberá removerse con un solvente volátil. Se utilizarán solamente solventes no aceitosos.

En el caso que se aplique chorro abrasivo, se deberá tener presente que la arena no deberá recircularse y estará libre de contaminantes mediante un mecanismo de cernido.

Cualquier imperfección de la tubería, tales como óxido, cascarillas, costras de laminación, restos de revestimientos, salpicaduras de soldaduras, etc., en la superficie, deberá removerse mediante lima o esmeril.

Es importante tomar en cuenta que las superficies tratadas con chorro de arena, quedan sumamente sensibles a la oxidación y por lo tanto la aplicación de la base y la primera mano deberán hacerse dentro del lapso de dos horas, sino se indica otro proceso de aplicación, especificado por el fabricante del material suministrado.

Las superficies procesadas y preparadas para el recubrimiento, no deberán contaminarse con suciedad, polvo, partículas metálicas, aceite, agua o cualquier material extraño.

El cálculo de la calderería de las estaciones de bombeo se realizará de acuerdo con el código ASME, donde se limita la tensión del acero a un valor inferior a 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

Los grosores de los perfiles tubulares serán normalizados según ASME (la presión de trabajo, con los grosores de corrosión fijará el grueso mínimo de los perfiles) y serán en cualquier caso Schedule 40 como mínimo según el citado código

Las piezas especiales realizadas con chapa metálica se dimensionarán, en general, según la Norma AWWA C208-83.

Los tramos que se deban hormigonar tendrán unos conectores para garantizar la unión entre la pieza y el anclaje de hormigón. Estos conectores se realizarán mediante pasamano de 100 mm de ancho y 10 mm de grueso, soldados con dos cordones de forma continua, uno a cada lado del pasamano. Además, se situarán a una distancia que puede oscilar entre 30 y 50 cm, dependiendo de la magnitud de los empujes, de las caras exteriores del anclaje, y separados una distancia media inferior a 1 m, a ajustar en función de la propia calderería.

## **1.5.2 Pinturas para Revestimiento Externo. Tuberías, accesorios y piezas metálicas Enterradas**

### **1.5.2.1 Capa Primer (Pintura de Base)**

---

Inmediatamente después que la superficie haya sido preparada, limpiada y se encuentre seca, tal como se indica anteriormente, y sea aprobada por el Ingeniero Inspector, se aplicará una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, similar o igual a la Amerlock Serie 400AL. El espesor seco de la capa será de 3 mils (75 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.058l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

La aplicación del Primer se hará preferiblemente con brocha o pistola tal como se reciba de la fábrica, según las instrucciones del fabricante. Esta pintura de base no deberá ser aplicada durante tiempo lluvioso.

El Primer será distribuido en forma uniforme sobre la superficie preparada. No deberán quedar áreas sin cobertura, ya que el exceso de éste podría originar abultamientos (falta de adherencia). La brocha deberá limpiarse periódicamente para eliminar partículas de suciedad, Primer seco o acumulado.

Cualquier escurrimiento o glóbulo que se haya secado deberá rasparse, aplicando luego una nueva mano de esta base.

Este producto es inflamable, por lo tanto deberá mantenerse lejos del fuego y ser manejado con el debido cuidado, según las instrucciones del fabricante.

### **1.5.2.2 Capa Intermedia**

---

Antes de aplicarse la capa intermedia, según las instrucciones del fabricante, las superficies deberán revisarse para localizar zonas donde la pintura de base esté deteriorada o mal aplicada. Las superficies donde se encuentre estos defectos, a criterio del Ingeniero Inspector, serán raspadas y se aplicará nuevamente la primera mano de base. Solamente cuando el Ingeniero Inspector apruebe el recubrimiento de base, se procederá a la

aplicación de la capa intermedia, descrita a continuación. En esta fase, las superficies deberán estar preparadas para el recubrimiento y no deberán contaminarse con suciedad, polvo, partículas metálicas, aceite, agua o cualquier material extraño.

Inmediatamente después que la superficie haya sido preparada, limpiada y se encuentre seca, tal como se indica anteriormente, y sea aprobada por el Ingeniero Inspector, se aplicará una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, similar o igual a Amerlock 400. El espesor seco de la capa intermedia será de 5 mils (125 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.154 l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

El procedimiento de aplicación se efectuará tal como se describe anteriormente en la primera capa de base (primer) y según las instrucciones del fabricante.

### ***1.5.2.3 Pintura de Acabado***

---

Antes de aplicarse la pintura de acabado en las superficies, según las instrucciones del fabricante, éstas deberán revisarse para localizar zonas donde la capa intermedia esté deteriorada o mal aplicada. Las superficies donde se encuentre estos defectos, a criterio del Ingeniero Inspector, serán raspadas y se aplicará nuevamente la primera y segunda capa de recubrimiento. Solamente cuando el Ingeniero Inspector apruebe el recubrimiento de base e intermedio, se procederá a la aplicación de la pintura de acabado, descrita a continuación.

Como pintura de acabado, se aplicará a la superficie una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, igual o similar a Amerlock 400. El espesor seco de la capa de acabado será de 8 mils (200 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.244l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

El espesor total de las 3 capas (secas) del recubrimiento externo será de 400 micrones – mínimo.

### **1.5.3 Pinturas para Revestimiento Externo. Tuberías, accesorios y piezas metálicas Aéreas**

#### ***1.5.3.1 Capa Primer (Pintura de Base)***

---

Inmediatamente después que las superficies hayan sido preparadas, limpiadas y en estado seco, tal como se describe en la sección previa respectiva y hayan sido aprobadas por el Ingeniero Inspector, se aplicará una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, igual o similar al tipo Amerlock Serie 400AL, el espesor y procedimiento de aplicación se llevara a cabo tal como se indica en la anterior. La cantidad necesaria (teórica) será de 0.058 l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

#### ***1.5.3.2 Capa Intermedia***

---

Esta capa intermedia se llevará a cabo como se describe en la anterior "Tuberías, accesorios y piezas metálicas enterradas", incluyendo el mismo tipo de pintura Epóxica de Altos Sólidos – igual o similar a Amerlock 400, con un espesor de 5 mils (125 micrones). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.154l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

#### ***1.5.3.3 Pintura de Acabado***

---

Antes de aplicarse la pintura de acabado en las superficies, según las instrucciones del fabricante, éstas deberán revisarse para localizar zonas donde la capa intermedia esté deteriorada o mal aplicada. Las superficies donde se encuentre estos defectos, a criterio del Ingeniero Inspector, serán raspadas y se aplicarán nuevamente la primera y segunda capa de recubrimiento. Solamente cuando el Ingeniero Inspector apruebe el recubrimiento de base e intermedio, se procederá a la aplicación de la pintura de acabado, descrita a continuación.

Como pintura de acabado se le dará a la superficie una (1) capa uniforme de pintura Epóxica-Acrílica, igual o similar al tipo Amercoat 357. El espesor seco de la capa será de 6

mils (150 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.192l/m<sup>2</sup> aproximadamente.

Para tuberías y piezas metálicas instaladas sobre estas, el color de la pintura de acabado será celeste. Para válvulas y accesorios de tuberías, cabezales, motores y tapas metálicas, el color será azul. Las tonalidades serán aprobadas por el Ingeniero Inspector, previamente a su aplicación. Los colores indicados y las tonalidades serán uniformes en todas las obras del proyecto.

Para tuberías y piezas metálicas instaladas sobre estas, el color de la pintura será el correspondiente según la norma INTE 31-07-03-01. Para el resto de elementos componentes, el color a aplicar será según el cuadro adjunto:

COLORES						
Item	Área de Aplicación	Descripción	Recomendado	Color	Código	Muestra
1	Malla Limítrofe	Pintura Fast Dry Color Aluminio para Malla	<b>Protecto</b> Anticorrosivo	Aluminio	602	
2	Exterior de Caseta	Esmalte de Aceite para Concreto	<b>Value Supra</b>	Tinte Base	66c-2t VA1106	
3	Ventanas y Bordes Exteriores	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White WS705	
4	Interior de Casetas	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White WS705	
5	Exterior de Tuberías	Pintura Epoxica Verde	Wasser Poliuretano, <b>Grupo Kativo</b>	Green	N/D	
6	Piso de Interior de Caseta	Recubrimiento Epoxico para Pisos	Maxipoxy 105 ( <b>De INTACO</b> )	Gray	127-727	
7	Exteriores de Concreto Puro	Sellador Transparente para Concreto	Maxiclear ( <b>De INTACO</b> )	Sellador Transparente	100-116 108-313	
8	Soportes de Concreto de Tubería	Esmalte de Aceite para Concreto	<b>Value Supra</b>	Tinte Base	66c-2t VA1106	
9	Manubrios de Válvulas	Esmalte de Aceite para Exteriores	Super Dry <b>LANCO</b>	Safety Red	1D3-8 SD-931	
10	Lineas de Seguridad y Cobertores	Esmalte de Aceite para Exteriores	Super Dry <b>LANCO</b>	Caterpillar Yellow	SD-933	
11	Exterior de Motores y Ductos Eléctricos	Pintura Fast Dry Exteriores Color Gris	<b>Sur</b> Fast Dry	Gris Claro	560	
12	Pluviales	Pintura Fast Dry Exteriores Verde	<b>Protecto</b> Fast Dry Verde	Verde John Deere	530	
13	Puertas de Casetas	Pintura Fast Dry Exteriores Gris	<b>Protecto</b> Fast Dry Gris Claro	Gris Claro	560	
14	Techos (De Concreto y Zinc)	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White	
15	Aire Comprimido	Pintura Fast Dry Exteriores Azul	<b>Protecto</b> Fast Dry Azul	Azul	548	
16	Producto Cloro Informe Final Proyecto/COBANQ/diciembre de 2014	Pintura Fast Dry Exteriores Amarillo	<b>Protecto</b> Fast Dry	Amarillo John Deere	541	
17	Equipo de Incendios	Esmalte de Aceite para Exteriores	<b>Protecto</b> Esmalte Rápido Rojo	Rojo	410	

### **1.5.4 Pinturas para Recubrimiento Interno de Tuberías, Accesorios y Piezas Metálicas**

Este recubrimiento se llevará a cabo en superficies internas de tuberías, accesorios y piezas metálicas, tanto como enterradas o aéreas. El tratamiento de las superficies se efectuará tal como se describió previamente en la sección respectiva.

La pintura suministrada para el recubrimiento interno de las tuberías, deberá ser adecuada para uso en agua potable, aprobada por NSF.

#### ***1.5.4.1 Capa Primer (Pintura de Base)***

Inmediatamente después que las superficies hayan sido preparadas, limpiadas y en estado seco, tal como se indica anteriormente, y sean aprobadas por el Ingeniero Inspector, se aplicará una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, igual o similar al tipo Amerlock Serie 400AL, el espesor seco de la capa será de 3 mils (75 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.058 l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

El procedimiento de aplicación se llevará a cabo tal como se indicó previamente en "Tuberías, accesorios y piezas metálicas enterradas".

#### ***1.5.4.2 Capa Intermedia***

Esta capa intermedia se llevará a cabo como se describe en una de las secciones previas "Tuberías, accesorios y piezas metálicas enterradas", incluyendo el mismo tipo de pintura Epóxica de Altos Sólidos – igual o similar a Amerlock 400, con un espesor de 5 mils (125 micrones). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.058l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

#### ***1.5.4.3 Pintura de Acabado***

Antes de aplicarse la pintura de acabado en las superficies, según las instrucciones del fabricante, éstas deberán revisarse para localizar zonas donde la capa intermedia esté

deteriorada o mal aplicada. Las superficies donde se encuentre estos defectos, a criterio del Ingeniero Inspector, serán raspadas y se aplicará nuevamente la primera y segunda capa de recubrimiento. Solamente cuando el Ingeniero Inspector apruebe el recubrimiento de base e intermedio, se procederá a la aplicación de la pintura de acabado, descrita a continuación.

Como pintura de acabado, se aplicará a la superficie una (1) capa uniforme de pintura Epóxica de Altos Sólidos, igual o similar a la Amerlock 400. El espesor seco de la capa de acabado será de 8 mils (200 micrones aprox.). La cantidad necesaria (teórica) será de 0.244l/m<sup>2</sup>, aproximadamente.

El espesor total de las 3 capas (secas) del recubrimiento interno será de 400 micrones – mínimo.

## **1.6 Especificaciones Técnicas de Soldadura**

La presente Especificación tiene por objeto definir las condiciones y requisitos por los que se han de regir los suministradores de AyA, que utilicen procesos de soldadura en la fabricación de sus tuberías y equipos.

### **1.6.1 Alcance**

Quedan dentro del alcance de esta Especificación aquellos procesos de soldadura empleados durante la fabricación de cualquier equipo o componente, así como su homologación y cualificación de los soldadores.

### **1.6.2 Documentación de referencia**

Para la ejecución, homologación de procesos de soldadura y cualificación de soldadores serán aplicables los siguientes Códigos:

- ASME Boiler and Vessel Pressure Code:
- Sección IX Welding and Brazing Qualifications



- Sección VIII Pressure Vessels
- Sección I Power Boilers
- ANSI/ASME B31.1 Power Piping

Todos los Códigos referenciados se aplicarán en la última edición vigente en el momento de la emisión del pedido, considerándose como documentos válidos contractuales hasta el final de la fabricación y entrega de los materiales.

Cualquier conflicto entre Códigos, Planos y esta Especificación deberá ser puesto en conocimiento de AyA para su arbitraje.

### **1.6.3 General**

#### **1.6.3.1 Material Base**

Los materiales base utilizados en la fabricación de equipos y sobre los que se realicen trabajos de soldadura estarán conformes a la especificación del material y certificación exigida en la documentación de Calidad (P.P.I, Lista de Materiales, Planos, etc.)

Para la homologación de procedimientos de soldadura, se utilizará el mismo material base que el empleado en la construcción en los casos que se indican a continuación:

- Cuando sean requeridos ensayos de resiliencia.
- Cuando los materiales bases sean aceros especiales, alto límite elástico y aceros aleados.

A los materiales base se les asignará uno de los Números "P" indicados en ASME IX, directamente si se trata de materiales ASTM o los contemplados en ASME II parte A, o por su similitud con respecto a éstos en cuanto a composición química, características mecánicas y forma de producto si se trata de materiales contemplados en otra normativa (UNE, DIN, BS, etc).

Los materiales base a los que no puedan asignárseles un número "P" determinado, solo podrán ser soldados utilizando un procedimiento específico homologado con el mismo material.

### ***1.6.3.2 Material de Aportación***

---

Todos los materiales de aportación, electrodos, varillas, hilos, fluxes y otros consumibles deberán estar clasificados según Normas internacionales y deberán serlo bajo AWS, ASME II Parte C cuando para el cálculo y diseño se utilice el Código ASME.

Todo el material de aportación deberá ser certificado según la normativa de referencia a plicable y estará perfectamente identificado durante su almacenamiento y/o utilización.

Los electrodos de recubrimiento básicos en el momento de su utilización deben estar perfectamente secos. Por lo tanto deben previamente a su uso ser secados en hornos apropiados, a una temperatura controlada de 200° C a 250° C durante un tiempo mínimo de cuatro horas. Distintas temperaturas serán aplicadas cuando lo aconseje el fabricante de los electrodos. No se permiten otros métodos de secado distintos del indicado.

Una vez extraídos los electrodos del horno de almacenamiento, los soldadores conservarán hasta su utilización, en estufas portátiles a una temperatura superior a 60° C.

Las propiedades mecánicas del material de aportación que vaya a ser empleado deberán ser esencialmente las mismas que las del material base que se piensa unir.

Todo el material de aportación estará exento de aceites, grasas, pinturas, óxidos, humedad o cualquier otro tipo de contaminación. De no ser así serán rechazados.

### ***1.6.3.3 Diseño y tipo de juntas***

---

El diseño y tipo de juntas estará de acuerdo con el código de diseño y procedimientos de soldadura correspondientes.

No se permiten anillos o pletinas respaldo en el diseño de la junta para soldaduras que constituyen barrera de presión.

En juntas a tope de materiales de diferentes espesores, se rebajará el material de mayor espesor de forma progresiva hasta conseguir el espesor del menor. La zona de transición tendrá una longitud superior a tres veces la diferencia de espesores cuando el rebaje se realice por un solo lado.

Cuando el tipo de junta sea de ejes centrados y la reducción de espesor se realice por ambos lados, la zona de transición será superior a tres veces la diferencia de espesores dividido por dos.

En ningún caso se reducirá el espesor del material por debajo del mínimo especificado.

No será necesario rebajar material cuando la diferencia de espesores sea inferior a la menor de las siguientes dimensiones: 3'2 mm. ó 1/4 del espesor más pequeño.

En el caso de juntas a tope en tuberías de diferentes espesores y cuando la diferencia entre éstos sea superior a 2 mm., se rebajará la parte de mayor espesor hasta conseguir el de la menor y nunca por debajo del espesor mínimo de diseño, en una longitud igual o superior a la de la junta. Al final de este rebaje se realizará una transición progresiva hasta conseguir el mayor espesor. Dicha transición formará un ángulo no superior a 30° respecto de la superficie.

#### ***1.6.3.4 Procesos de Soldadura***

---

Los procesos de soldadura utilizados en la fabricación de equipos o componentes podrán ser cualquiera de los autorizados en los códigos de fabricación (UW-27 ASME VIII div.1; PW-27 ASME I y capítulo V ANSI/ASME B 31.1) y estarán sometidos a los requisitos de la sección IX del código ASME.

En procesos de soldadura Shielded Metal Arc Welding (SMAW) sólo se utilizarán electrodos de recubrimientos básicos en soldaduras de partes a presión. No se permite el uso de electrodos de recubrimiento celulósico o de rutilo.

En las soldaduras de partes a presión no se permite soldar con los siguientes procesos: Flux Core Arc Welding (F.C.A.W.), Oxyfuel Gas Welding (O.F.W.) y Gas Metal Arc Welding (G.M.A.W.).

Procesos de soldadura por arco sumergido (SAW) solamente serán permitidos cuando sean empleados equipos totalmente automáticos, no permitiéndose la reutilización del fundente.

No se aceptará ningún proceso de soldadura que implique un calor de aportación superior, a 30 KJ/cm., excepto que se justifique superar este límite.

#### ***1.6.3.5 Homologación de procedimientos de soldadura***

---

Todas las soldaduras estarán soportadas por un procedimiento escrito (WPS), que previamente deberá haber sido homologado.

La homologación del procedimiento será responsabilidad del fabricante y cumplirá con los requisitos establecidos en la sección IX del Código ASME.

Para la homologación de procedimientos de soldaduras de partes sometidas a presión, adicionalmente, se realizará un ensayo para la determinación de la dureza en el metal base, zona afectada térmicamente (HAZ) y metal depositado.

El ensayo se realizará por el método HV-10 y los valores obtenidos no sobrepasarán los indicados en la tabla 5.10.1

La información, parámetros de soldadura y resultados de los ensayos se recogerán en el correspondiente registro de homologación del procedimiento (PQR).

Los procedimientos de soldadura (WPS) junto con sus registros de homologación (PQR), serán sometidos a la aprobación de GORONA DEL VIENTO, antes de iniciar cualquier trabajo de soldadura en la fabricación.

Los procedimientos de soldadura en ángulo de elementos que sean barrera de presión se homologarán como si se tratara de una soldadura a tope.

En espesores hasta 25'4 mm. Incluidos, cada probeta para realizar los ensayos de tracción representará por completo el espesor de la soldadura realizada para homologación.

### ***1.6.3.6 Cualificación de soldaduras***

---

Todos los soldadores que intervengan en la ejecución de soldaduras deberán estar previamente cualificados de acuerdo con la sección IX del código ASME.

De la cualificación del soldador se emitirá el correspondiente registro de cualificación (WPQ).

Es responsabilidad del fabricante la cualificación de los soldadores y mantener un archivo de sus registros de cualificación, que estará a disposición de la Inspección de AyA.

Cuando un soldador no haya soldado con el proceso de soldadura para el que está cualificado durante un período de tres meses o más, la cualificación se considerará caducada, excepto si ha estado soldando con otros procesos de soldadura, en cuyo caso dicho período se ampliará a seis meses.

En cualquier caso, si el soldador no realiza ningún trabajo de soldadura en ningún proceso de soldadura, durante un período de tres meses, todas sus cualificaciones se considerarán caducadas.

Si durante la ejecución de los trabajos de soldadura se detectan sistemáticamente defectos que afecten a la calidad de las soldaduras y que pongan en duda la habilidad del soldador, la Inspección de AyA tendrá el derecho de revocar su cualificación y solicitar su entrenamiento y recualificación.

Si recualificado el soldador se sigue detectando defectos en las soldaduras realizadas por dicho soldador, la Inspección de AyA tendrá el derecho de revocar su cualificación definitivamente.

#### **1.6.4 Ejecución de la Soldadura**

##### **1.6.4.1 Preparación de bordes**

La preparación de bordes se hará por mecanizado, oxicorte o amolado. Si se realizara por oxicorte, se amolarán las superficies hasta que queden libres de cascarilla, escoria u otras imperfecciones.

En cualquier caso e independientemente del método utilizado, las superficies a soldar quedarán razonablemente lisas y exentas de entallas u otras irregularidades.

Todos los detalles de la junta (ángulo del chaflán, separación de bordes, dimensión de talón, etc.) estarán de acuerdo con los tipos de juntas indicados en los planos y/o croquis de los procedimientos de soldadura aprobados.

##### **1.6.4.2 Limpieza de bordes a soldar**

Todas las superficies de las partes que vayan a ser soldadas se limpiarán y estarán exentas de cascarilla, aceite, grasa, humedad, pintura o cualquier otro tipo de impurezas, en una distancia superior a 50 mm. medida desde la preparación de los bordes.

##### **1.6.4.3 Tolerancia de alineamiento**

En uniones a tope entre tuberías y/o accesorios la máxima desalineación entre los diámetros interiores de las partes a soldar será de 2 mm.

En soldaduras socket (a enchufe) la separación entre el final de la tubería y la pared de fondo del accesorio será de 2 mm. Por otra parte, la diferencia entre el diámetro interior del accesorio y el diámetro exterior de la tubería no será superior a 2 mm.

#### **1.6.4.4 Soldadura**

---

La ignición del arco se deberá hacer siempre en la junta, o en una chapa colocada a propósito cerca de la junta. En ningún caso la ignición del arco se hará sobre el metal base.

En cualquier caso los cebados producidos de forma inadvertida se eliminarán por amolado manteniendo el espesor mínimo de pared especificado.

Los cordones de soldadura serán depositados de una forma uniforme y siguiendo la secuencia indicada en el WPS.

Solo se admiten soldaduras realizadas por la técnica de multi pasadas para todos los elementos que formen la barrera de presión.

En procesos de soldadura con electrodos revestidos, la oscilación no será superior a tres veces el diámetro del electrodo.

Para soldaduras longitudinales, en procesos SAW, se emplearán apéndices de arranque y parada. La longitud mínima de los mismos será de 100 mm., previamente soldada manualmente en los extremos de las piezas a soldar.

En soldaduras circunferenciales a tope en tubería, no se permite interrumpir los trabajos de soldadura hasta haber alcanzado al menos las 3/4 partes del espesor a soldar. Si alcanzado este espesor se interrumpe la ejecución de la soldadura, se protegerá la zona soldada con mantas térmicas para que el enfriamiento sea lento.

La limpieza entre cordones se realizará por cepillado y/o amolado. Cuando sea empleado el sistema arco-aire la superficie resultante deberá ser esmerilada antes de comenzar a soldar.

En soldaduras a tope con penetración total y acceso por un solo lado, el cordón de raíz se realizará con el proceso GTAW.

En soldaduras a tope con penetración total y accesos por ambos lados, se saneará el cordón de raíz por amolado antes de comenzar a soldar por la cara interna.

No se permite soldar con el proceso GTAW sin metal de aportación.

#### ***1.6.4.5 Temperatura entre pasadas***

---

Durante el proceso de soldeo y entre los distintos depósitos consecutivos de material de aportación, se comprobará que la temperatura entre pasadas es la prefijada en el procedimiento de soldadura (WPS). Para ello se dispondrá de tizas termocolor, pirómetros o termómetros de contacto debidamente calibrados.

#### ***1.6.4.6 Parámetros eléctricos***

---

Antes de comenzar la ejecución de las soldaduras se comprobará que los equipos de soldeo se encuentran regulados dentro de los rangos de intensidad y voltaje indicados en el procedimiento de soldadura y que los amperímetros, voltímetros o pinzas amperimétricas utilizadas para el control de los parámetros estarán debidamente calibrados.

Posteriormente y durante la ejecución de la soldadura se comprobará periódicamente que los parámetros eléctricos se mantienen dentro de los rangos especificados.

#### ***1.6.4.7 Condiciones finales de las soldaduras***

---

Las soldaduras a tope (circunferenciales y longitudinales) no presentarán faltas de fusión, ni penetración incompleta.

Todas las soldaduras terminadas estarán libres de proyecciones, cebados de arco, escoria, mordeduras, poros y otras imperfecciones.

Las reducciones de espesor debidas a los procesos de soldadura serán aceptables siempre y cuando cumplan con las siguientes condiciones:



- No reducirá el espesor del material base por debajo del mínimo especificado.
- No será superior al menor de 0'8 mm. ó el 10% del espesor nominal de la junta.

Los sobreesesores máximos permitidos serán:

- Para equipos construidos en base al Código ASME VIII div. 1, lo indicado en UW-35(d).
- Para equipos construidos en base al Código ASME I, lo indicado en el PW 35.1
- Para soldaduras en tubería o sistemas de tuberías realizadas en base al código ANSI/ASME B 31.1. lo indicado en la tabla 127.4.2.

En las soldaduras en ángulo la superficie final de la soldadura podrá ser cóncava o convexa siempre y cuando se respete el mínimo espesor de garganta.

## **1.7 Tubería a Presión y accesorios de Hierro Dúctil**

La tubería de hierro dúctil fundido centrifugado, para uso con agua potable, con unión a presión (Push on Joint ) a brida o de junta mecánica, será diseñada, fabricada y probada de acuerdo con AWWA C151 o ISO 2531 La tubería deberá tener recubrimiento interno de mortero de cemento de acuerdo con AWWA C104 o con ISO 4179. El revestimiento exterior será a base de asfalto, tal y como se establece en los estándares AWWA C-151 o podrá ser de zinc metálico y bituminoso de acuerdo con norma ISO 8179. Los empaques de las juntas deberán estar de acuerdo con AWWA C111 o con ISO 4633.

El espesor de la tubería será diseñado según AWWA C150.

La tubería deberá ser manipulada, cargada, descargada y transportada, de acuerdo con ANSI/AWWA C600.

Los accesorios de hierro dúctil cumplirán con el estándar AWWA C-110 o con la norma internacional ISO 2531. Las bridas serán fabricadas con las normas ANSI B 16.1 y ANSI A 16.5 o ISO 2531, según sea la presentación de trabajo que se especifique.

Los pernos y las tuercas de las bridas cumplirán con las especificaciones ANSI B 18.2.1 y ANSI B 18.2.2; y serán de hierro dúctil o de acero galvanizado de acuerdo con las normas ASTM A 307, ASTM A 394 y ASTM F 432.

## **1.8 Tubería a presión y accesorios de Polietileno de Alta Densidad**

Se componen de una resina de polietileno. El procedimiento de fabricación suele ser la extrusión. Las piezas especiales se fabrican, en general, por inyección en moldes o bien mediante manipulación a partir de segmentos del tubo, no debiendo admitirse la fabricación por unión mediante pegamento de diversos elementos.

En los tubos de polietileno (PE), el diámetro nominal (DN) se corresponde con el diámetro exterior. El polietileno es un material que se obtiene del etileno mediante procesos de polimerización.

Las tuberías y accesorios de PEAD cumplirán con las normas AWWA C 906 y/o ISO 4427 para tuberías de 75 mm y mayores, fabricadas con polietileno PE 100 y del espesor determinado por el diseño.

Las bridas se taladrarán bajo la norma ANSI B 16.1, ANSI B16.5 o PN-10, PN-16, PN-25, según sea la presión de trabajo que se especifique.

## **1.9 Montaje e instalación de Tuberías y Equipos**

### **1.9.1 Condiciones particulares para el montaje de la tubería**

El contratista deberá tener en cuenta aquellos aspectos de la normativa aplicable para el montaje de la tubería.

En consecuencia, el Contratista deberá asegurar y tomar todas las medidas para obtener el marcado de calidad de los conjuntos de tuberías que lo requieran. Los materiales,

fabricación, montaje, inspecciones y pruebas deberán estar de acuerdo y cumplir con todos los requisitos de la normativa aplicable.

La ejecución de las soldaduras será realizada en taller, a excepción de las necesarias para la ejecución de los cierres de obra. Para estos casos, será responsabilidad del contratista el estudio de la solución adoptada en proyecto así como señalar las acciones que prevea como necesarias, para asegurar el cumplimiento de los recubrimientos mediante pintura, y la ejecución de los ensayos que apliquen en cada uno de los casos.

### **1.9.2 Montaje de tubería**

El contratista es responsable de la descarga en el almacén general, custodia, transporte y mantenimiento hasta el momento de su instalación y transferencia a PM de los componentes, equipos y accesorios.

Limpieza y protección de todas las tuberías y tubuladuras de su alcance, incluyendo mano de obra, medios mecánicos (compresores, etc.) y materiales necesarios. Así mismo, es alcance del Contratista la reposición de las protecciones defectuosas. Durante el acopio y una vez montados los tramos es obligatorio mantener los tramos con las bocas tapadas. En cualquier caso, el Contratista limpiará las tuberías a criterio del Comprador.

Transporte desde el almacén general hasta la obra así como por el interior de la obra y montaje de todas las tuberías de su alcance a partir de tramos prefabricados.

Transporte desde el almacén general hasta la obra así como por el interior de la obra y montaje de válvulas y especialidades (juntas de expansión, filtros, caudalímetro, bridas de orificio, cajas de drenaje, útiles para pruebas, etc.) incluyendo la ejecución de uniones soldadas o de otro tipo (roscadas, atornilladas, embridadas, etc.) que puedan ser requeridas.

Ejecución de las inspecciones o pruebas específicas que sean requeridas por el Comprador. El Contratista chequeará en obra, antes de la fabricación y montaje, que no existen interferencias de los diferentes planos de tubería. Para cualquier interferencia que

detecte debe proponer una modificación del recorrido para subsanarla, debiendo presentar, dicha modificación, a la ingeniería del Comprador en el formato correspondiente para su aprobación.

El Contratista realizará todas las uniones requeridas entre las tuberías, los distintos equipos del tanque y puntos terminales de conexión.

Es alcance del Contratista los ajustes finales de cierre de línea, así como descarnes para lograr paralelismo entre bridas. La preparación de bordes de las tuberías a soldar se realizará de acuerdo al Anexo I "Especificación Técnica de Calidad para Soldadura" con la normativa indicada, a no ser que se indique lo contrario en otros documentos aprobados para construcción.

Se considera elemento de línea y su montaje es del alcance del Contratista:

- Válvulas (compuerta, retención, by-pass, etc.).
- Toberas.
- Caudalímetros.
- Juntas.
- Cajas de recogida de drenajes.
- Todos los picajes (válvulas) de líneas y equipos (bombas).

Será alcance del Contratista el montaje de las todas aquellas líneas que defina el Comprador, verbalmente o mediante croquis.

Es responsabilidad del Contratista el montaje, la realización de ensayos no destructivos y la realización de prueba de presión de todas las tuberías, soportes, válvulas y misceláneos. Y teniendo en cuenta el desarrollo del proyecto, también está dentro del alcance del Contratista, todas las modificaciones o aumento del alcance previsto.

Una vez finalizadas las pruebas hidráulicas el Contratista alineará las tuberías con el equipo dejando éstas dentro de las tolerancias que indica cada fabricante del equipo.

### **1.9.3 Condiciones particulares para el montaje de Equipo Mecánico**

El montaje comprende no solamente la instalación de los equipos propiamente dichos, sino también la instalación de todos sus accesorios, suministrados como una parte de los mismos, que hubiesen sido desmontados para evitar su deterioro durante el transporte, o que aunque no hubiesen sido montados en taller, forman parte de los equipos.

El Contratista, además de lo que se indica a continuación se conformará a las instrucciones contenidas en los Manuales de Montaje de los suministradores de los equipos.

Los equipos que se entreguen terminados de taller requerirán colocarlos en posición, aplomarlos, nivelarlos y anclarlos. Cuando estos equipos se entreguen con algunos de sus componentes desmontados, el Contratista los instalará de acuerdo con las instrucciones de montaje del equipo en cuestión.

La recogida de los equipos de los almacenes y transporte hasta el lugar de montaje será por cuenta del Contratista. Igualmente se incluye en el alcance la descarga temporal en almacén o en su ubicación definitiva si es posible de los elementos recogidos dentro de su contrato.

Los medios de elevación, izado y andamiajes serán por cuenta del Contratista. En caso necesario, el Contratista suministrará y montará los tacos de gateo para la alineación de equipos.

El Contratista aportará todo el utillaje de medida necesario para el montaje de los equipos, que incluirá como mínimo lo siguiente:

- Comparadores de precisión.
- Bases magnéticas para comparadores.
- Calibres.
- Calibres de profundidad.
- Micrómetros para exteriores.

- Reglas de precisión de 2 m a 4 m de longitud.
- Niveles ópticos con sus equipos afines para nivelación y centrado.
- Galgas telescópicas.
- Juegos de galgas (en milímetros y pulgadas).

El Contratista lubricará los equipos con los lubricantes recomendados por los fabricantes y suministrados por el Comprador.

Es de obligado cumplimiento el mantenimiento del lugar de trabajo, y especialmente de los equipos montar, en buenas condiciones de limpieza, procediendo a la eliminación de óxidos, suciedad y engrasado si fuera necesario.

Una vez instalados los equipos, éstos deberán protegerse adecuadamente mediante lonas o estructuras auxiliares que proporcionará el Contratista, con el fin evitar posibles daños.

Teniendo en cuenta el desarrollo del proyecto, también está dentro del alcance del Contratista, el montaje de todos los equipos que aparezcan no previstos en el alcance inicial.

#### **1.9.4 Condiciones particulares para el montaje de Equipos de Instrumentación**

El contratista es responsable de la descarga en el almacén general, custodia, transporte y mantenimiento hasta el momento de su instalación y transferencia a PM de los componentes, instrumentos y accesorios.

El montaje comprende la instalación de los equipos y/o instrumentos propiamente dichos y de todos los accesorios que forman parte de los mismos para su conexión al proceso así como todas las pruebas necesarias para asegurar que la instalación ha sido realizada de forma que se adecua a ésta especificación y que el conexionado eléctrico permite identificar el instrumento o su movimiento, en el caso de válvulas motorizadas.

Se aplicarán los criterios de diseño de instrumentación y control.

Todos los instrumentos dispondrán de acceso para mantenimiento.

Todos los accesorios asociados a las líneas de proceso utilizados en el montaje de instrumentación mantendrán compatibilidad con la especificación técnica de montaje mecánico y la normativa ASME que aplique para la línea en cuestión.

#### **1.9.4.1 Conexiones a proceso**

---

##### **Presión y caudal:**

- Las conexiones a proceso se realizarán ubicando una válvula de bloqueo o aislamiento.
- Todos los elementos de presión dispondrán de manifold, de tres vías para medidores de presión.
- Para los elementos de caudal serán de aplicación las consideraciones expresadas para presión o en el caso de conexión bridada la especificación mecánica de la línea en cuestión.
- La conexión desde el proceso al instrumento se realizará mediante tubing de inoxidable. Todos los elementos de conexión (racores, nipples, etc.) serán de inoxidable.
- El recorrido de las líneas hasta los instrumentos se realizará de forma y modo que se eviten las vibraciones, soportando el tubing adecuadamente. El soportado del tubing se realizará sobre elementos fijos, no admitiéndose el soportado sobre líneas o equipos desmontables. El instrumento no debe recibir tensiones o esfuerzos transmitidos por la conexión de proceso.

#### **1.1.1.1.2 Válvulas de Control**

---

Son de aplicación todas las consideraciones realizadas anteriormente sobre elementos conectados a líneas de proceso.

Todos los elementos o accesorios, como por ejemplo: volantes, actuadores, etc., quedarán orientados de tal modo que se faciliten los trabajos de mantenimiento de la válvula.

Son de aplicación las consideraciones realizadas anteriormente sobre conexionado de cables o mangueras.

En caso de desmontaje de la válvula para labores de limpieza o pruebas de línea se deberá probar nuevamente el correcto accionamiento del actuador.

## **1.10 Equipos de Bombeo**

### **1.10.1 Datos técnicos a ser suministrados por el Fabricante**

Sin limitarse al siguiente listado, el fabricante deberá suministrar al menos la siguiente información:

- Tipo de bomba
- Número de etapas
- Tipo de impulsor
- Curvas características completas en unidades métricas incluyendo carga-caudal, carga de "shut-off", potencia, eficiencia y NPSH requerido, todo ello si es posible en forma digital. El punto de diseño garantizado, así como los rangos de operación disponibles. Deben incluirse también las curvas características con impulsores según diámetros mínimo y máximo.
- Cargas de diseño y máximas fuerzas permisibles.
- Diagrama general y dimensiones de todos los elementos de la bomba, en una sección longitudinal típica.
- Presión de prueba hidrostática.
- Peso neto de impulsores.
- Peso neto de partes rotantes.
- Empuje hidráulico en el punto de diseño y en toda la curva, incluyendo "shut off".
- Potencia absorbida en "shut off".



### 1.10.2 Pruebas

Las bombas deberán ser completamente inspeccionadas y probadas según las premisas del fabricante previamente a su entrega, conforma a lo estipulado en los estándares relevantes. Se requerirá que el fabricante entregue los Certificados de las inspecciones y pruebas realizadas.

La realización de las siguientes pruebas es requerida:

1. Prueba hidráulica: De acuerdo con lo establecido por el "HYDRAULIC INSTITUTE STANDARD ANSI-HI.2.6-1994 o su última edición. Las siguientes serán las tolerancias aceptables:

- Q de prueba: Q ordenado + 10%.
- Carga: +0%.
- Eficiencia de la bomba: 0% hacia abajo.
- Prueba Hidrostática: La bomba deberá ser probada al mayor valor entre:
  - (Carga de "shut off" + máxima presión de entrada) x 1,5 o
  - (Carga en el punto de operación + máx presión de entrada) x 2.

### 1.10.3 Marcas

Las bombas deberán marcarse clara y permanentemente en su cuerpo, indicando al menos:

- Presión nominal permitida.
- Diámetro del impulsor.
- Fabricante
- Dirección de rotación.
- Código o serie, de acuerdo con la factura.
- Fecha de fabricación.

## **1.10.4 Motores sumergibles**

### ***1.10.4.1 Códigos y estándares***

Los motores sumergibles requeridos para las bombas de turbina vertical, deberán ser fabricados, ensamblados y probados de acuerdo con los estándares aplicables definidos por las siguientes instituciones, o por estándares equivalentes.

- American National Standard Institute (ANSI).
- Institute of Electrical and Electronical Engineers (IEEE)
- National Electrical Manufacturer´s Association (NEMA)
- Anti-Friction Bearing Manufacturer´s Association (AFBMA).
- Cuando sea aplicable, los materiales y equipos deberán ser etiquetados o marcados como probados por Underwriters Laboratorios (UL).

### ***1.10.4.2 Requerimientos de diseño de los motores***

#### **1. Generales**

- Los motores deberán ser capaces de soportar todas las fuerzas normales que puedan ser impuestas durante el curso de su operación normal, incluyendo arranque y parada.
- Los motores deberán ser capaces de arrancar y acelerar hasta su carga total, con 90% del voltaje nominal en sus terminales.
- Los motores deberán ser capaces de operar continuamente a carga plena y a la frecuencia nominal, con una variación del voltaje de +10%.
- Los motores deberán ser capaces de operar continuamente a carga plena y al voltaje nominal, con una variación de la frecuencia de +5%.
- La corriente de arranque del motor no deberá exceder el 650% de la corriente a plena carga.

2. A menos que se especifique otra cosa, los motores deberán cumplir con las recomendaciones relevantes de la Publicación IEC 34 o de la Publicación NEMA MG1.
3. Características técnicas:
  - Potencia: a ser recomendada por el fabricante.
  - Factor de servicio: SF=1.15
  - Protección ambiental: Recomendada por el fabricante de acuerdo a la aplicación
  - Voltaje nominal suministrado: 480 V.C.A, trifásico, 60 Hz.
  - Variación del voltaje suministrado: intervalo normal : 456-504 VCA, intervalo tolerable: 440-508 VCA (referencia: Normativas Técnicas Eléctricas de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos)
  - Velocidad sincrónica y dirección de rotación.Velocidad sincrónica en RPM de acuerdo a cada tipo de motor y diseño del fabricante. Anti rotación en sentido contrario al reloj visto desde arriba.
  - Rango de temperatura ambiente: 0 °C a 45 °C Arranque tipo: soft start ó variador de frecuencia, ver especificación para cada bomba
  - Aislamiento: Preferible Clase B
4. Identificación: Los motores sumergibles tendrán la información de los mismos impresa en la carcasa del motor, conteniendo al menos la siguiente información:
  - Potencia nominal.
  - Velocidad a carga plena.
  - Frecuencia
  - Código NEMA KVA y Letra de diseño (cuando sea aplicable).
  - Voltaje nominal.
  - Corriente nominal
  - Número de serie.
  - Factor de servicio.
  - Clase de aislamiento

- Corriente a carga plena, para el voltaje de placa.
  - Designación de tamaño del motor.
5. Cada motor tendrá un sistema interno de protección térmica, de tal forma que cuando exista una sobrecarga térmica del motor, se envíe una señal de alarma que indique al sistema de arranque de la bomba (soft start ó variador de frecuencia) esta condición para que no se permita la operación del motor hasta que no exista condición de arranque. El fabricante debe de garantizar la compatibilidad del sistema interno de protección térmica con el sistema de arranque del motor, en caso de requerirse el fabricante debe suplir como parte integral del motor los cables de control de temperatura para transmitir esta señal

**Nota:** Para transmitir la señal de temperatura de la protección térmica, el fabricante tendrá dos opciones, transmisión utilizando los cables de potencia del motor ó utilizar cables separados de control de temperatura, en este último caso tendrá dos tipos de cables, los cuales deben de incluirse con el suministro de la bomba:

- Cables de potencia: estos cables saldrán del motor y tendrán la longitud suficiente para ser conectados mediante terminales a la parte superior de la bornera (ver detalle en planos eléctricos), la capacidad y tipo serán determinadas por el fabricante de acuerdo a la aplicación y a las Normas y Recomendaciones aplicables, el fabricante debe asegurar que los cables, deben de operar satisfactoriamente sin sobrepasar su temperatura máxima de diseño, tanto en la sección sumergida como en la sección aérea. El conjunto de cables de potencia no tendrán ningún tipo de empalme de la bomba a la bornera, se debe de incluir el cable de puesta a tierra, el cual se conectará directamente a la barra de puesta a tierra de la bornera.
- Cables de control de temperatura del motor: (en caso de requerirse) saldrán del motor y tendrán la longitud suficiente para ser conectados a los cables de control de temperatura en la bornera. Los cables que llegan a la bornera provienen del sistema de control de arranque de cada motor (ver detalle en planos eléctricos), la capacidad y tipo serán determinadas por el fabricante de acuerdo a la aplicación y a las Normas y Recomendaciones aplicables, el fabricante debe asegurar que los cables, deben de operar satisfactoriamente tanto en la sección sumergida como en

la sección aérea. Los cables de control de temperatura no tendrán ningún tipo de empalme de la bomba a la bornera

### **1.10.5 Barril a presión**

- Cada bomba tipo turbina sumergible será colocada dentro de un barril a presión según diámetro especificado en planos, construido de lámina de acero inoxidable AISI 304 de al menos 9.5 mm (3/8") de espesor, de longitud suficiente para la instalación de la bomba (con niple de columna y pascón) más un excedente de al menos 0,5 m. En la tapa superior tendrá una brida para el montaje del cabezal de descarga. Tendrá una conexión para la tubería de succión, la cual estará a la misma profundidad del maniful de succión (misma profundidad de la tubería de limpieza de los tanques de almacenamiento existentes) y será de 250 mm  $\varnothing$  con brida clase 150.
- Estarán empotrados dentro de una cama de piedra cuarta, y soportados sobre un planché con capacidad para soportar su peso y del equipo de bombeo. La tapa superior del barril, donde descansa el cabezal de descarga, quedará 25 cm más alto que el nivel de piso terminado (NPT) de la estación, y en la pared expuesta se instalará una válvula eliminadora de aire, de 25 mm  $\varnothing$ , lo más alto posible.

### **1.10.6 Tuberías, válvulas y accesorios de succión y descarga**

- Las tuberías de succión y descarga serán de acero ASTM A53 Gr B (cedula 40) o similar con su revestimiento de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto hasta su conexión con las tuberías generales de impulsión. Incluirán los accesorios presentados en los planos de proyecto válvulas checks de cierre lento, uniones flexibles, válvulas de compuerta de vástago ascendente y válvulas de mariposa en el caso del bombeo de Escazú.
- Además de las válvulas y uniones flexibles indicados, cada bomba contará con los siguientes accesorios en la tubería de descarga: un interruptor de alta presión, un interruptor de baja presión y un manómetro de glicerina.

- Las uniones flexibles serán del tipo "dresser" deberán ser fabricadas de hierro dúctil, conforme con los requerimientos de la norma AWWA C-153, protegidas contra corrosión interna por revestimiento epóxico aplicado por fusión conforme con los requerimientos de AWWA C-213 y externamente revestida de "coal tar" epóxico, conforme con AWWA C-210. Los sellos o empaques deberán ser de EPDM, conforme con ANSI/NSF-61.
- Las bridas serán dimensionadas según ANSI/AWWA C110/21.1 clases 150 y 300. Los pernos y las tuercas de las bridas cumplirán con las especificaciones ANSI B 18.2.1 y ANSI B 18.2.2; y serán de hierro dúctil o de acero galvanizado de acuerdo con las normas ASTM A 307, ASTM A 394 y ASTM F 432.
- El sistema contará con tuberías de limpieza y vaciado, la cual se hará llegar hasta conectarse con el sistema pluvial existente, garantizando que no existirá ningún tipo de inundación dentro o fuera del plantel.

## 1.11 Válvulas de Compuerta

Las válvulas de compuerta serán de disco sólido, vástago no ascendente y cumplirán con el estándar AWWA C500, AWWA C-509 O AWWA C-515, recubiertas interiormente con revestimiento epóxico según AWWA C 550 o similar, para una presión de trabajo mínima de 16 Kg/cm<sup>2</sup> o mayor de acuerdo con los requerimientos.

Se aceptarán también válvulas de compuerta según norma ISO 7259 PN16, siempre que el taladrado y dimensiones de las bridas sean compatibles con las piezas a las que conectará.

Las válvulas serán bridadas de acuerdo con los requerimientos de presión, según ANSI B16.1 o B 16.5 o PN 10, PN 16 o PN 25. Las bridas de la válvula de compuerta deberán ser congruentes con las bridas de las piezas o tubería a la que se acoplarán.

El cuerpo será con paso recto.

Abrirán el diámetro nominal completo, y el sentido de rotación para cerrarlas será el de las manecillas del reloj. Cada válvula debe indicar la dirección para abrir. Serán de hierro dúctil o acero, de acuerdo al diámetro, a la presión de trabajo y como lo indiquen los planos.

## 1.12 Válvulas Hidráulicas

### 1.12.1 Descripción general de las Válvulas Hidráulicas

El cuerpo de las válvulas de control presenta características comunes a las diferentes aplicaciones o funciones bajo las que pueden operar, las cuales son determinadas principalmente por los "pilotos" de control.

La válvula se compone de tres componentes principales, además de los pilotos de control:

- El cuerpo principal de la válvula, el cual podrá ser de tipo oblicuo "Y" o de tipo recto.
- El actuador, que es la única pieza móvil, consistente en un diafragma y en un disco o en un pistón, dependiendo del diseño de la válvula, que se mueven según las presiones arriba o abajo del conjunto, cerrando o abriendo la válvula. Las válvulas de diafragma podrán ser de una cámara o de doble cámara.
- La tapa o cubierta de la válvula, que permite su inspección y mantenimiento sin que se requiera retirarla de la línea de tubería.

Las siguientes son las principales características que deberán cumplir estas válvulas:

- Para las válvulas de diámetro nominal mayor a 75 mm, el asiento será de acero inoxidable, de tipo no roscado pero reemplazable. El asiento deberá estar sujeto al cuerpo de la misma válvula por medio de tornillos. El asiento deberá ser accesible y de fácil manejo, sin desmontar la válvula de la tubería. El área de asiento deberá estar completamente libre, sin correctores de flujo, rodamiento o soporte del eje central.

- El empaque de disco de cierre será de sección rectangular o plano, fabricado con un elastómero sintético, el cual será contenido y sujetado en tres puntos dentro de una ranura del cierre. El disco de cierre sellara herméticamente contra el asiento del cuerpo.
- La sección circular transversal libre del anillo del asiento, por donde fluye el líquido, no debe ser menor del 80% del a sección circular del diámetro nominal de la válvula. No se permitirá sección de control reducida.
- Las superficies internas y externas de la válvula serán revestidas con un recubrimiento de fusión tipo "Epoxy Fusion Bounded" con un espesor mínimo de 150 micrones.
- El eje central será de acero inoxidable y serán totalmente guiados mediante uno o dos cojinetes tipo bocina.
- El actuador debe contar con un dispositivo opcional, en el disco de cierre que permita el control estable y exacto de la válvula en casos de operación extremas de caudal, diferencias de presión muy grandes entre la entrada y salida de la válvula.
- Las conexiones serán del tipo bridas taladradas según normas ISO PN10, PN16, PN25 o ANSI B-16.1 o B16.5 según se indique en los planos y en cuadros más adelante.

### **1.12.2 Materiales y Construcción**

Las válvulas serán fabricadas con los siguientes materiales:

- Cuerpo principal de la válvula y el cobertor o tapa serán de hierro fundido o de hierro dúctil (según la presión nominal) revestidas con poliéster.
- Los componentes internos de la válvula principal, serán de acero inoxidable, bronce o acero revestido.
- Asiento de la Válvula: Acero inoxidable.
- Diafragma y empaques: Neopreno reforzado con malla de Nylon.
- Tuberías de control, serán de cobre de 3/8"
- Manómetros (aguas arriba y abajo) acorde con el rango de presión de trabajo.



- Las válvulas deberán ser suplidas con sus respectivas bridas, pernos, tuercas y empaques, empacados conjuntamente con cada válvula.

### **1.12.3 Funciones de las válvulas hidráulicas del proyecto**

Las válvulas hidráulicas aquí especificadas tendrán las siguientes funciones, que se describen a continuación:

- Sostenedora de Presión/Altitud (VSP/VAT)
- Sostenedora de Presión (VSP)
- Reductora de Presión (PRV)
- Válvula de alivio (VAL)
- Válvula anticipadora de golpe de ariete (VAN)
- Sostenedora de presión/retención (VSP/VRT)

### **1.12.4 Válvula Sostenedora de presión (VSP)**

Esta válvula, bajo el control y ajuste del piloto de sostenedora de presión, operará manteniendo una presión mínima preajustada, aguas arriba. El piloto sostenedor de presión detecta la presión de aguas arriba y modula la apertura y el cierre hasta conseguir el valor de la presión mínima establecida aguas arriba.

Esta válvula será instalada a la entrada de aquellos tanques en los cuales se requiere mantener una presión mínima aguas arriba, a fin de mantener la línea llena o un caudal de entrada predeterminado y definido en este caso por la presión de entrada al tanque.

Si la presión aguas arriba de la válvula baja por debajo del valor prefijado a sostener, la válvula se cierra completamente.

### **1.12.5 Válvula Reductora de Presión (VRP)**

Mediante esta función, la válvula automática de control mantiene una presión constante de salida (aguas abajo) sin importar la fluctuación en el caudal y/o la presión aguas arriba.

Sin embargo, si la presión aguas arriba baja por debajo de la presión a reducir, la válvula se abre totalmente.

El piloto reductor detecta la presión existente aguas abajo y modula la apertura y cierre. Cuando dicha presión cae por debajo de la preestablecida, la válvula tiende a abrirse completamente para aumentar la presión aguas abajo y mantener los límites fijados en el piloto; caso contrario si la presión aguas abajo aumenta y supera los límites establecidos en el piloto, la válvula comenzara gradualmente a cerrarse hasta que el valor de la presión aguas abajo sea el establecido durante el ajuste del piloto.

### **1.12.6 Válvula Sostenedora de Presión y Altitud (VSP/VAT)**

Esta válvula, mediante los pilotos de control apropiados cumplirá simultáneamente dos funciones:

Sostenedora de presión (VSP): Bajo el control y ajuste del piloto de sostenedora de presión, esta válvula operará manteniendo una presión mínima preajustada, aguas arriba. El piloto sostenedor de presión detecta la presión de aguas arriba y modula la apertura y el cierre hasta conseguir el valor de la presión mínima establecida aguas arriba.

Esta válvula será instalada a la entrada de aquellos tanques en los cuales se requiere mantener una presión mínima aguas arriba, a fin de mantener la línea llena o un caudal de entrada predeterminado y definido en este caso por la presión de entrada al tanque.

Si la presión aguas arriba de la válvula baja por debajo del valor prefijado a sostener, la válvula se cierra completamente.

Altitud (VAL): Al instalarse estas válvulas en la entrada a tanques, se dotarán de piloto para cerrar según el nivel del tanque alcance un valor cercano al del nivel de rebalse. Por lo tanto tendrán como función el cierre total de la válvula cuando se haya llegado a un determinado nivel del agua en dichos tanques. La válvula se cerrará hidráulicamente por medio de la transmisión de la presión dada por el nivel del tanque, a través de una tubería que accionará el piloto de la válvula, cuando esta presión supera la presión de cierre

prefijada. Cuando el nivel en el tanque es menor que la presión de apertura prefijada en el piloto, la válvula abre nuevamente.

### **1.12.7 Válvula de alivio (VAL)**

Se colocarán en redes de distribución, aguas debajo de las válvulas reductoras de presión, para que actúen abriendo y expulsando agua hacia el exterior, en caso de falla de estas válvulas, impidiendo así que se produzcan sobrepresiones en las redes y alertando sobre la falla mediante el flujo visible hacia el exterior.

Bajo el control y ajuste de un piloto similar al de una válvula sostenedora de presión, operará manteniendo la válvula cerrada mientras la presión es inferior a una presión mínima preajustada. El piloto al detectar una presión mayor a la prefijada produce la apertura de la válvula.

### **1.12.8 Válvula anticipadora de golpe de ariete (VAN)**

La válvula estará provista de un piloto que detectará la caída de presión en la tubería y permitirá la apertura de la válvula en respuesta a esa caída de presión, asociada con una parada brusca de las bombas. De esta forma, la válvula estará abierta previamente a la llegada de la onda de sobrepresión de retorno, la por lo tanto cual disparará eliminando el golpe de ariete.

Luego de ocurrida la apertura de la válvula, cerrará suavemente y lentamente en tanto que un piloto adicional de válvula de alivio, prevendrá cualquier sobre presión durante la etapa de cierre.

### **1.12.9 Válvula sostenedora de presión/retención (VSP/VRT)**

Esta válvula –que se colocará en líneas de descarga de sistemas de bombeo- cumplirá la función de sostenedora de presión ya descrita, y adicionalmente actuará como válvula de retención o válvula check, siempre hidráulicamente operada.

La función de válvula de retención se dará mediante la presión diferencial aguas arriba/aguas abajo, actuado sobre el diafragma (o sobre el pistón) de la válvula.

Esta válvula permitirá abrir para permitir el flujo en la dirección requerida y cerrará herméticamente para prevenir el flujo inverso.

Tanto la velocidad de cierre como la de apertura, deberán ser ajustables.

#### **1.12.10 Cierre lento**

Todas las válvulas deberá permitir la regulación de la velocidad de apertura y de cierre. Deberán suplirse calibradas de fábrica para que las velocidades de cierre y de apertura sean del orden de 10 segundos.

#### **1.12.11 Pruebas**

Todas las válvulas y accesorios deberán ser inspeccionados y probados en el propio laboratorio del fabricante previo a ser enviadas en conformidad con las estipulaciones de los estándares relevantes. Los Certificados de inspección y prueba serán requeridos. Las siguientes pruebas serán requeridas:

- Prueba hidrostática del cuerpo a por lo menos 1.5 veces la presión de trabajo.
- Prueba de fuga de la válvula en posición cerrada a una presión igual a la de trabajo.
- Prueba de presión dinámica y calibración del punto de ajuste (operación) para las válvulas de control hidráulico.

#### **1.12.12 Marcas y/o señales en las válvulas**

Una marca clara y permanente en el cuerpo de la válvula en el que estará indicado:

- Presión de trabajo permitida
- Diámetro
- Fabricante
- Dirección del flujo

- Fecha de fabricación y otras marcas del fabricante
- Nombre del sitio y
- Presión de trabajo aguas arriba/Aguas abajo

#### **1.12.13 Garantía**

La garantía será al menos de 1 año (12 meses) desde el momento de puesta en servicio. El proveedor puntualizara los términos de la garantía en la respectiva cotización.

#### **1.12.14 Pinturas**

Una capa protectora en el cuerpo de la válvula será aplicada después de desmontadas y además todas las superficies mecánicas expuesta a la intemperie serán adecuadamente protegidas contra la corrosión y los daños físicos que pudieran haber recibidos durante el envío y manejo.

#### **1.12.15 Preparación para la transportación**

Todas las válvulas serán enviadas en posición cerrada y embalada en caja de maderas diseñadas en forma que no permitan el movimiento y daño a la válvula y a las superficies pintadas, que podrían producirse durante el manejo y transporte.

#### **1.12.16 Calibración y capacitación**

Un representante del suplidor deberá presentarse en el sitio, para la respectiva calibración de las válvulas, y adicionalmente este representante entregara y expondrá una charla técnica de operación y mantenimiento de las válvulas de control hidráulico.

### **1.13 Válvula de Mariposa con Actuador**

Las válvulas de mariposa serán acordes con el estándar AWWA C504 Clase 250B, para una presión nominal mínima de 17 Kg/cm<sup>2</sup>, o para una presión ISO PN16.

El cuerpo de la válvula será de hierro dúctil, para ser utilizadas dentro de cajas de registro (no enterradas). Estará provista de indicador de posición y podrá ser operada mediante actuador eléctrico pero está provista de volante para accionamiento manual en caso necesario.

El disco de la válvula será de tipo sólido, de hierro dúctil y su eje de acero inoxidable. El asiento del disco será resistente y deberá proporcionar 360° continuos de superficie de asiento.

Las válvulas serán bridadas de acuerdo con ANSI B 16.1 Clase 125 o PN 16. Las bridas de la válvula de compuerta deberán ser congruentes con las bridas de las piezas o tubería a la que se acoplarán.

### **1.13.1 Actuador**

El fabricante deberá seleccionar y suplir el actuador adecuado a cada una de las válvulas de mariposa y el conjunto formará una unidad integral para todos los efectos.

El actuador será fabricado conforme a la Norma AWWA C540 o equivalente.

El actuador tendrá las siguientes características generales:

- Alimentación eléctrica: 120 VAC monofásico, 60 Hz.
- Circuitos de control 24 VDC
- Modos de Control: Manual-local/automático-remoto.
- Equipado con indicador de posición.
- Protección de ambiente IP67
- Protección anti deflagrante
- Para operar en clima tropical húmedo, con motor devanado con clase de aislamiento F según IEC34.
- El devanado incluirá tres termostatos, los cuales protegerán al motor al interrumpir el circuito de control al superar temperaturas de 140 °C.
- Los motores estarán protegidos por termistores, alojados en el devanado.

- La unidad de mando incluirá los mecanismos necesarios para el control y la transmisión de posición del actuador.
- Los componentes de control estarán disponibles para efectuar fácilmente todos los ajustes requeridos, accesibles en un solo nivel.
- Los componentes que influyen en el funcionamiento de la unidad, estarán fabricados con aleaciones metálicas resistentes a la corrosión.
- Los finales de carrera se ajustarán con destornillador simple de forma rápida y sencilla. Se desconectará en las posiciones finales ABIERTO y CERRADO.
- El actuador será adecuado para operar en un rango entre 2 a 500 vueltas por carrera completa.
- Se desconectará en las posiciones finales cuando alcance el par determinado. Al mismo tiempo, actuará como protección de sobrecarga para la válvula a lo largo de todo su recorrido. El par de desconexión deseado para las direcciones ABRIR y CERRAR deberá ser fácilmente ajustable.
- Se utilizarán micro-interruptores sencillos para los finales de carrera y los limitadores de par. Su carcasa será estanca y robusta y tendrá una alta resistencia química, asimismo, dispondrá de elementos de conmutación bipolares.
- La capacidad de ruptura de los micros será  $I_{m\acute{a}x} = 30 \text{ A}$  a 125 VCA,  $\cos\phi = 0.80$ .
- Para evitar la condensación provocada por grandes cambios de temperatura se utilizará una resistencia calefactora auto regulable en la unidad de mando.
- Micro interruptores tándem: Conmutarán potenciales diferentes. Dos micros separados galvánicamente se alojarán en una carcasa cerrada. Los dos micros funcionarán al mismo tiempo en una secuencia definida. El micro que actúe primero deberá utilizarse para señalización.
- Dispondrá de un disco ajustable con los símbolos ABIERTO y CERRADO que indicarán la posición exacta de la válvula. Este disco será visible a través de un cristal en la tapa de la unidad de mando.
- El actuador dispondrá de una caja de engranaje completamente cerrada, rellena con aceite lubricante apropiado y podrá operar en distintas posiciones. Los acoplamientos del engranaje y sus componentes serán de construcción metálica y

tendrá incorporado un dispositivo amortiguador contra golpes por cambios o pérdidas de movimiento. El actuador incluirá rodamientos axiales de rodillos de rótula o bolas con contacto angular. El diseño será tal que permitirá abrir la caja del engranaje con acceso cómodo para su inspección, mantenimiento o desmontaje y al mismo tiempo se podrá seguir operando la válvula sin dificultad y sin sacarla de servicio.

- El volante a ser suministrado para la operación manual en caso de emergencia, se engranará al desacoplar el motor por medio de una palanca o por medios similares. Al arrancar el motor, el mando manual se desactivará automáticamente. El volante no girará y la palanca selectora no se moverá. Será posible seleccionar el modo de operación manual mientras el motor del actuador se encuentra en funcionamiento o arrancar el motor del actuador mientras la palanca de selección Manual/Auto se encuentra en posición Manual, sin causar ningún daño al acople de carrera. El manejo del volante será mecánicamente independiente del acople del motor y cualquier volante de engranaje deberá permitir una operación manual de emergencia en un tiempo razonable. Al girar el volante en la dirección del reloj la válvula se moverá hacia su cierre.
- El actuador será sometido a pruebas de rendimiento en fábrica y los certificados correspondientes deberán ser entregados sin cargo alguno.

## 1.14 Juntas de Desmontaje

Las juntas de desmontaje auto restringida se utilizan principalmente para conectar válvulas, de manera tal que provean simultáneamente la rigidez de un manguito bridado y permitan el montaje y desmontaje de la válvula mediante la variación de la longitud de la junta.

Esta tipo de junta tiene sus dos extremos bridados, y tiene dos mangas o tambores ajustables uno contra el otra, sellados entre sí por un empaque de goma que se comprime entre las mangas por medio de una brida móvil intermedia adicional.



La junta deberá ser diseñada y fabricada según AWWA C219 o norma equivalente.

Dependiendo de la presión requerida según los diseños, las bridas serán taladradas de acuerdo con ANSI B.16.1, ANSI B 16.5 o PN 10, PN 16 o PN 25.

El cuerpo de la junta deberá ser de acero inoxidable A316, sus bridas de acero o de hierro dúctil, las tuercas y tornillos serán de acero de alta resistencia revestido con zinc o de acero mejorado de acuerdo con la presión de trabajo. La junta será revestida con pintura epóxica o similar equivalente.

Los pernos y tuercas cumplirán con las especificaciones ANSI B18.2.1 y ANSI B 18.2.2; y serán de hierro dúctil o acero galvanizado de acuerdo a las normas ASTA A 307, ASTM 394 ASTM F 432.

Los empaques y bandas de hule cumplirán la norma ANSI A-21.11-1972 (AWWA C-111).

## **1.15 Inspecciones y pruebas**

Además de las inspecciones llevadas a cabo durante la fabricación e instalación de los equipos, a la terminación de las obras se realizarán las pruebas finales indicadas a continuación.

El personal del adjudicatario encargado para la ejecución de las pruebas, especialmente el personal para las pruebas de funcionamiento, deberá ser aprobado por AyA, en los aspectos de cualificación y número.

Antes de poner en funcionamiento los equipos, el adjudicatario completará las inspecciones y pruebas necesarias para verificar que todos los equipos han sido instalados de acuerdo con las especificaciones, planos e instrucciones, así como que están en perfectas condiciones para el funcionamiento.

Todas las pruebas se realizarán fundamentalmente de acuerdo a las normas de referencia según los códigos de diseño.

AyA se reservan el derecho a estar presentes en todas las pruebas, debiendo ser avisada por el adjudicatario una semana antes de realizarlas.

Los resultados de todos las pruebas serán registradas en un formato aprobado por AyA, que recibirá los certificados de ensayo con fecha y nombre de la persona a cargo del mismo.

## **1.16 Pruebas de Presión**

Será por cuenta del Contratista los accesorios para la realización de las pruebas hidráulicas (mangueras, valvulería, bridas ciegas, manómetros, etc.) así como los medios mecánicos y eléctricos (bombas, grupos electrógenos, etc.) para presurizar y drenar (chupa charcos) el circuito.

El Contratista presentará, con al menos 15 días de antelación a la prueba, el protocolo incluyendo diagrama independiente del circuito de prueba así como un formulario con los detalles de la prueba (discos ciegos, bridas, cierre de válvulas, etc.). Dicho formulario se firmará al montaje y desmontaje de los discos ciegos.

Las pruebas de presión parciales en caso de que el Comprador lo estime conveniente incluyendo los medios mecánicos para su realización y reposición del sistema, serán por cuenta del Contratista

El contratista procederá al montaje de útiles especiales (plug, etc.) para válvulas suministradas por el Comprador, así como al desmontaje de especialidades (caudalímetros, etc.) que no puedan incluirse dentro de la prueba hidráulica y el suministro, fabricación y montaje de carretes sustitutorios.

Una vez realizada la prueba y aprobada por el Comprador, el Contratista drenará el circuito y repondrá el sistema, desmontando bridas, útiles, etc. y devolviendo estos al almacén.

Durante la fase de montaje el Contratista tendrá en cuenta las futuras pruebas hidráulicas, dejando en caso necesario, soldaduras sin realizar para montaje de discos ciegos de prueba.

En los casos dónde no sea posible la realización de pruebas hidráulicas, el Contratista realizará todos los END necesarios para cumplir con la normativa.

Durante la prueba hidráulica el Contratista asegurará la estanqueidad de todas las especialidades (válvulas, filtros, etc.) que intervienen en la prueba hidráulica, realizando los aprietes pertinentes.

### **1.17 Ensayos no destructivos**

---

Se realizará la inspección de las soldaduras ejecutadas por el Contratista.

La descualificación del soldador tendrá lugar:

- Cuando el porcentaje de rechazos con respecto a las uniones radiografiadas (tomando como unidad la placa radiográfica) es mayor del 5%.
- A juicio de los inspectores del Comprador, debido a mala ejecución del trabajo.

La interpretación de los resultados de los ensayos será realizados por personal de supervisión de Control de Calidad del Comprador.

### **1.18 Valores Garantizados**

---

El Suministrador garantizará que las tuberías y accesorios solicitados cumplen con todos los requisitos definidos en la presente Especificación Técnica así como el resto de documentación contractual y que todas las tuberías, accesorios misceláneos de tubería, así como las soldaduras realizadas son capaces de soportar una prueba hidrostática en campo de acuerdo con los requisitos del código de diseño. Todos los materiales y equipos suministrados deberán estar libres de defectos en el diseño, materiales y fabricación.

El alcance de la presente garantía se extiende durante el periodo de garantía definido en la documentación contractual.

### **1.19 Hojas de Registro**

---

El Suministrador entregará las hojas de registro, certificado de los tests de acuerdo con los códigos y procedimientos de fabricación.

La presencia o aprobación de AyA o de sus representantes no liberará al Suministrador de sus responsabilidades.

### **1.20 Marcados**

---

El marcado de tubería, accesorios o bridas (colada, especificación del material, etc.) se realizará por cualquiera de los métodos permitidos por la norma de acuerdo con los requerimientos de marcado de las especificaciones de material como mínimo de forma que no dé lugar a ningún tipo de contaminación, discontinuidad o cambio metalúrgico ni infrinja el espesor mínimo.

### **1.21 Contradicciones entre Documentos**

---

Los documentos de esta Especificación Técnica se han redactado de acuerdo con las Normas actualmente en vigor, pudiendo en casos excepcionales existir discrepancias con dicha normativa; en tal caso, prevalecerá en primer lugar la Legislación estatal, autonómica y local vigente, y en segundo lugar lo indicado en esta Especificación y en el resto de los documentos del Proyecto.

## 1.22 Especificaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones Generales.

### 1.22.1 Especificaciones eléctricas generales.

Todas las instalaciones estarán acorde con los siguientes códigos y estándares, con relación directa o indirecta en materiales y procedimientos constructivos haciendo referencia en cada caso a la sección o apartado que aplique en los sistemas a suministrar o instalar:

- ANSI American National Standard Institute.
- ASTM American Standard Mechanical Engineers
- IEC International Electrotechnical Commission.
- IEEE Institute of Electrical & Electronic Engineering.
- Manual para redes de distribución eléctrica subterránea 34.5kV (ICE-CIEMI-CNFL), última edición.
- Manual de normas de construcción, tomo 1 y tomo 2, materiales normalizados y montajes normalizados, del ICE última edición.
- Manual de norma de construcción, materiales y montajes de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, última edición.
- NEC National Electric Code.
- NEMA National Electric Manufacturers Association.
- NFPA National Fire Protection Association.
- NFPA 70 "National Electric Code".
- OSHA Occupational and Safety Health Administration.

### 1.22.2 Sistema de media tensión y transformadores.

Los sistemas de media tensión serán divididos en dos tipos: aéreos-subterráneos en el caso de contar con sistemas mixtos o aéreos en caso de las instalaciones donde no intervienen elementos de redes de distribución subterráneos.

### **1.22.3 Redes de media tensión subterráneas.**

Todos los materiales a utilizar serán NUEVOS y de la mejor calidad en su clase, de acuerdo a lo especificado.

Dado que la red eléctrica será interconectada al sistema de distribución eléctrico del ICE o CNFL según corresponda al área geográfica servida, en una zona con voltaje de operación primaria de 34.5/19.9 KV, todos los equipos y materiales deberán ser especificados para operar a ese nivel de voltaje, con tanque y armario exterior en acero inoxidable. Al no existir compatibilidad de elementos en la serie de 35kV se deberá asegurar el suministro de la misma marca de elementos de conexión eléctrica.

Para la especificación de los equipos y materiales eléctricos se utilizará como referencia el Manual para redes de distribución eléctrica subterránea 34.5kV (ICE-CIEMI-CNFL), última edición.

### **1.22.4 Transformadores de distribución en aceite.**

Los transformadores serán tipo pedestal (pad mounted) trifásicos, de frente muerto tanto en el lado de media como en el de baja tensión, de acero inoxidable, totalmente nuevos, certificados por el fabricante con una garantía mínima de 2 (dos) años según se indiquen en planos. Serán para operación externa (outdoor) con enfriamiento natural (OA), apropiados para operar bajo las condiciones de temperatura, humedad relativa y altitud de la zona. Los transformadores serán de tipo trifásico diseñados para operar en un sistema de distribución de 34.5-19.9KV/277-480V, de polaridad sustractiva, con una frecuencia de operación de 60Hz, una potencia indicada en planos, un nivel de impulso básico (BIL) de 150 KV en el lado de media tensión, y de 30 KV en el lado de baja tensión, una impedancia de 1.5 a 3% medida a corriente y frecuencia nominales a 85°C, con devanados de cobre tanto en media como en baja tensión. Contarán con componentes para funcionamiento en lazo, operables bajo carga. Estarán provistos con cinco derivadores (taps) en el lado de media tensión, con una variación de  $\pm 2.5\%$  del voltaje nominal cada uno. Deberán tener dos fusibles conectadas en serie por fase y debidamente

coordinados entre sí. Estarán provistos de un seccionador tipo LBOR (Loadbreak Oil Rotary), operable desde el exterior por medio de una manija de operación manual. Deberán contar con todas los demás elementos y características eléctricas no señalados, así como las características mecánicas y de prueba indicadas en la normativa de CNFL-ICE. En la oferta deberá indicarse la marca de los transformadores, deberá adjuntarse el plano del fabricante del equipo ofrecido. La accesibilidad del transformador o elementos de prueba de inserción de materiales ajenos al equipo debe asegurarse para que cumplan con lo especificado en el manual, no será aceptado que el transformador tenga elementos no normados como por ejemplo pasadores tipo pin-orificio para acceder a la puerta de media tensión. El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo AISI 304 y deberá cumplir con la norma ANSI C57.12.28, respecto a aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, cumpliendo con las pruebas de palanca, intento de introducción de un alambre, tirado y operación. El cuerpo de los transformadores será construido de láminas metálicas soldadas, reforzadas con ángulos estructurales. El calibre de las láminas y los refuerzos deben ser tal que admitan una presión de hasta un máximo de 63.75 kPa (0,65 kg / cm<sup>2</sup>). El cuerpo principal o tanque de los transformadores debe soportar las pruebas de estanqueidad del aceite, lo mismo que el tratamiento en vacío para el impregnado del aceite. Las juntas entre el tanque y la tapa serán perfectamente selladas a prueba de entrada de humedad, contra la entrada de aire y a prueba de fugas de aceite caliente a 50° C. Esta condición también aplica para otras uniones tales como en los bujes secundarios y los radiadores del sistema de enfriamiento del aceite. La tapa del tanque será diseñada para prevenir la acumulación de agua caída durante la lluvia o de aceite. La tapa estará prevista de accesorios para permitir el izaje de todo el transformador o de, al menos su parte activa. El fondo del tanque será suministrado con terminales de conexión a tierra, apropiados para conductor de aterrizaje No. 2 AWG o su equivalente en mm<sup>2</sup>.

El transformador se debe suministrar con una válvulas de drenaje colocada en la parte más baja del tanque, esta salida podrá ser usada para el muestreo periódico del aceite. Si al poner en marcha los transformadores, se determina que han pasado más de 6 meses desde

que el equipo fue despachado de la fábrica, entonces se requerirá termosecar y centrifugar el aceite. Esta actividad debe realizarse en el sitio de instalación de los transformadores y su costo debe correr por cuenta del suministrador de los transformadores y debe ser realizada por personal especializado, debiendo mediar la previa aprobación por parte de AYA. En este caso el transformador no deberá ser energizado hasta tanto no se tengan los resultados de las pruebas de rigidez dieléctrica del aceite, una vez que haya sido centrifugado y termosecado.

El núcleo de los transformadores será de láminas de acero al silicio, de bajas pérdidas eléctricas y de grano orientado, laminado en frío, perfectamente aislado y fijado unas con otras para prevenir vibraciones y asegurar la operación nominal con los niveles de ruidos indicados en las Hojas de Datos. Los tornillos de amarre del paquete de láminas serán cuidadosamente aislados para no sobrepasar los valores de pérdidas indicadas en la Hojas de Datos y para reducir los puntos calientes. Los niveles de pérdidas, tanto en el cobre, como en vacío deben indicarse desde la formulación de la oferta misma, lo mismo que su reactancia de cortocircuito en %.

Las bobinas serán de cobre y serán aisladas con los mejores materiales disponibles. Las bobinas y sus terminales de conexión serán diseñadas y construidas para evitar su deformación como producto del mayor cortocircuito que se pueda presentar en el sitio de instalación.

Las bobinas de alto voltaje serán equipadas con derivaciones o "taps", enumeradas del 1 al 5, su control será externo y para operar manualmente y sin carga. El cambiador de tomas vendrá con indicador de posición, con un dispositivo de bloqueo para seguridad, de tal forma que no sea posible parar el cambiador en una posición intermedia entre dos tomas diferentes.

La impedancia deberá cumplir la norma ANSI C.57.12.26 para la capacidad de transformador indicada en planos.



Los bujes de alta tensión de 34.5kV deben venir equipados con pararrayos para instalación a frente muerto. Estos pararrayos deben ser para 27kV , con corriente de descarga de 10kA para una onda 8/20mseg, con sus respectivos soportes para su instalación. Los pararrayos deben ser del tipo codo de óxido metálico (M.O.V.E.), de acuerdo con la norma NEMA ANSI C-62.11, con conector apto para un conductor de cobre calibre No. 1/0 AWG o su equivalente en mm<sup>2</sup>, a usar para el aterrizaje de sus neutros.

El transformador deberá tener seis terminales de media tensión que cumplan el estándar ANSI/IEEE 386. La designación de terminales primarios deberá ser H1A, H2A, H3A – H1B, H2B, H3B. Los conectores deben ser para 35kV con capacidad de operación bajo carga de 200A y el tanque debe tener un zócalo de descanso para cada conector de media tensión. Los bujes serán previstos con los cuernos de arqueado apropiados. En ambas entradas deben preverse sujetadores de lámina de policarbonato con un espesor mínimo de 50 mm y con los orificios indicados según el diámetro de los conductores. Esta lámina evitará la separación anormal que se puedan presentar por los esfuerzos dinámicos generados durante un cortocircuito.

Se deberá proveer prevista para colocación de candado en la sección de baja tensión, y tornillos en la sección de media tensión, la cual solo se deberá poder abrir si se ha abierto previamente la sección de baja tensión. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo deberán ser de una material resistente a la corrosión, equivalente al tipo AISI 304.

El terminado final debe hacerse con pintura con color Ref. Munsel 6.5 o su equivalente más cercano en la escala RAL.

Los transformadores serán suministrados por lo menos con los siguientes accesorios:

- Válvula de alivio de presión
- Válvula de llenado de nitrógeno
- Termómetro

- Válvula de drenaje y toma muestra de aceite en la parte más inferior del tanque.

Para el monitoreo de la temperatura del aceite del transformador debe instalarse un termómetro con dial, de 100 mm de diámetro.

Placa de datos técnicos que incluya como mínimo: el tipo de conexión con los voltajes por fase, los valores de voltaje primario y secundario para cada una de las posiciones del derivador de tomas, las pérdidas en el cobre y de vacío, la reactancia de cortocircuito en %, la corriente de vacío, el peso del transformador con y sin aceite, los diagramas de conexión de ambos devanados indicando la numeración de los terminales activos y del neutro, el año de fabricación, el modelo y la serie del equipo, el nombre del fabricante, etc. Esta placa debe ser construida en acero inoxidable y la información debe ser escrita en relieve.

El PROVEEDOR deberá realizar en fábrica las pruebas de rutina recomendadas por las Normas ANSI C.57 y NEMA TR-27 en su versión más reciente. Los resultados obtenidos deben contar con la aprobación de AYA antes de que el equipo sea embarcado.

Los resultados de todas y cada una de las siguientes pruebas, deberán ser entregados a AYA antes del embarque del equipo:

- Medición de la relación de transformación nominal, verificación de la polaridad y relación de fases.
- Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial, a los devanados durante un minuto.
- Ensayo de pérdidas y corriente de vacío, con tensión y frecuencia nominales.
- Medición de la tensión de corto circuito y determinación de la respectiva reactancia.
- Medición de la resistencia de los devanados.
- Ensayo de regulación de voltaje para factor de potencia unitario y para factor de potencia de 0.8 en atraso.
- Ensayo a la tensión de impulso con onda completa y con onda cortada.

- Referencia: Igual o similar a la marca Cooper Power Systems Shrubline en el caso de los transformadores.

#### **1.22.5 Cable de media tensión 34.5kV.**

El cable de media tensión será unipolar, de calibre 1/0, con conductores de cobre, con aislamiento EPR al 100%, neutro 33% integrado, con pantalla metálica, bloqueo longitudinal de agua y cubierta protectora PVC. Deberá cumplir con todas las normas y características de construcción, ensayos y condiciones de envío indicadas en la normativa de CNFL-ICE. En la oferta deberá indicarse la marca del conductor.

- Referencia: Igual o similar a la marca CONDUMEX.

#### **1.22.6 Cable de baja tensión.**

El cable de baja tensión será unipolar, de calibres según se indique en planos, con conductores de cobre, con aislamiento PVC y XLPE, 1KV. Deberá cumplir con todos las normas y características de construcción, ensayos y condiciones de envío indicados en la normativa de CNFL-ICE. En la oferta deberá indicarse la marca del conductor. Sobre esta sección se hace diferencia del cable de baja tensión en las instalaciones de acometida y los conductores de baja tensión a lo interno del inmueble, en este caso se hace mención de los conductores de acometida desde el transformador hasta el interruptor principal en el exterior del inmueble. Los demás conductores de baja tensión son mencionados en la sección de baja tensión y alumbrado.

- Referencia: Igual o similar a la marca CONDUMEX.

#### **1.22.7 Accesorios de media y baja tensión.**

Los restantes componentes de media y baja tensión tales como terminales tipo codo, regletas de conexión, detectores de falla, pararrayos, etc., deberán cumplir con la normativa de CNFL-ICE. En la oferta deberá indicarse la marca de los distintos componentes.

- Referencias: Igual o similar a:
  - Terminal tipo codo: marca Cooper Power Systems.
  - Pararrayos: marca Cooper Power Systems.
  - Detector de falla: marca Cooper Power Systems.
  - Regleta derivación transformador: Homac.

Todos los equipos deberán quedar debidamente aterrizados. El valor de máxima resistencia a tierra será de 10 ohmios. Se deberá presentar un protocolo de pruebas por escrito para cada punto de puesta a tierra indicando el valor en Ohms de la instalación.

En todos los registros se deberá dejar una cantidad de cable de reserva de al menos el largo del perímetro del registro correspondiente.

#### **1.22.8 Redes de media tensión aérea.**

Para redes aéreas de distribución los postes serán de de concreto de 13 m de longitud, cúspide 16 centímetros. El contratista debe transportar al sitio de instalación, montar e instalar los postes, la excavación, el relleno, el apisonado, la compactación, la hincada y la nivelación, el montaje de las crucetas, de los herrajes, de los aisladores, del seccionador - fusible y de los pararrayos y realizar el tendido del cable aéreo entre la estructura existente previamente acondicionada y la nueva estructura.

Para el anclaje de los postes, el contratista debe excavar un hueco de 1.80 metros de profundidad, deben hacer todos los arreglos necesarios en el fondo del hueco, en caso de problemas de aguas subterráneas o nivel freático, así como de lluvias.

En el fondo del hueco, debe colarse en una capa de concreto de 2000psi, de 30cm de profundidad, posteriormente debe hincar y centrar el poste en la excavación y lo debe aplomar con una grúa apropiada para ello. El contratista es responsable del cuidado de los postes, de no someterlos a esfuerzos indebidos y de reemplazar cualquier poste que se

encuentre vencido o arqueado por mal manejo en el anclaje. En caso de que se dé esta situación, el contratista debe sustituir el o los postes, sin costo adicional para el proyecto.

Antes de proceder a la hincada del poste, el contratista debe pasar una hoja de revisión al personal técnico designado por el desarrollador para que se verifique la aplomada y se dé la autorización para la chorro definitiva de la respectiva base de concreto.

El contratista debe suministrar los postes, los seccionadores fusible y los pararrayos, lo mismo que el cemento y la arena, los herrajes, los aisladores, la tornillería y el cable de tendido aéreo para 34,5 kV, del calibre y del material aprobado por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) o la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (CNFL).

### **1.22.9 Sistema de baja tensión y alumbrado.**

Los parámetros de servicio aceptables definidos por ARESEP (Autoridad Reguladores de Servicios Públicos) será la siguiente:

- Frecuencia: 60Hz  $\pm$ 5%
- Voltaje trifásico baja tensión normalizado: 277/480V (caso del proyecto en cuanto a bombas)
- Voltaje trifásico baja tensión normalizado: 120/208V (caso de alimentación de otros sistemas)
- Intervalos tolerables para baja tensión: 263/456V hasta 291/504V; 114/197V hasta 126/218V
- Otros valores de calidad de energía como por ejemplo: asimetría de las tensiones de fase, tensiones armónicas, corrientes armónicas, severidad del parpadeo (flicker), variaciones de voltaje de corta duración (huecos y picos de tensión) deben ser consultados en la norma AR-NTCVS-2002 de ARESEP

### **1.22.10 Centro de control de motores (CCM).**

El centro de control de motores estará previsto para alojar todos los elementos relacionados con cada estación de bombeo, existirá un gabinete por cada estación de bombeo, cada gabinete cuenta como mínimo de los siguientes elementos:

- Gabinete acero inoxidable 304L dimensiones mínimas 2000X800X600mm para alto, ancho y fondo respectivamente, la pintura será protegida por acabados Scotch-Brite® (Referencia: NSYSFX20860 de Schneider Electric) . El gabinete será autosuportado y modular, de paredes y fondo configurable para su acomodo en conjunto con otros gabinetes. La unidad completa será conformada por un gabinete por bomba, la interconexión eléctrica será por medio de un barraje de cobre común a todos los sistemas, las derivaciones a cada carga será realizada por cableado sobre la barra a través de un interruptor termo magnético. Será norma IP55 cumpliendo con la norma IEC60529 e IEC62208, IK10 cumpliendo con la norma IEC62262, estará previsto con portaplanos y lámparas accionadas por un interruptor de puerta frontal. Color RAL 7035 y cumplirá con pruebas de UL. En la puerta quedarán debidamente acondicionados los siguientes instrumentos o indicadores: horas de operación, visor del Sentrom Pac 3200 de SIEMENS, luces indicadoras de baja presión (amarilla) y alta presión (amarilla), luces de indicación de operación (verde), paro motor (roja) y falla voltaje (amarilla), botón pulsador de arranque (verde) y paro (rojo), selector de modos: manual, paro y automático, botón pulsador reset, botón (rojo) para paro de emergencia y display del variador de frecuencia. En la parte inferior se instalará la barra para puesta a tierra general donde cada conductor de puesta a tierra será conectado mediante un conector de compresión de doble ojo a dicha barra, para ello, la barra deberá tener como mínimo 5cm de ancho y será del largo tal que cubra la extensión de la cantidad de gabinetes instalado, el chasis del gabinete también será puesto a tierra mediante conductor mínimo #6AWG. El conjunto de gabinetes deberá tener instalados ventiladores y rejillas de ventilación diametralmente opuestas para asegurar el flujo de calor adecuado. La puerta contará con su respectivo sistema de seguridad

- Variador de frecuencia: Referencia igual o similar Danfoss VLT AQUA Drive.
- Interruptor derivado para el bloque de bombeo con las siguientes características: caja moldeada, interruptor termomagnético, según la capacidad de interrupción mostrado en planos tanto de corriente nominal como de corto circuito, para voltajes nominales máximos de 600V, marcos F, K y Q4 (Referencia: Schneider Electric) según corresponde en la especificación mostrada en los diagramas unifilares. Todos los elementos eléctricos certificados UL
- Elementos y conectorizado para el variador de frecuencia.
- Barraje de conexión en cobre (certificado UL), dicho barraje será instalado sobre aisladores epóxicos sobre la placa ranurada del gabinete, dicho barraje será separado en sus fases al menos 15 cm una barra de la otra, incluyendo la barra de neutro.
- Las borneras terminales y de control deberán ser aptas para conectar dos terminales de cables 16 AWG, aisladas a 600 V y con capacidad de corriente, de por lo menos 25 A. Las borneras de instrumentación, deberán ser aptas para conectar dos terminales de cables 18 AWG y aisladas a 300 V. Para los circuitos de fuerza, las borneras deberán ser para trabajo pesado y que permitan la conexión de los terminales correspondientes y con aislamiento de 600 V, para baja tensión. En todos los tableros se deberá dejar un número de borneras libres, equivalente al 10% de las utilizadas. Todos los bornes se identificarán por ambos lados de la regleta. Los cables de control, telemando y potencia deben ser identificados con numeración respectiva al plano eléctrico suministrado por el contratista del tablero.

Los equipos de control, potencia y protecciones eléctricas dentro de los tableros deben ser identificados para corresponder a la nomenclatura de los planos eléctricos suministrados. La distribución de los equipos dentro de los tableros debe ser aprobada previamente por los personeros del AYA con el objetivo de evaluar la ubicación de las acometidas, bornes de interfaz, etc.

El cableado interior de los tableros debe ser colocado en canales de material plástico provisto de tapas. Los colores de cables de control deben seguir la siguiente normativa:

- Cable de acometida de potencia: negro.
- Cable de conexión de fase 120 VAC: rojo.
- Cable de control 24 VDC: Azul.
- Cable de tierra: verde/amarillo.
- Cable de neutro: Blanco.

Los tableros de potencia deben incorporar un equipo de variables eléctricas colocado en la acometida principal del tablero en la Estación de Bombeo o tanques respectivos. Deberá tener display LCD gráfico, medición de energía en cuatro cuadrantes, debe tener registro de los valores medias de la potencia activa y reactiva en un periodo de medición. Debe captar como mínimo 50 magnitudes eléctricas, como tensiones, intensidades de las corrientes, potencias, valores de la energía eléctrica, frecuencia, factor de potencia, simetría y THD. Para medición de potencias debe tener una exactitud de 0,5%, para tensiones de 0.3% y para corrientes de 0.2%. Debe tener interfaz Ethernet embebida para ser comunicado a través del controlador principal de cada estación.

### **1.22.11 Tableros de Control. Apartado de Control de AASA**

#### ***1.22.11.1 Variadores de frecuencia (VLT).***

Variador de frecuencia (VLT) con factor de potencia mayor o igual a 0.97, los inversores de tensión deberán emplear tecnología IGBT como mínimo con una generación de 6 pulsos y (o) dos rampas de configuración. Deberá contar con filtros para la mitigación de armónicas, según lo especifica la norma IEEE 519-1992 y sus posteriores revisiones. La eficiencia mínima será del 98%, con pantalla LCD (de al menos 6 líneas y 20 caracteres) para desplegar la información de los parámetros de programación, para la programación deberá contar con un teclado sensible al tacto o por menú dinámico. El idioma de programación deberá ser inglés o español. Deberá contar con modo de reposo para ahorro de energía. El display deberá quedar ubicado en la tapa del gabinete tal como lo muestra la hoja de especificaciones del fabricante, lo anterior para que pueda ser accesible por el operador sin tener que abrir el gabinete que contiene el variador.



Dentro de la misma pantalla deberá tener la capacidad de desplegar las siguientes variables: estado de operación del motor incluyendo: frecuencia, voltaje, corriente y torque, además el voltaje de entrada, potencia y kWh, revoluciones por minuto, variables de operación de la bomba como presión caudal y horas de operación. Contará con las siguientes opciones de entradas y salidas: dos entradas analógicas de corriente de 4 a 20mA, una entrada analógica de voltaje de 2 a 10V DC, seis entradas digitales, dos salidas analógicas de corriente de 4 a 20mA, tres salidas a relé para 115/230V AC. El variador deberá contar con las siguientes protecciones al motor: falla a tierra, falla fase a fase, sobrevoltajes del valor nominal, bajo voltaje del valor nominal, sobrecarga (parámetro programable), baja carga (parámetro programable), alta temperatura de los bobinados (por RTD's) y pérdida de fase, deberá incluir control de llenado de tuberías.

Deberá soportar temperaturas de operación de 0° hasta 55°C, deberán incluirse y suministrarse los manuales de operación y mantenimiento en español e inglés, contará con la opción de ser programado y operado mediante un computador personal o sistema remoto, el software propietario del variador será capaz de realizar estas funciones, el equipo permitirá la programación de los siguientes parámetros: sobrecarga del motor, límites de torque, limitación de corriente. El equipo contará con los puertos de comunicaciones necesarios para ser conectado a un equipo de control y monitoreo para que pueda ser operado e interrogado por un operador remoto. Debe estar previsto para futuras opciones de comunicación Modbus RTU, DeviceNet (MCA-104) y Ethernet IP (MCA-121).

#### ***1.22.11.2 Tendidos, cables, conduit, trincheras, canasta, transformador seco y otros centros de carga.***

---

En esta sección se describen los elementos discretos que restan en la instalación eléctrica, se describen a continuación en las secciones siguientes:

### ***1.22.11.3 Cableados de baja tensión.***

---

Esta sección no incluye los cableados de acometida desde el transformador hasta el interruptor principal en las afueras del inmueble. La especificación del resto de los cableados de potencia será la siguiente: El cableado interno se realizará con conductor de cobre electrolítico suave de múltiples hilos, calibres normados AWG, aislamiento THHN, no propagador del incendio, según la norma UL83, UL758 y UL1063, flexible de clase 2, aislamiento de PVC para 0,6/1 kV. Resistente a solventes y gases, sin exceder temperaturas de operación para esta ubicación de 90°C. En las instalaciones no será permitido ningún empalme tipo puente bajo ninguna circunstancia, los cableados serán conectados en ambos extremos en los terminales del interruptor o en equipo respectivo, de ser necesarios terminarles de conexión (por ejemplo en el barraje de distribución) será obligatorio del uso de terminarles tipo compresión de ojo cerrado (doble) instalado con la respectiva herramienta y con la mejor práctica constructiva posible, haciendo uso del torquímetro para asegurar la adecuada sujeción del conector.

Para los calibres menores al 1/0AWG será obligatorio el uso del código de colores respectivos: blanco para el neutro, verde para la puesta a tierra, rojo, negro y azul para las fases. En los conductores superiores a calibre 1/0AWG, será necesario colocar cinta de vinilo (Referencia: Super 33+ de 3M) de los colores antes descritos para cada línea instalada, el sitio de instalación de dicha cinta serán los primeros 10cm antes o después de la conexión a un interruptor o equipo.

### ***1.22.11.4 Conduit, trincheras y canasta.***

---

Para la instalación del cable de potencia hacia los equipos de bombeo la instalación será inferior en el gabinete, dichos gabinetes estarán instalados sobre una trinchera construida sobre el nivel de piso terminado, la distancia libre de la trinchera será de 20cm sobre el nivel de piso, el cableado será instalado de manera ordenada y agrupado por cada uno de los grupos de bombeo, una canasta vertical y horizontal será necesaria para transportar los cables de potencia desde la trinchera hasta la parte superior de la caja de conexiones de

cada motor, la canasta será de acero galvanizado por inmersión en caliente, con apoyos tanto verticales como horizontales a no más de 2.44 metros uno de otro, ancho útil de 300mm, profundidad útil 50mm, en secciones rectas y curvas según la ruta de instalación de planos, deberá cumplir la norma ASTM A653, todas las transiciones y figuras deberán ser compatibles entre si, deberán estar conectadas eléctricamente por medio de conductores #6AWG, color verde. El acomodo del grupo de conductores en la canasta será ordenado en una sola fila, se utilizarán amarras plásticas modeladas de nylon 3M, de 4 o 6 pulgadas de largo según las necesidades de instalación. En el caso del tramo vertical desde la trinchera hasta la transición vertical – horizontal se utilizará la tapa de la canasta, accesorio original y normado para esta aplicación.

Para las instalaciones desde el centro de carga secundario será obligatorio el uso de tubería SCH40 (UL), podrá evaluarse de acuerdo al transitorio del código nacional el uso de tubería PVC tipo conduit, para todas las instalaciones expuestas será obligatorio del uso de tubería IMC (UL) para diámetros superiores a 50mm, en el caso de diámetros inferiores podrá evaluarse el uso de tubería EMT, todas las uniones serán de tipo tuerca contratuerca normados UL para tubería eléctrica IMC o EMT, no será aceptado el uso de conectores con tornillo lateral. Las tuberías estarán especificadas en los planos constructivos para cada circuito.

Toda tubería deberá ser identificada en ambos extremos, entradas y salidas de cajas de registro, conduletas y tableros con una etiqueta. Las etiquetas deberán ser de poliéster transparente con área de impresión de color blanco. Las letras deberán ser mayúsculas de color negro y de una altura no menor a 5 mm. Se identifica el número de circuito y su destino. En caso de que el área de impresión no quede cubierta con la franja de poliéster, se deberá adherir encima de la etiqueta una franja de poliéster transparente adicional, cubriendo por completo el área de impresión.

#### **1.22.12 Transformador seco (TS).**

El transformador seco alimentará el centro de carga secundario (CSS) mostrado en planos, desde el interior del último gabinete de potencia, por medio de un interruptor de

caja moldeada será alimentado, la tubería de conexión entre el gabinete y el transformador será IMC del diámetro mostrado en planos.

El transformador seco será NEMA3R, trifásico, propósito general, acero inoxidable #316, potencia y relaciones de transformación indicadas en planos, de montaje en pared, cumplen la normativa NEMA TP1-2002, certificados UL.

### **1.22.13 Centro de carga secundario (CCS).**

El centro de carga secundario pretende alimentar eléctricamente los sistemas operación del inmueble, alumbrado, tomacorrientes de servicio, UPS, control automático, sistema de inyección de aire, sistema de cloración, todo de acuerdo al cuadro resumen en planos. Será trifásico, con interruptor principal incluido, las características particulares para cada caso estarán resumidas en los planos de cada sitio, las características generales son: NEMA1, trifásico, barras con capacidad máxima de 100 amperios, 27 espacios, barra para puesta a tierra incluida, barras para neutro laterales y a ambos lados, de la serie QO (Referencia: Schneider Electric, modelo particular indicado en planos), para tensión trifásica 120/208V.

La capacidad interruptora y de corto circuito de cada circuito ramal será la definida en la tabla resumen del centro de carga de acuerdo a la memoria de coordinación de protecciones.

Se deberá suministrar dentro del centro de carga una tabla numerada indicando la función y localización de los interruptores para cada circuito. Esta tabla deberá estar claramente escrita y montada en un marco detrás de la tapa, protegida con un material transparente irrompible. Se deberán utilizar amarras plásticas adecuadas a la hora de armar y acomodar las líneas eléctricas dentro del centro de carga, no se permitirá el uso de cinta aislante u otro tipo de sujetador.

En cada tablero que se instale se identificará convenientemente y utilizando material adecuado:

La tapa exterior del tablero, indicando "Tablero XX", cada breaker con el número del circuito rama, cada conductor con el número del circuito ramal, se numerará: neutro, puesta a tierra, tierra aislada y cada fase

En la parte interior de la tapa de cada tablero se fijará una hoja escrita a máquina y forrada en plástico adhesivo, indicando como mínimo para cada circuito ramal, la siguiente información:

- Número, Descripción, Polos/amperios, Breaker, Calibre y Tubería.
- La numeración de los circuitos ramales será de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha, según la distribución física del centro de carga.

#### **1.22.14 Supresor de transitorios (TVSS)**

La supresión de transitorios se hará en el centro de carga secundario, la especificación para cada instalación será mostrada en planos, para el caso de la supresión en la acometida la especificación general se la siguiente: Referencia SurgeLogic de Schneider Electric (HWA series), 120kA, cumpliendo con la norma UL 1449 segunda edición y UL 1283, el equipo supresor será instalado en forma externa al centro de carga de manera que los indicadores de estado estén expuestos y visibles. Los dos elementos serán conectados en forma directa con centro de carga secundario. La conexión eléctrica será por medio del cableado del supresor de transitorios conectado a un breaker 3 polos 20 amperios, todas las líneas deberán conectarse de acuerdo al diagrama provisto por el fabricante: conexión estrella, línea neutro y línea puesta a tierra. El equipo debe ser certificado por UL con filtros para supresión de ruido EMI/EFI. Debe ser capaz de realizar grandes despejes de energía de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C62.41 y C62.45 categorías A, B, y C.

#### **1.22.15 Accesorios menores de la instalación eléctrica: tomacorrientes, apagadores, tomacorrientes especiales de mantenimiento.**

Todos los accesorios menores de la instalación eléctricos definidos en la siguiente lista:

- Tomacorriente doble polarizado.
- Tomacorriente especial (50A)
- Apagador doble.
- Pagador sencillo.
- Luminarias.

Deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

Tomacorrientes doble polarizado; cumplirá con la norma NEMA5-15R, serán en color blanco, tanto en la toma como en la placa, ensamblado en Estados Unidos de America, certificados UL CSA, para trabajo pesado y serie industrial (Referencia: Hubbell Wiring Device).

Tomacorriente sencillo polarizado; cumplirá con la normativa NEMA6-50R, para una tensión utilizable de 208V, dos fases y neutro, dicha salida será utilizada para herramienta de operación pesada, sin exceder los 40A, el receptáculo será en color negro con placa en acero inoxidable.

Apagador doble y sencillo; (Referencia: Bticino serie Modus Plus), color blanco, para ser ubicados en 1 o 2 gangs.

Luminarias; Las luminarias deberán ser similar o superior al modelo industrial de Sylvania. Deberán cumplir con la cantidad de Lúmenes necesarios según la aplicación. Todas las unidades de alumbrado se proporcionarán con sus lámparas, bulbos y bombillos y se deberán ajustar al recinto a iluminar. El contratista está en la obligación de verificar el correcto armado de las mismas, especialmente que contengan el puente requerido en las bases de cada juego de tubos fluorescentes. De no tenerlo, deberá efectuarlo. La alimentación para las luminarias desde las cajas de paso o de conexión se podrán realizar de la siguiente manera:

Mediante el uso de conductores THHN, AWG, calibre 12, canalizados en ducto corrugado "Viex" tipo a prueba de intemperie de 19 mm, UL certificado, incorporando

los correspondientes conectores, tanto en las cajas de paso, como en el cuerpo de la lámpara.

Por medio de conductores no flexibles TGP 3 x 14AWG, fijado a la tapa de la caja de registro y a la luminaria por medio de un conector apropiado.

La conexión de los conductores de alimentación con las líneas de los balastos se efectuará utilizando conectores enroscables para cable UL certificados, adecuados al calibre #12AWG

En el caso de la línea de puesta a tierra se usará terminal de ojo para calibre #12, debidamente atornillado al cuerpo de la lámpara.

No se permitirá el uso de conductores TSJ como sustitutos del alambrado fijo de una estructura, o cuando están ocultos detrás de paredes, internamente dentro de mobiliario, ocultos en cielo rasos, (incluidos los tipo estructurales, suspendidos o descolgados) o pisos de edificaciones. Queda entonces totalmente prohibido el uso de cordones flexibles tipo TSJ para instalaciones fijas, de acuerdo al NEC 400-8.

No se permitirá la utilización de las luminarias para el paso de conductores, cada luminaria se alimentará desde la caja de distribución más cercana

#### **1.22.16 Sistema de puesta a tierra.**

El valor máximo de la puesta a tierra general del sistema no será superior a 5 ohms, no será permitido ningún procedimiento de mejoras al terreno para bajar la resistividad del mismo, será de uso obligatorio el método de aterrizamiento de Uffer (Uffer Ground) el cual permite la conexión al acero estructural del inmueble y otras edificaciones a la malla de puesta a tierra.

Todo el sistema de puesta a tierra estará conectado para ser equipotencial, todas las estructuras metálicas, gabinetes, escalerillas, canastas, tuberías metálicas y cualquier accesorio relacionado con el sistema eléctrico deberá está conectado a la barra de puesta a

tierra general (MGB). El calibre del cable de puesta a tierra general utilizado para conectar los electrodos será como mínimo 2/0AWG, cobre, la configuración de partida será realizada con electrodos certificados UL, 19mm de diámetro, 2.44 metros de largo, en todo el perímetro del inmueble, con separación mínima entre un electrodo y otro de 5 metros. Las conexiones entre el conductor y los electrodos será realizada con soldadura exotérmica. El cable se instalará en forma ininterrumpida entre los electrodos a una profundidad no menor a 60cm bajo el nivel de terreno terminado. Solo serán permitidos conectores KSU entre el acero estructural y el cable de puesta a tierra. Para los enlaces desde el acero estructural se utilizará calibre #2AWG, cobre, dicho punto de conexión será llevado a uno de los electrodos y no al cable. Serán necesarios al menos dos puntos de conexión al acero estructural en puntos diametralmente opuestos. El cable de la instalación de puesta a tierra general será conectado a la barra MGB indicada en planos por un conector de compresión, doble ojo, con sus respectivos tornillos, arandelas y tuercas en bronce. Todos los conductores instalados en la barra MGB serán en cobre, con calibres indicados en planos, con su respectivo conector de compresión doble ojo. El conductor de puesta a tierra (2/0AWG definido previamente) será confirmado con los estudios de corto circuito que aporte la empresa de distribución eléctrica. La red de puesta a tierra cumplirá en todo con ANSI IEEE 80.

### **1.23 Limpieza y rectificación del terreno**

El Contratista estará obligado, ya que debe ser incluido en el monto de la oferta, a ejecutar la limpieza de terreno, remoción de la capa vegetal, arbustos, zacate y vegetación existente, la construcción de las cercas necesarias, casetas para oficinas y almacén de materiales, y la instalación de servicios necesarios para los trabajos de construcción. Asimismo, el Contratista debe rectificar los niveles y pendientes del terreno actual, cortando tierra o rellenando con material selecto compactado al 95% del Próctor Estándar, donde corresponda, para llegar a los niveles de subrasante indicados en planos de movimiento de tierras.



El Contratista instalará y mantendrá en buenas condiciones los servicios sanitarios para uso de los trabajadores, de conformidad con las ordenanzas sanitarias locales vigentes. Se entiende que antes de presentar su oferta, el Contratista habrá visitado el sitio, conociendo y aceptando las condiciones del terreno (gradiente, terrazas, niveles, etc.) además de las condiciones de la zona, en cuanto a precipitación pluvial y recursos (mano de obra, materiales, servicios, etc). El Contratista estará obligado, conforme vaya terminando elementos y también una vez terminadas las labores de construcción y como trabajo que se considerará incluido en la oferta, retirar por su cuenta toda la tierra sobrante de las excavaciones a dejar la superficie uniforme y con un pendiente según se indica en los planos. Además deberá limpiarse de piedra, troncos, raíces, terrones grandes, montículos de tierra, así como cualquier otro material que a juicio del Inspector se requiera.

La limpieza de terrenos, retiro de basura y deshierbe comprenderá todas las operaciones siguientes:

- a. Remover con todo y raíz las hierbas, maleza, cultivos y árboles
- b. Se debe retirar todo el deshierbe así como la basura y colocarlas en los sitios señalados en los planos o exportarlo fuera de los límites del proyecto si así se señalará. Se usarán para este efecto equipo como tractores, corta sierras y la maquinaria que se considere necesaria
- c. En caso en que por las condiciones del proyecto se tengan que incinerar los materiales producto de la limpieza, se considerará el factor ecológico de la zona para lo cual se escogerán los sitios adecuados para la quema y los materiales sobrantes deberán ser depositados en el sitio que el inspector señale. Se efectuará esta operación con todas las precauciones para no provocar incendios.

### **1.23.1 Corte y Relleno**

El Contratista deberá adquirir, previamente a la presentación de su propuesta, un cabal conocimiento del terreno en que se construirá las obras de urbanización y sus accesos, con el fin de que pueda evaluar adecuadamente los medios que requerirá para efectuar las obras. No se admitirán reclamos de ninguna especie fundamentados en la mala calidad

del terreno y/o en dificultades para excavarlo y compactarlo. El Contratista deberá disponer de la maquinaria más adecuada para la remoción, acarreo y compactación de las tierras: tractores, traíllas, vagonetas, compactadores, etc. El equipo y las herramientas que se usen en el movimiento de tierras deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento. Deberán ser los idóneos en cuanto a su capacidad, uso y a otras características importantes para obtener de ellos su mejor rendimiento. El Inspector podrá ordenar el retiro de cualquier equipo que no considere adecuado y exigir al contratista que lo sustituya por otro que satisfaga las necesidades.

Todos los trabajos de compactación de suelos deberán ejecutarse por medios mecánicos: compactadores pata de cabro y de llantas de hule, compactadores vibratorios, de acuerdo a las propiedades de los materiales a compactar.

En este caso, la forma, peso, etc., de los pisonees deberán ser previamente autorizados por el Inspector. El Contratista deberá, además, contar con los medios más adecuados: bombas, tanques regadores de suficiente volumen para proporcionar el agua necesaria para precios unitarios especificados en el cartel el costo del acarreo de tierra que deba hacerse dentro de los límites del sitio de la obra y hasta los lugares de disposición de la tierra sobrante que se indican en los planos. El Inspector determinará la calidad del terreno y la compactación requerida del suelo de acuerdo a lo indicado en los planos y las pruebas y análisis hechos con la ayuda del Laboratorio de Materiales y Suelos contratado.

### **1.23.2 Excavación Estructural**

El Contratista debe realizar la excavación requerida para la construcción de las placas de fundación, cimientos de muros y elementos estructurales, asimismo para las zanjas para tuberías e instalaciones electromecánicas. Debe transportar y disponer el material excedente de las excavaciones en un sitio apropiado cuya selección es responsabilidad del Contratista.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para proteger los cortes de excavación y evitar daños a las propiedades, construyendo ademes y protecciones

adecuadas para evitar accidentes a los trabajadores. Asimismo, asume responsabilidad sobre los daños que sucedan durante la etapa de excavación y construcción de las obras de cimentación y sobre accidentes a trabajadores y terceras personas.

El Contratista deberá realizar la excavación de las fundaciones hasta el nivel indicado en los planos. Además, el Contratista deberá sustituir el suelo debajo de las placas de fundación con una capa de lastre compactado al 95% del Próctor Modificado o de lastre-cemento (proporción 1:15), con el espesor indicado en planos, todo para garantizar una capacidad de soporte admisible mínima del terreno de 12 Ton/m<sup>2</sup> a fondo de las placas de fundación. La existencia o profundidad de dicha capa de sustitución podrá ser variada a criterio del Inspector, de acuerdo con los estudios geotécnicos realizados y que se muestran en el Anexo1. Una vez realizadas las excavaciones de las placas de fundación. Asimismo, el Inspector podrá ordenar profundizar más si las condiciones de suelo encontradas en sitio son desfavorables o si un estudio de suelos así lo recomienda. Antes de proceder a la construcción de las placas de fundación, el Contratista debe obtener la aprobación del Inspector, quien determinará el nivel de desplante definitivo; la aprobación debe constar en la bitácora. Procederá a continuación a colocar un sello o capa de mortero o concreto pobre de aproximadamente 50 mm de espesor para proteger el suelo en que se cimentará la obra de los efectos de la intemperie, sol y lluvia, y para lograr una superficie de trabajo exenta de lodo y agua.

En caso de encontrarse en sitio condiciones de suelo que difieran de los resultados del estudio de suelo o de las asumidas en el diseño, podrá el Inspector ordenar cambios en el nivel de desplante y profundizar más la excavación de las fundaciones. El costo adicional debido a una mayor profundidad de cimentación lo reconocerá el Propietario de acuerdo con los precios unitarios suministrados en la oferta del Contratista o con base en un presupuesto detallado, revisado y aprobado por el Inspector.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evacuar el agua freática y de lluvia de las zonas de excavación y debe mantener éstas secas y en condiciones óptimas de

limpieza para permitir una correcta colocación del refuerzo de acero y el colado de concreto.

Una vez concluida la construcción de las placas y vigas de fundación y la instalación de tuberías y ductos electromecánicos, deberá el Contratista rellenar nuevamente las zonas excavadas y zanjas con material selecto, compactado con equipo mecánico en capas de espesor no mayor de 200 mm, para alcanzar en cada capa un grado del 95% del Próctor Estándar.

### **1.24 Base compactada de Lastre o Material Granular**

El Contratista debe colocar la base requerida para las losas de contrapiso en las edificaciones. Asimismo, donde corresponda, debe rectificar los niveles y pendientes de la base para llevar el piso terminado, una vez construidas las losas de concreto y de contrapiso y colocados los acabados, a los niveles indicados en los planos. Por lo tanto, debe el Contratista suministrar y compactar el material de base que se requiera, siguiendo las indicaciones de este capítulo.

El Contratista debe suministrar y transportar el material requerido para la base, que será material granular que no desarrolle plasticidad. El material de relleno debe tener una granulometría adecuada según la especificación ASTM; el tamaño máximo de las partículas será de 75 mm y los porcentajes de material pasando las distintas mallas son los que se dan a continuación:

Tamaño de partícula (mm)	Porcentaje pasando %
75	100
63	95-100
38	35-70
19	10-30
7	0-5

El espesor de la base de material granular compactado es el que se especifica en los planos, pero no menor a 200 mm, y será el necesario para alcanzar los niveles de rasante

indicados en planos. La compactación se debe realizar con equipo mecánico en capas de espesor no mayor de 200 mm para alcanzar en cada capa un grado de compactación de 95% del Proctor Modificado. El Contratista debe rectificar los niveles y conformar las pendientes de la rasante, en tal forma que se obtengan los niveles de piso terminado indicados en los planos. Deberá el Contratista además, realizar pruebas de compactación cada 2 capas como máximo, y en caso de no cumplir con la compactación requerida, deberá re compactar las zonas correspondientes y volver a tomar las pruebas de compactación.

## 1.25 Concreto

### 1.25.1 Condiciones generales

Bajo esta partida el Contratista suministrará todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la construcción de todas las obras de concreto reforzado y concreto pre-esforzado, según se detallan en planos o se mencionan en las especificaciones.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto se deben cumplir todas las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI Instituto Americano del Concreto), contenidas en el informe del Comité ACI 301 Specifications for Structural Concrete for Buildings (Especificaciones para Concreto Estructural para Edificios), última revisión.

Para todas las demás operaciones relacionadas con los trabajos de concreto reforzado se deben seguir las recomendaciones contenidas en el Building Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 318 (Código de Construcción para Concreto Reforzado ACI 318), última revisión.

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por lo tanto obligatorias, todas aquellas normas y especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), mencionadas en estas especificaciones y en los códigos antes citados.

### **1.25.2 Resistencia del concreto**

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 150 x 300 mm a los 28 días de edad, de acuerdo con la especificación ASTM C 39, última revisión. El concreto empleado en la obra debe tener un revenimiento no mayor de 100 mm y la mezcla debe ser de consistencia adecuada, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de permitir el vibrado y el llenado de los encofrados, sin dejar cavidades y vacíos.

Antes de iniciar la obra y con debida anticipación, deberá el Contratista presentar al Inspector el diseño de la mezcla de concreto, realizado por un laboratorio de materiales reconocido, basado el diseño y proporcionamiento en los agregados que el Contratista haya almacenado en el sitio. Se obtendrán 9 cilindros de la mezcla de diseño a ser probados a los 7, 14 y 28 días. Antes de iniciar el colado de elementos estructurales se debe conocer los resultados de resistencia y del diseño de la mezcla.

En la construcción de todos los elementos de concreto reforzado, detallados en los planos o mencionados en las especificaciones, se empleará concreto con una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.25.3 Cemento**

Si no está especificado en planos de otra forma, el cemento a emplear en la obra será cemento Portland Tipo I Normal, y debe cumplir con la especificación ASTM designación C 150, última revisión.

Debe llegar al sitio de la construcción en los envases originales sin dañar, debe estar fresco, y no debe mostrar evidencias de endurecimiento. Se debe almacenar en bodega seca sobre tarimas de madera, en estibas no mayores de 10 sacos.

#### **1.25.4 Agua**

El agua empleada en la mezcla de concreto debe ser potable, limpia y libre de grasa, aceites, materias orgánicas, álcalis, ácidos e impurezas que puedan afectar la resistencia y las propiedades físicas del concreto y del acero de refuerzo.

#### **1.25.5 Agregados**

Los agregados empleados en la mezcla deben ser clasificados según su tamaño y se deben almacenar en forma ordenada y separados según granulometría, evitando que se mezclen. No se deben almacenar en contacto con el suelo para evitar que se mezclen con materia orgánica y tierra. Los agregados deben cumplir con la especificación ASTM designación C 33, última revisión.

Los agregados gruesos serán a base de piedra triturada sana. El tamaño máximo del agregado será de 40 mm para placas y vigas de fundación, y de 25 mm para los demás elementos estructurales. Para el proporcionamiento de la mezcla de concreto se exigirá utilizar mínimo dos tamaños de piedra, debidamente clasificados, con granulometría adecuada para obtener una mezcla trabajable y densa.

La arena o agregado fino debe ser lavada, limpia, libre de impurezas, materia orgánica y limo, y la granulometría debe cumplir con los requisitos de las especificaciones correspondientes, para obtener un concreto denso y trabajable, sin exceso de cemento.

#### **1.25.6 Aditivos**

Es requisito usar en la mezcla de concreto un aditivo apropiado para obtener mayor plasticidad, densidad, trabajabilidad, y para aumentar la resistencia final del concreto. Debe además servir para retardar la fragua inicial del cemento de acuerdo con las condiciones climáticas del sitio. No se debe usar aditivos y acelerantes que contengan cloruro de calcio.

El aditivo debe ser aprobado previamente por el Inspector, y en el empleo se deben seguir las instrucciones del fabricante. Debe ser de marca y propiedades conocidas, debe llegar al sitio de la obra en sus envases originales, y debe cumplir con la especificación ASTM designación C 494, última revisión.

### **1.25.7 Mezclado**

Para garantizar la uniformidad, densidad y resistencia del concreto, se deben proporcionar y pesar los agregados para cada batida antes de introducirlos en la mezcladora. Para este efecto el Contratista debe disponer de una báscula para el pesado de agregados. No se permite el proporcionamiento por volumen, ni el mezclado a mano del concreto. Los agregados deben dosificarse para usar en cada batida uno o más sacos de cemento enteros; no se permite usar en el proporcionamiento fracciones de saco de cemento.

El Contratista debe disponer en el sitio de dos mezcladoras de 500 litros de capacidad cada una, para asegurar un colado continuo. Las mezcladoras y el equipo para el transporte, colocación y compactación del concreto deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento, para evitar interrupciones durante el proceso de colado. El tiempo de mezclado de cada batida será de mínimo 1 1/2 minutos, contados a partir del momento en que todos los materiales, agregados, agua y cemento, se encuentren en la mezcladora.

Si se emplea en la obra concreto premezclado, éste debe cumplir con la especificación ASTM designación C 94, última revisión, y debe cumplir con los requisitos de estas especificaciones.

### **1.25.8 Colocación y vibrado del concreto**

El Inspector debe aprobar los encofrados y moldes y la disposición y recubrimiento de las varillas de refuerzo. El Contratista debe notificarle con tres días de anticipación la fecha y hora en que pretende iniciar el colado del concreto, y no procederá sin la autorización expresa del Inspector y sin la presencia de un representante personal de éste. La autorización debe constar en el libro de Bitácora.



El Contratista debe disponer de equipo apropiado para la rápida colocación del concreto, equipo de bombeo, grúa o similar, y el Inspector debe dar la aprobación el equipo a emplear en la obra.

Debe contar con los vibradores de alta frecuencia necesarios para la compactación del concreto, en óptimas condiciones de operación. El diámetro máximo del cabezote de los vibradores será de 65 mm, debiendo contar además con uno de diámetro delgado de 25 mm para vibrar secciones delgadas o densamente reforzadas.

El colado se debe realizar sin interrupción entre las juntas de construcción previamente aprobadas por el Inspector. El colado debe interrumpirse en caso de lluvia y cuando ésta pueda lavar la superficie del concreto fresco. No se permite la colocación de concreto, después de transcurridos 45 minutos de iniciado el mezclado; tampoco se permite renovar y re-usar el concreto adicionando agua y cemento. La colocación del concreto debe hacerse con cuidado, evitando que se segreguen los materiales, se separe el concreto en capas, y se formen juntas frías. El concreto no debe ser lanzado de una altura mayor de 2 metros.

Antes de proceder al colado del concreto, el Contratista debe limpiar los encofrados y juntas de construcción con aire comprimido, removiendo polvo y material suelto. Las barras de acero deben ser limpiadas con cepillo de acero.

### **1.25.9 Control de resistencia**

La resistencia a la compresión del concreto se determinará según la especificación ASTM designación C 39, última revisión, en cilindros de prueba de 150 x 300 mm. Los cilindros serán preparados bajo la supervisión del Inspector; en la toma de muestras de concreto fresco se seguirá la especificación ASTM designación C 172, y en la preparación y curado de los cilindros de prueba se seguirá la especificación ASTM designación C 31, ambas última revisión.

El Contratista debe facilitar un mínimo de 9 moldes de acero para tomar los cilindros de prueba, y debe dar la colaboración necesaria para obtener las muestras de concreto. De cada operación diaria de colado se tomarán 3 muestras (9 cilindros) de prueba, pero no menos de una muestra (tres cilindros) por cada 10 m<sup>3</sup> de concreto mezclado. En la bitácora se anotará la fecha de colado, los elementos estructurales, número y designación de los cilindros, revenimiento, y los valores de resistencia obtenidos.

Si los resultados de las pruebas resultan defectuosos y los valores de resistencia menores a la especificada, con una tolerancia máxima de 10 % menos de la resistencia especificada, podrá entonces el Inspector ordenar demoler y reconstruir las partes de la obra y los elementos afectados por la baja resistencia. A criterio del Inspector, éste podrá aceptar las partes de la obra afectadas, si una revisión del diseño o una prueba de carga demuestran que mantienen adecuada seguridad estructural.

#### **1.25.10 Encofrados y obra falsa**

Los encofrados para la estructura y elementos de concreto deben ser de construcción fuerte y rígida, para evitar deformaciones debidas a la presión del concreto fresco y para permitir el uso repetido sin daño y deterioro. La superficie en contacto directo con el concreto debe ser lisa y cepillada, a base de madera seca y sana, sin deformaciones y fisuras. Los encofrados deben ajustarse a las formas y dimensiones dadas en los planos. La limpieza de los encofrados se debe realizar mediante aire comprimido para garantizar la remoción de material suelto y escombros.

La obra falsa que sirve de apoyo a los encofrados debe ser diseñada para resistir el peso de los elementos estructurales a colar y las sobrecargas impuestas durante el proceso de construcción. Debe tener, por lo tanto, suficiente resistencia y rigidez para soportar las cargas previstas sin deformaciones excesivas. El diseño y construcción de encofrados y obra falsa es responsabilidad del Contratista. Se podrá dar a los encofrados y obra falsa una contra-flecha para compensar las deflexiones debidas al peso propio.

En los costados de vigas y columnas se pueden remover los encofrados 48 horas después del colado del concreto. La remoción de obra falsa y puntales no se debe realizar antes que el concreto haya alcanzado el 80 % de la resistencia especificada, y no antes de 10 días de efectuado el colado.

### **1.25.11 Juntas de construcción**

Toda junta de construcción horizontal o vertical, debe ser aprobada por el Inspector, quien determinará la forma de realizar las juntas y la disposición de muescas, llaves y anclajes. Las juntas deben ser ejecutadas cuidadosamente y se deben localizar en sitios tales que no se afecten la resistencia de la estructura. Deben espaciarse de acuerdo con el volumen de concreto a colar y su disposición y forma serán determinadas en consulta con el Inspector.

Antes de colocar los encofrados adyacentes a una junta de construcción, se debe picar el concreto para obtener una superficie rugosa, y se debe limpiar ésta cuidadosamente con aire comprimido para eliminar material suelto y escombros. Antes de proceder a la colocación del concreto, se debe humedecer la junta de construcción y se debe cubrir la superficie de concreto con una lechada espesa de cemento.

A lo largo de las juntas de construcción en tanques para almacenamiento de aguas o en muros de retención de concreto reforzado, deberán colocarse bandas de hule tipo "waterstop", según indicación del inspector. Alternativamente, podrán utilizarse sellos de bentonita para evitar las fugas de agua en las juntas de construcción de dichos elementos. Los sellos de bentonita son tiras enrolladas de compuestos impermeables de hule y arcilla expandible, que se expanden al contacto con el agua, formando un sello.

### **1.25.12 Curado del concreto**

Inmediatamente después de colado el concreto, se deben proteger las superficies expuestas de los efectos de la intemperie: sol, lluvia y viento, y se deben cubrir con láminas plásticas o manteados.

El curado con agua se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente. Todas las superficies de concreto se deben mantener húmedas en forma constante un mínimo de ocho días. Se permite el uso de aditivos para formar una membrana sobre la superficie de concreto, que impide la pérdida y evaporación de agua. También se permite el uso de membranas plásticas o manteados con el mismo fin.

### **1.25.13 Reparación de defectos en el concreto**

Se deben reparar todos los defectos en el concreto, cavidades, vacíos e irregularidades, picando la sección defectuosa, eliminando el material suelto y limpiando con aire comprimido. Las secciones defectuosas así preparadas se llenarán con mortero o concreto epóxico, el cual se preparará y aplicará siguiendo las instrucciones del fabricante. El epoxy debe ser de marca y características conocidas, debe llegar al sitio de la obra en sus envases originales, y debe ser de uso apropiado para reparaciones estructurales. No se permite la reparación con concreto o mortero a base de cemento Portland. El mortero o concreto epóxico se preparará con arena limpia y secada al horno, para eliminar la humedad. Se deben esmerilar las irregularidades de las juntas y superficies reparadas para obtener una superficie lisa y uniforme, que cumpla con los requisitos del Capítulo Concreto expuesto o aparente.

### **1.25.14 Concreto expuesto o aparente**

En la construcción de los elementos de concreto aparente, expuesto por razones arquitectónicas (de superficie lisa, estriada o martelinada), el Contratista empleará encofrados especiales, formados por tablilla de madera semidura, tratada y cepillada, de 25 x75 mm y marco rígido de acero para evitar deformaciones. La colocación y distribución de los paneles de encofrado será proporcionada por el Arquitecto para garantizar que las sisas queden colocadas en el lugar seleccionado. La ejecución de los encofrados y la colocación y compactación del concreto se deben realizar cuidadosamente para obtener una superficie de concreto de acabado de primera calidad y de textura uniforme, lisa y sin defectos e irregularidades, en tal forma que clasifique como "concreto aparente".

Se deben sellar las juntas entre tableros de encofrado con bandas de poliuretano expandido, para evitar la fuga de mortero. La ejecución de las juntas debe ser cuidadosa para lograr una superficie y acabado uniforme. Los poros deben ser sellados con mortero y los defectos e irregularidades deben ser esmerilados.

El recubrimiento del refuerzo de los elementos de concreto aparente martelinado o estriado será de 4.0 cm, para garantizar un recubrimiento mínimo de 2.5 cm una vez martelinado o estriado el concreto.

Todas las superficies de concreto aparente, martelinado o estriado deben ser tratadas con dos manos de una emulsión acrílica de acabado mate, a una razón de 0.1 litros/m<sup>2</sup> por mano, repelente al agua y que evite la formación de hongos, similar a la "Thoroglace".

## 1.26 Varilla de Refuerzo

Todas las varillas empleadas para el refuerzo del concreto, serán barras de acero "grado 40" con límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm<sup>2</sup> para varillas #2, #3 y #4 y "grado 60" con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm<sup>2</sup> para varillas #5 y superiores, según se indique en planos y de acuerdo a la especificación ASTM designación A 615, última revisión. Las deformaciones de las barras deben cumplir con la especificación ASTM designación A 305.

La preparación, corte, doblaje, colocación y empalme de las varillas de acero se hará de acuerdo a la práctica establecida para este tipo de trabajo, siguiendo las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI Instituto Americano del Concreto) contenidas en el "Building Code Requirements for Reinforced Concrete ACI 318" (Código de Construcción para Concreto Reforzado), y del Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI Instituto del Acero para Refuerzo de Concreto) contenidas en su "Design Handbook" (Manual de Diseño).

Las varillas de refuerzo serán clasificadas al recibirse en obra según diámetro, longitud, grado y uso final, y serán almacenadas sobre tarimas libres de humedad y protegidas de la

intemperie. Las varillas deben estar limpias y libres de escamas, oxidación avanzada, grasa, impurezas e imperfecciones, que puedan afectar la resistencia, las propiedades físicas, y la adherencia con el concreto.

Las varillas serán sujetadas firmemente y mantenidas en posición con ataduras de alambre negro calibre # 16, para evitar que sean desplazadas durante el colado y vibrado del concreto. El recubrimiento especificado entre varillas y el encofrado será asegurado mediante separadores de mortero de forma semiesférica o cúbica. No se permite el uso de separadores de varilla, madera, ladrillo, piedra o similar. El recubrimiento del acero de refuerzo será mínimo 50 mm en los elementos de fundación y muros de retención, y 25 mm en los demás elementos estructurales.

Las varillas se doblarán en frío con un radio superior a tres diámetros, ajustándose a los planos, con una tolerancia menor de 10 mm. Antes de proceder a colar el concreto, el Inspector debe revisar la correcta disposición de las varillas. Los diámetros, la cantidad, separación, y distribución de las varillas de refuerzo deben ajustarse a lo indicado en planos.

Donde sea necesario hacer empalmes, éstos se harán preferentemente en los puntos de inflexión de los elementos o en las secciones de menor esfuerzo. Los empalmes se deben alternar en tal forma de no empalmar más de la mitad de las varillas en una misma sección; los empalmes deben estar separados entre sí una distancia de mínimo 40 diámetros. Cuando el empalme se efectúa por traslape de las barras, éste debe tener una longitud mínima de 30 diámetros si las barras terminan en gancho, o de 40 diámetros si no terminan en gancho. No se permite empalmar doblando las varillas en forma de "cuello de botella". Los empalmes se deben sujetar con ataduras de alambre negro calibre #16. El concreto debe cubrir adecuadamente el empalme con un recubrimiento mínimo de 30 mm.

Las varillas para refuerzo deberán ser protegidas contra daños en todo momento y deberán almacenarse sobre piezas de madera y otro tipo de material que las aisle de la humedad o del lodo.

Antes de colar el hormigón sobre determinada sección armada con acero de refuerzo, se deberá revisar este de tal manera que se compruebe que esté limpio, exento de lodo, escamas sueltas, pintura de aceite o cualquier tipo de sustancia que pueda interferir con la adherencia entre el hormigón y el acero.

Todas las varillas de refuerzo deberán colocarse con exactitud para el colado del hormigón y deberán estar firmemente sostenidas por soportes aprobados y en la posición indicada en los planos. Las varillas deberán estar entre sí en forma segura. El refuerzo colocado en cualquier miembro estructural deberá ser inspeccionado y aprobado antes de colar el hormigón.

Las varillas principales del refuerzo, sujetas a grandes esfuerzos, deberán empalmarse solo donde lo muestren los planos o lo autorice al Ingeniero.

## **1.27 Mampostería**

Las paredes de mampostería serán de bloques de concreto de las dimensiones indicadas en los planos, y deben cumplir con la especificación ASTM designación C 90, y la norma UBC Standard No. 24 4, ambas última revisión. Los bloques deben ser fabricados en máquinas bloqueras automáticas, deben ser de primera calidad, con cantos rectos y a escuadra, de superficie y textura uniformes, sin fisuras o imperfecciones. Los bloques deben cumplir con los requisitos del CSCR-02 para bloques de concreto clase A.

Las juntas de mortero entre bloques deben ser trabajadas cuidadosamente y las sisas, cuando los bloques queden expuestos, deben ser uniformes, de 10 mm de profundidad, perfectamente redondeadas para lograr un acabado y apariencia de óptima calidad. El trabajo de albañilería, colocación y pega de los bloques, y la disposición del refuerzo, se hará siguiendo la mejor práctica establecida para este tipo de obra.

El mortero para la pega de los bloques de concreto debe cumplir con las especificaciones ASTM designación C 161 y C 270, y con la norma UBC Standard No. 24 21, todas última revisión, y será a base de cemento Portland tipo I, según la especificación ASTM

designación C 150, última revisión. Se empleará en el mortero masilla de cal envejecida o cal hidratada según la especificación ASTM designación C 206, última revisión. El agregado fino será arena de río lavada, según la especificación ASTM designación C 33, última revisión, limpia, libre de limo, materia orgánica, e impurezas. El agua será pura, libre de aceites, grasas, álcalis, ácidos, impurezas y materias dañinas al mortero.

El mortero tendrá una proporción por volumen de una parte de cemento, una cuarta parte de masilla de cal, y cuatro partes de arena de río. El mortero será fresco y debe ser empleado dentro de los 45 minutos posteriores a su preparación; no se permite remezclar y emplear mortero que haya iniciado la fragua o endurecido. Las pegas y sisas de los bloques se deben mantener húmedas durante un lapso de mínimo ocho días, siguiendo las indicaciones del Capítulo Curado del concreto.

En paredes con sistema de mampostería confinada, que no llevan refuerzo integral, se deben disponer elementos de concreto reforzado para confinar las paredes; los paños que enmarcan no deben ser mayores de 3 m de longitud x 2.5 m de altura. Los elementos de confinamiento consisten en vigas de amarre y de corona, y columnetas dispuestas en las esquinas e intersecciones de paredes, y a ambos lados de los buques de puertas y ventanas. Los elementos de confinamiento, vigas y columnetas, tendrán dimensiones mínimas de 200 mm por el espesor de la pared, y el refuerzo longitudinal consistirá de 4 varillas # 3, con aros o estribos de varilla # 2 a 200 mm, excepto que en los planos se indique diferente. El concreto para estos elementos tendrá una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se trate de paredes de mampostería con refuerzo integral, dicho refuerzo se coloca dentro de las celdas de los bloques y consiste en varillas # 3 a 600 mm en sentido vertical; el refuerzo horizontal se coloca en las juntas de mortero y consiste en varillas # 3 a 400 mm, excepto que en los planos se indique diferente. El concreto para relleno de las celdas tendrá un revenimiento mínimo de 150 mm, y el tamaño máximo del agregado grueso será de 12.5 mm; la resistencia del concreto será mínimo de 180 kg/cm<sup>2</sup>.

La cimentación de las paredes consiste en una placa corrida de dimensiones mínimas 200 x 400 mm y refuerzo longitudinal de 3 varillas # 3 y el transversal # 3 a 200 mm, excepto



que en los planos se indique diferente. Se debe cimentar en suelo firme, bajo la capa de terreno vegetal o limo orgánico; la profundidad del nivel de desplante de la placa de cimentación será mínimo 800 mm bajo el nivel de terreno natural, excepto que las condiciones del suelo, a criterio del Inspector, requieran una profundidad mayor.

Cuando las paredes de mampostería se apoyan sobre losas de entrepiso, se debe dejar previsto en la losa de concreto escuadras de varilla # 3 de longitud 300 + 500 mm para empalmar el refuerzo vertical de las columnetas y el refuerzo integral de las celdas.

---

## **2 Estructura y elementos de acero**

### **2.1 Resistencia y especificaciones**

El Contratista debe suministrar, fabricar, transportar y construir los sistemas y perfiles requeridos para el soporte de tuberías, ductos y equipos, asimismo todas las estructuras de acero detalladas en planos, mencionadas en las especificaciones o requeridas para la debida terminación de la obra, incluyendo arriostres, placas de apoyo, anclajes, pernos y demás accesorios. Los perfiles, láminas, secciones y accesorios serán de acero grado 36, según la especificación de la ASTM designación A 36, última revisión, con un límite de cedencia mínimo de 2535 kg/cm<sup>2</sup>. El material para los perfiles de lámina delgada doblada en frío, será acero grado 33 según la especificación ASTM designación A 570, con un límite de cedencia mínimo de 2310 kg/cm<sup>2</sup>, excepto que en los planos se indique diferente.

La fabricación y la erección de los elementos de acero estructural se harán de acuerdo a la mejor práctica establecida para este tipo de obra, siguiendo las recomendaciones del American Institute of Steel Construction (AISC Instituto Americano de Construcción en Acero), contenidas en su "Specifications for the Design, Fabrication & Erection of Structural Steel for Buildings" (Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Erección de Acero Estructural para Edificios), y del American Iron and Steel Institute (AISI Instituto Americano del Hierro y Acero) contenidas en su "Light gage Cold formed Steel Structures

Design Manual" (Manual de Diseño de Estructuras de Acero con Láminas Delgadas Dobladas en Frío).

## 2.2 Planos de taller

---

Antes de iniciar el trabajo de fabricación, el Contratista debe someter al Inspector para su debida revisión los planos de taller para la construcción de la estructura de acero. Los planos deben ser completos y contener todos los elementos y sus componentes, las dimensiones y espesores, los tipos de soldadura, los detalles de uniones, soldadas o empernadas, anclajes, y demás detalles constructivos. El Inspector revisará y aprobará los planos de taller, como requisito indispensable para iniciar la fabricación, pero la aprobación no releva al Contratista de su responsabilidad en cuanto a la bondad y exactitud de los mismos.

Para preparar los planos de taller, el Contratista debe realizar en sitio un levantamiento para verificar las medidas y niveles, y será su responsabilidad que las dimensiones de los elementos de la estructura se ajusten a las condiciones de la obra.

## 2.3 Soldadura

---

Los trabajos de soldadura en taller y en el campo serán realizados por operarios calificados y con experiencia, siguiendo los procedimientos y las recomendaciones de la American Welding Society (AWS - Sociedad Americana de Soldadura), contenidas en el "AWS Structural Welding Code -D.1.1" (Código AWS para Soldadura Estructural), para garantizar un trabajo de óptima calidad. Excepto que se indique lo contrario, la soldadura será del tipo E6013 para perfiles laminados en frío y E7010 para perfiles laminados en caliente.

El Contratista debe emplear equipo de soldadura de tipo y capacidad adecuada para el trabajo a realizar, y lo mantendrá en estado óptimo de operación. Los tipos de electrodos para soldar con arco deben ser adecuados al procedimiento adoptado y se deben

seleccionar en forma apropiada para satisfacer las necesidades de los distintos trabajos de soldadura.

La inspección de la soldadura se hará en forma visual. La soldadura debe presentar un aspecto uniforme, sin fisuras y defectos visibles, debe ser regular y simétrica. Los criterios de aceptación son los establecidos en las normas citadas y se registrarán de acuerdo con las imperfecciones aisladas y los defectos acumulados en una costura. Soldaduras defectuosas sólo se pueden reparar con autorización del Inspector, y en caso que éste las rechace deben ser removidas. Concluida la reparación, serán sometidas a nueva revisión.

Las juntas deben ser preparadas mediante oxicorte y esmerilado, según el procedimiento y el tipo de unión adoptados, deben ser de geometría regular, con cantos rectos o biselados según se requiera en los planos constructivos y de taller. Antes de soldar se deben limpiar cuidadosamente y se debe remover el óxido, polvo, grasa e impurezas que puedan afectar la calidad de la soldadura. En las uniones se usarán espaciadores y mordazas de alineamiento, para mantener firmemente sujetos los perfiles y láminas a soldar. Después de cada pase de soldadura se debe remover la escoria y el material en exceso, y corregir las secciones defectuosas. La secuencia de soldadura debe ser tal que se reduzcan las distorsiones en el material debido al calentamiento y esfuerzos internos. La soldadura debe ser esmerilada para eliminar irregularidades y lograr un aspecto uniforme.

Todos los elementos de la estructura deben ser fabricados y soldados en taller, y sólo se permite realizar en campo la unión y soldadura de los mismos, y la fabricación de piezas aisladas, que el Inspector autorice.

## 2.4 Pintura

Todos los perfiles, elementos, componentes y accesorios de acero, deben ser pintados con una base de pintura anticorrosiva y dos manos de esmalte. La pintura anticorrosiva será a base de cromato de zinc, similar al # 9011 de Sur, de color diferente al del esmalte. El esmalte será una pintura a base de resina alquídica de buena resistencia al impacto, tipo "Fast Dry AD 8" de Kativo o similar. Cada capa de esmalte también será de diferente

color. El espesor de la capa de primario será de 2 mil (50 micras) y las dos capas de esmalte tendrán en conjunto un espesor de 2 mil (50 micras), para un espesor total de 4 mil (100 micras). En la aplicación de la pintura se seguirán las recomendaciones del fabricante. El color de la última capa de pintura será escogido por el Propietario o el Arquitecto, pero las 3 capas de pintura deberán ser de colores diferentes, por lo que el inspector estructural escogerá el color del anticorrosivo y de la primera capa de esmalte.

El Contratista debe garantizar la pintura empleada por un término de dos años; ésta debe ser apta para soportar las condiciones climáticas y de servicio a que estará sujeta la estructura y los elementos de acero, sin reducción de color y calidad de protección, durante el plazo de garantía indicado. Debe someter a la aprobación del Inspector la marca, nombre del fabricante, color y tipo de pintura.

En la preparación de las superficies de acero a pintar se seguirán las recomendaciones del Steel Structures Painting Council (Consejo de Pintura para Estructuras de Acero), contenidas en su norma "ANSI A 159.1 Surface Preparation Specifications" (Especificaciones para la Preparación de Superficies). Las superficies a pintar deben estar secas, libres de polvo, grasa, suciedad e impurezas, y se debe remover la escoria de soldadura y eliminar las partículas de óxido. La limpieza se hará mediante herramientas motorizadas, tales como cepillos de acero, lijadoras y esmeriles, hasta dejar la superficie limpia y libre de materias extrañas; se deben emplear solventes para remover grasas y aceites. La aplicación del primario debe hacerse inmediatamente después de efectuar la limpieza. No se debe aplicar pintura en sitios polvorientos, ni durante tiempo excesivamente húmedo o ventoso. No se debe adelgazar la pintura para aplicarla, excepto que el fabricante lo recomiende, en cuyo caso se deben seguir sus instrucciones. Cada mano de pintura se debe aplicar uniformemente, sin irregularidades. La mano de pintura anticorrosiva y la primera mano de esmalte se aplicarán en taller; la segunda mano de esmalte será aplicada en el sitio de la obra, una vez concluidos la erección de la estructura y los trabajos de soldadura. A las secciones soldadas en sitio se les aplicará una mano de pintura anticorrosiva y dos manos de esmalte. Las caras internas y externas de los perfiles

deben quedar perfectamente cubiertas de pintura y donde no se puede pintar con brocha, se debe atomizar con pistola.

Las superficies galvanizadas y de aluminio deben ser neutralizadas químicamente con primario "wash primer # 616" de Kativo o similar, aplicado según las recomendaciones del fabricante.

## **2.5 Erección y montaje**

---

Antes de proceder a la fabricación, el Contratista debe hacer una inspección del sitio, hacer un levantamiento de niveles y medidas entre ejes, y verificar las tolerancias en las dimensiones que se pueden admitir. La erección y montaje se harán siguiendo las recomendaciones del American Institute of Steel Construction (AISI Instituto Americano de Construcción en Acero), contenidas en el "Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges" (Código de Práctica Standard para Edificios y Puentes de Acero).

## **2.6 Losas de piso**

---

Las losas de piso sobre terreno serán de concreto del espesor y acabados indicados en los planos. La resistencia del concreto empleado en las losas es de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En su preparación y colocación se seguirán las indicaciones del Capítulo Concreto.

Se dispondrán juntas de control preferentemente en los ejes de columnas y en los sitios indicados por el Inspector, pero enmarcando cuadros no mayores de 3 x 5 m. La disposición y forma de las juntas de control y de las llaves o muescas serán según detalle dado en los planos constructivos o según lo indique el Inspector. Estas juntas no se harán en el caso de losas de fundación.

El Contratista debe rectificar niveles y conformar la base de material selecto, cortando o rellenando, en tal forma que se obtengan los niveles de piso terminado y las pendientes requeridas en planos. Antes de proceder a construir la losa de piso, debe someter al

Inspector resultados de las pruebas de compactación del material de la base, y tener la aprobación correspondiente.

Antes de colar el concreto de las losas interiores y sobre la capa de material selecto, se colocará una película de polietileno de 0.1 mm como aislamiento hidrófugo. Dicha película debe envolver la losa en todo su perímetro, hasta una altura mínima del espesor de la misma.

## 2.7 Entrepisos pretensados

Los entrepisos pretensados del edificio serán según se indica en los planos estructurales, a base de viguetas o paneles prefabricadas de concreto pretensado en combinación con una losa de concreto reforzada colada en sitio.

En caso de usar viguetas, éstas serán de 150 o 200 mm de peralte, de forma trapezoidal, espaciadas a 700 mm c.a.c. máximo y una losa de concreto reforzado colado en sitio. El refuerzo de las viguetas y de la losa será el que se indique en planos.

El fabricante de los elementos pretensados empleados en los entrepisos debe contar con amplia experiencia en la producción y prefabricación de elementos estructurales, y debe poseer instalaciones adecuadas, equipos y moldes apropiados, para garantizar la calidad y resistencia del producto. La fabricación, transporte y erección serán realizados siguiendo las normas y requerimientos del Prestressed Concrete Institute (Instituto del Concreto Preesforzado). Asimismo, se deben respetar los requisitos de los capítulos 4. - CONCRETO y 5. - VARILLA DE REFUERZO.

El concreto empleado en la fabricación de los elementos pretensados y prefabricados debe tener una resistencia a la compresión mínima de 350 Kg/cm<sup>2</sup>, medida en cilindros de 150 x 300 mm., según el capítulo Resistencia Del Concreto.

El refuerzo de pretensión de las viguetas serán torones de 9.5 mm de diámetro, constituidos según la especificación ASTM designación A 416, última revisión, con un esfuerzo a la rotura de 18900 kg/cm<sup>2</sup>. Serán tensados en la bancada de prefabricación a

un esfuerzo inicial de 13200 kg/cm<sup>2</sup>. El número y disposición de los torones en las viguetas serán según los detalles de los planos constructivos.

Los elementos prefabricados deben tener una superficie superior rugosa y los estribos deben sobresalir del ala superior para mejorar la adherencia y conexión entre elementos prefabricados y losa colada en sitio; la losa del entrepiso será colada simultáneamente con las vigas y elementos estructurales de apoyo, para lograr una acción monolítica del entrepiso.

Los elementos prefabricados se colocarán en la forma indicada en los planos constructivos, apoyados sobre el encofrado de vigas y muros, y deben penetrar en los elementos de apoyo como se indica en planos, un mínimo de 100 mm. La obra falsa que soporta los encofrados de vigas y muros debe ser diseñada y construida siguiendo las indicaciones del Capítulo Encofrado Y Obra Falsa- con la resistencia y rigidez necesaria para soportar el peso propio de vigas y entrepiso, y de las sobrecargas que actúan durante el proceso de construcción. Las viguetas se deben apoyar provisionalmente al centro de tramo mediante puntales hasta tanto el concreto del entrepiso y vigas haya alcanzado la resistencia requerida.

Los elementos prefabricados y losa colada en sitio actuando como sección compuesta deben tener la resistencia necesaria para soportar las cargas permanentes y las sobrecargas previstas en el diseño, y el fabricante de los elementos prefabricados debe someter al Inspector para su debida revisión y aprobación los planos y memoria de cálculo del entrepiso. El fabricante deberá diseñar, detallar y someter a revisión del inspector estructural los detalles de apoyo de las losas prefabricadas, considerando que no existe una ménsula para apoyarlas.

### **2.7.1 Impermeabilización de losas de concreto y muros de retención**

Las superficies exteriores de losas de concreto reforzado y todos los muros de retención deben ser impermeabilizadas tratándolas con una membrana bituminosa tipo Tremproof 60 (distribuida por RENTECO o similar). Adicionalmente, en los muros de retención

deberá colocarse un filtro tipo Enkadrain SL o similar, aprobado por el inspector de la obra. El impermeabilizante se debe aplicar de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante. Antes de su aplicación se deben de resanar todas las imperfecciones de superficies de concreto, y donde lo indique el inspector, mediante un mortero de reparación similar al MULTIPATCH.

### **2.7.2 Juntas de expansión**

Las juntas de expansión de piso y paredes entre edificios independientes se construirán según se detalla en los planos estructurales, a base de bandas elastoméricas. Dichas bandas son fijadas en la junta mediante angulares de acero anclados a los elementos de concreto (vigas, columnas o muros). Este sistema de junta permite desplazamientos relativos entre los edificios, sellando a la vez la junta contra filtraciones de agua, mediante una resina que adhiere la banda elastomérica al concreto. Dicho sistema de junta está diseñado especialmente para mantener una superficie suave y resistente al caminar sobre él.

Las juntas de expansión horizontales y verticales, para piso y paredes, respectivamente, serán según se detalla en los planos ó del tipo "EMS Preformed Compression Seals, Serie AR - 600" distribuidas por INTACO, ó similar.

Las juntas de expansión verticales deberán incluirse a todo lo alto y entre todos los edificios y estructuras independientes, como casetas de guardas, pasillos y demás estructuras con juntas de expansión, incluidas en los planos. A su vez, las juntas de expansión horizontales deberán incluirse en todas las zonas de paso, a lo largo de las vigas de entepiso de los edificios independientes.

### **2.7.3 Pavimentos**

De acuerdo a las presentes especificaciones se entiende como pavimento a la estructura constituida por el conjunto de capas de materiales apropiados comprendidos entre la subrasante y la superficie de rodamiento. Forma parte de la obligación del Contratista realizar la conformación total del sector que se establece en la sección típica, de acuerdo



con las especificaciones ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc. mostrados en los planos o fijados por el Inspector.

El trabajo deberá ejecutarse después que el movimiento de tierra haya sido terminado. La sub-base y la base, incluyendo los espaldones, deberán ser preparadas, construidas y acabadas, según lo estipulado en las especificaciones de planos, antes de que la capa posterior sea colada.

#### **2.7.4 Conformación sub-rasante:**

Después de que la excavación de gaveta ha sido sustancialmente terminada, la superficie total debe ser acondicionada, removiendo materiales suaves o inestables que no puedan ser compactados de acuerdo a especificaciones o que de alguna manera sean perjudiciales a la obra. Las áreas afectadas y cualesquiera otras depresiones, zonas bajas o huecas deberán corregirse con material selecto hasta llegar a los niveles y a las gradientes según planos. Para conseguir una explanación totalmente plana y compactada de acuerdo a líneas, gradientes y sección transversal mostradas en los planos, deberá usarse la escarificación, nivelación a cuchillada, compactación a rodillo u otros métodos aceptables.

La sub-rasante deberá mantenerse todo el tiempo limpia y en condiciones de que se efectúe un drenaje por medio de cunetas, cordones y caños trazando canales y alcantarillas, a lo largo de la explanación. En ningún caso podrá colocarse una capa de pavimento sobre una sub-rasante lodosa o inestable, ni antes de haberse aprobado la sub-rasante. La compactación de la sub-rasante deberá ser de 95 % del Próctor estándar en suelos cohesivos y 95% Próctor modificado en los suelos granulares según se indique en los planos.

#### **2.7.5 Sub-base**

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de material aprobado para recubrimiento, sobre la parte superior de la obra básica de acuerdo con las

especificaciones y razonablemente ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos o fijados por el Inspector.

El material se compondrá desarticulas duras y durables de escoria, piedras o gravas, pizarras, tobas o lastres, tamizados o triturados para obtener el tamaño y graduación solicitadas.

Este material no podrá contener sustancias vegetales, grumos o terrones de arcilla y tendrá que llenar las exigencias de una de las graduaciones de la tabla siguiente, según se disponga en el cartel de licitación o sea ordenado por el Ingeniero usando los procedimientos de ensayo designadas por AASHO T-11 y T-27.

**Cuadro de graduación**

Tipo de tamiz	% Por peso que pasa por los tamices De malla cuadrada			
	A	B	C	D
7.62 cm	100			100
3.81 cm		100		
2.54 cm			100	
N°4	40-70	40-70	40-80	40-100
N°40	10-50	10-50	10-60	10-70
N°200	0-15	0-15	5-20	5-35

- a. Si queda expuesto, la porción de material que pase el tamiz N°40 debe tener un índice plástico no menor de 4 ni mayor de 10 determinado por el ensayo AASHO T-90 y un límite líquido no mayor de 35 según el ensayo AASHO T-89.
- b. Si queda protegido, la porción de material que pase el tamiz N°40 tendrá un índice plástico no menor de 7 y un límite líquido no mayor de 30 de acuerdo con lo fijado por los ensayos designados por AASSHO T-89 y T-90 respectivamente.
- c. El material además deberá cumplir con el requisito de tener un índice de soporte según la prueba ASTM D-1883, CBR mínimo de 30 a una compactación de 95% de la prueba ASSHO T-180.

Todo el material deberá ser enteramente mezclado y pulverizado evitando toda la segregación de material fino y grueso. El material así mezclado y procesado deberá ser colocado formando un camellón uniforme.

Durante esta operación deberá adicionarse agua suficiente para suplir la humedad necesaria para obtener una compactación mínima de 95% de la densidad máxima obtenida a base de la prueba AASHO T-180.

## 2.8 Base Granular

La base es la capa de material seleccionado que se construye sobre la sub-base cuya función de soportar las cargas rodantes y transmitir las capas inferiores del pavimento distribuyéndolas de tal forma que no produzcan deformaciones permanentes de estas.

Los agregados para las bases deberán ser de piedras trituradas o grabas trituradas que satisfagan los requisitos de calidad AASHO M-147 y con un valor de CBR igual o mayor de 80, para un porcentaje de compactación de 95% de la densidad obtenida según AASHO T-180.

La graduación de los agregados deben satisfacer los requisitos del cuadro siguiente:

Malla	A	B	C
	% pasando	% pasando	% pasando
5.08 cm	100		
3.81 cm	90-100	100	
2.54 cm		70-100	100
1.90 cm	55-85	60-90	70-100
0.95 cm		45-75	50-80
N°4	30-50	35-60	35-60
N°10		25-50	25-50
N°40	10-25	10-30	15-30
N°200	2-9	5-15	5-15

El índice plástico no deberá ser mayor de 6 y el límite líquido no mayor de 25 de acuerdo a las pruebas AASHO T-189 y T-190.

Cuando se usa grava triturado no menos de 50% de las partículas retenidas en. Tamiz N°4 deben de tener una cara fracturada, a menos que se especifique en otra forma el porcentaje pasando tamiz 200 no deben ser mayor de 2/3 del porcentaje que pasa del tamiz N°40.

Mezclado y colocación: Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de una o varias capas de material para base, agregados y aditivos que se necesiten, de una superficie preparada de acuerdo con las especificaciones y razonablemente ajustados a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicamente mostrados en los planos o fijados por el Ingeniero.

Método de mezcla en el camino: Después de que el material de la base haya sido colocado sobre la sub-base preparada, éstas deberán ser mezclado mientras tienen el contenido adecuado de humedad, utilizando motoniveladoras u otro equipo aprobado, en capas sueltas no mayores de 0.20 m. de espesor hasta obtener el espesor que se indique en los planos.

Cuando se necesita más de una capa, cada una de ellas deberá formarse y estar compactada antes de que sea colocada la siguiente capa. La colocación del material deberá indicarse en el punto señalado por el Inspector. El material debe colocarse por medio de cajas distribuidoras, o con vehículos especialmente equipados para distribuir el material en una capa continua y uniforme o camellón. Esta capa o camellón, tomando en cuenta cualquier material adicional que tenga que ser añadido y mezclado en el camino, deberá ser del tamaño necesario que al ser extendido y compactado, la capa terminada sea de conformidad razonable con el espesor nominal que se indica en los planos.

Cuando se hagan acarreo sobre el material previamente colocado, el equipo de acarreo deberá ser distribuido uniformemente sobre toda la superficie de la capa construida anteriormente, con el objeto de que haya un mínimo de deformaciones por huellas o una compactación pareja.

Esparcimiento y compactación: Cuando el material esté uniformemente mezclado se deberá extender en forma pareja para poder obtener la compactación y lograr obtener el espesor nominal del plano.

Inmediatamente después del esparcimiento y alisado final, cada capa deberá ser compactada en el ancho completo, por medio de rodillos mecánicos de ruedas lisas, rodillos con ruedas neumáticas u otro equipo aprobado para la compactación. La compactación deberá avanzar gradualmente de los lados hacia el centro, paralelamente a la línea central del camino y se deberá continuar hasta que toda la superficie haya sido compactada.

Todas las irregularidades o baches que surjan deberán ser corregidas aflojando el material en esos lugares y añadiendo y quitando material hasta que la superficie quede lisa y uniforme. A lo largo de las aceras, cabezales y muros, y en todos los lugares inaccesibles para el rodillo, el material de base deberá ser compactado con pisones o compactadores aprobados. El material deberá ser emparejado con la cuchilla de niveladora, así como aplanado con rodillo, hasta que se obtenga una superficie lisa y pareja. La compactación deberá continuar hasta que el material haya sido compactado por lo menos al 95% de la densidad máxima fijada de acuerdo con AASHO T-180, corrigiendo respecto al porcentaje de partículas gruesas de acuerdo con ASSHO T 224-64 I. La compactación de la base terminada se fijará de acuerdo con ASSHO T-147, T-191, T-205, u otras pruebas aprobadas, incluyendo el uso de aparatos nucleares debidamente calibrados.

Durante el avance de la obra, el Inspector tomará mediciones de los espesores de las capas no consolidadas, en puntos escogidos al azar, se comprobará que el espesor del material es el necesario para obtener el espesor de base una vez que se compacte a la densidad específica.

Las pruebas de compactación y el rellenado de los huecos de prueba deberán ser efectuados por el Contratista, bajo la supervisión del Inspector.

Imprimación de la base: La imprimación consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de la base como preparación para aplicar la capa final de rodamiento. El objeto de la imprimación es impermeabilizar la superficie, para evitar la acción capilar, envolver y ligar las partículas minerales de la base que hubieren quedado sueltas, endurecer o aumentar la resistencia de la superficie y facilitar la adherencia de la capa asfáltica de rodamiento.

Material: La imprimación se consigue regando la superficie de la base con asfalto líquido de baja viscosidad de alguno de los tipos denominados MC-RC-SC o emulsiones asfálticas.

## 2.9 Base estabilizada con Cemento Portland

Este trabajo deberá consistir en la construcción de una varias capas de una mezcla de agregados y cemento Portland sobre superficie preparada de acuerdo con estas especificaciones y razonablemente ajustada a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostradas en los planos o fijadas por el Inspector.

Los agregados para bases tratadas con cemento, deberán consistir en partículas duras y durables de piedras, gravas, tobas o lastres terminados o trituradas para obtener la graduación que se indica a continuación:

Tamiz	% Pasando
50.8 mm	100
N°4	50-100
N°40	20-70
N°200	5-35

Los agregados deberán tener un límite líquido no mayor de 40 y un índice plástico igual o menor 8, determinadas por los ensayos AASHO T-89 y T-90 respectivamente.

- Cemento Portland: El cemento deberá tener los requisitos de las especificaciones ASTM C150 última edición.

- Agua: El agua que se utiliza para la mezcla, curado y otras aplicaciones, deberá estar razonablemente limpia y exenta de sales, ácidos, azúcar, material vegetal o cualquier otra sustancia perjudicial para el producto acabado.
- Material bituminoso: Serán los indicados por el Inspector y deberán cumplir la especificación AASHO correspondiente.
- Requisito de resistencia: La resistencia de la base mezclada con el porcentaje de cemento Portland establecido y compactado al 100% de la densidad máxima obtenida según ensayo AASHO T-134 deberá cumplir con el siguiente requisito de acuerdo al tipo de base establecido especificado.

Tipo de base establecido	Resistencia mínima remisible Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Tiempo de curado
BE 25	21	30	7 días
BE 35	30	40	7 días

### 2.9.1 Requisitos para la construcción:

- a. Método de mezcladora móvil: El agregado deberá ser pulverizado hasta que por lo menos el 75% de todo el material pueda pasar por un tamiz de 7.5 cm y el material inadecuado por otros motivos. Si se especifica material adicional, este deberá ser mezclado con el material existente.
- La sub-base deberá poder soportar todo el equipo que se necesite para la construcción de la base.
  - Las áreas suaves o que se hundan deberán ser corregidas previamente al proceso del mezclado.
  - El agregado que vaya a ser estilizado se colocará en camellones uniformes, o se extenderá con un espesor uniforme hasta el ancho requerido.
  - La cantidad de cemento Portland especificada deberá ser aplicada uniformemente con un canal encima del camellón se extenderá uniformemente sobre el agregado. El cemento se haya perdido antes de iniciarse el mezclado, deberá ser repuesto sin compensación adicional.

- La mezcla se efectuará utilizando una mezcladora que revuelva completamente el agregado con el cemento y el agua, la mezcladora deberá estar equipada con un dispositivo que mida el agua para que introduzca la cantidad necesaria durante el ciclo del mezclado. Si se necesitara más de una pasada de la mezcladora, deberá efectuarse por lo menos una de ellas antes de agregar el agua. Cuando así fuere aprobado por el Inspector podrá usarse otros métodos para mezclar los materiales destinados a cubrir superficies de 10.000 m<sup>2</sup> o menos.
  
- b. Método de mezclado en tanque: El agregado deberá ser dosificado y mezclado con el cemento y el agua en una planta mezcladora fija. Este tanque deberá estar equipada con aditamentos, alimentadoras y medidores que introduzcan el cemento, el agregado y el agua en las cantidades especificadas. El mezclado deberá continuar hasta que se haya obtenido una mezcla completa y uniforme de agregado, cemento y agua.
  
- El material mezclado deberá ser llevado a la carretera en vehículos adecuados y ser extendido sobre la su-base humedecida en una capa uniforme por medio de un distribuidor autopropulsado u otra clase de distribuidor aprobado. No deberá de transcurrir más de 60 minutos entre el comienzo del mezclado y la hora de iniciar la compactación de la mezcla estabilizada con cemento, extendida sobre la sub-base preparada.
  
- El cemento será esparcido sobre los camellones por medio de un esparcidor mecánico apropiado o el camellón será esparcido en todo el ancho de la sección y los sacos de cemento repartidos uniformemente, luego se le agregará el agua, todo de acuerdo a las indicaciones del Inspector.
  
- El material selecto deberá entonces ser mezclado con el agua y el cemento por medio de mezcladoras rotatorias, cultivadores de campo de servicio pesado, escarificadoras u otro equipo aprobado por el Ingeniero.
  
- Compactación y acabado: La compactación de la base será determinada de acuerdo con AASHO T-147, T-191, T-205 y otras pruebas aprobadas, incluyendo el uso de aparatos nucleares aprobados, debidamente calibrados. De acuerdo con AASHO



T-224-67 I se puede hacer una corrección respecto a partículas gruesas. Cualquier mezcla de agregados cemento y agua, que no se hubiese compactado, no deberá dejarse apilada durante más de 30 minutos. El porcentaje de humedad en la mezcla terminada no deberá ser mayor de un 5% en exceso de humedad óptima determinada por AASHTO T-134.

- La compactación deberá quedar terminada dentro de las dos horas después de añadir el agua a la mezcla. La compactación de la superficie deberá ser realizada sobre toda la sección transversal correspondiente. Todas las deformaciones deberán ser eliminadas y la superficie deberá ser compactada nuevamente.
- Protección y curado: Después de terminar la base estabilizada con cemento se deberá mantener húmeda continuamente hasta que se haya aplicado una película protectora de material bituminoso encima de la base. No se permitirá antes de los 7 días de construida la base, la colocación de las capas de rodamiento de la carretera.
- Restricciones de tránsito: No deberá permitirse el tránsito de vehículos durante las operaciones de mezclado, distribución y compactación inicial de la mezcla.
- El tránsito de vehículos durante el proceso de compactación deberá ser regulado en cuanto a velocidad y vías de circulación para evitar sobre compactaciones localizadas en surcos.

## 2.10 Capa de Imprimación

Descripción: este trabajo consistirá en la preparación y tratamiento de una superficie existente, con una capa de riego de material bituminoso, protegida, si fuera necesario, con una capa de material de secado de acuerdo con las especificaciones y razonablemente ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores y secciones típicas, etc., mostradas en los planos o fijados por el Ingeniero.

Material bituminoso: El tipo de calidad del material bituminoso deberá estar de acuerdo con lo establecido en el Contrato. La calidad del material podrá ser variada ligeramente por el Inspector, durante el tiempo de trabajo o construcción sin que esto signifique posibilidad de cambio en el precio unitario del contrato.

El material bituminoso deberá de ser del tipo y calidad indicados en el contrato.

Además deberá cumplir las siguientes especificaciones: AASHD M-115, AASHO M-140, AASHO M-280, según sea el tipo que se use.

- Limitaciones de clima y ambiente: La capa de imprimación deberá regarse sobre la superficie preparada, si esta se encuentra seca o con una cantidad poca de humedad y si la temperatura ambiente, a la sombra, es mayor de 13°C, no debiendo mojarse si el tiempo es brumoso o lluvioso.
- Equipos: El contratista deberá suplir un equipo adecuado para calentar y distribuir el material bituminoso lo mismo que un distribuidor de agregados para regar el material de secado. El equipo que se use debe llenar los requisitos solicitados en el artículo 950-3.
- Preparación de la superficie: Para que sea autorizado el riego de capa de imprimación, la superficie deberá quedar libre de toda suciedad suelta, polvo o cualquier otro material objetable. Para retirarlos deberá usarse una escoba o un soplador mecánico, según sea el caso.

Si por alguna circunstancia el Inspector lo considera necesario, podrá ordenar inmediatamente antes de la aplicación del material bituminoso una ligera nivelación a cuchilla y a la correspondiente compactación, en cuyo caso no será necesario barrear o soplar. Cuando el ingeniero lo ordene, se regará agua sobre la superficie preparada, de manera que quede ligeramente antes de la aplicación del riego de material bituminoso.

- Aplicación de material bituminoso: El material bituminoso deberá aplicarse a una presión determinada, desde un distribuidor, sobre todo el ancho de la sección que deba ser imprimada, de manera que la rociada sea continua y uniforme.

Cuando debe mantenerse la circulación del tráfico, entonces el riego de imprimación deberá aplicarse solamente a la mitad del ancho de la sección a tratar, para permitir el tráfico por la otra mitad, evitando daños a la parte trabajada. Cuando esto sucede deberá

tenerse cuidado para que en la zona de traslapo de dos riegos paralelos sucesivos no se exceda la cantidad especificada de material bituminoso.

Los excesos de material bituminoso deberán ser eliminados de la superficie, usando métodos adecuados y aprobados por el ingeniero.

Aquellas zonas que no hubiesen sido imprimadas o que el riego resultara deficiente deberán ser trabajadas para corregir el desperfecto u omisión del caso. Al inicio y al final de un riego de imprimación, debe colocarse papel especial para garantizar la uniformidad al inicio y al final del riego de manera que las juntas de aplicación sean normales y traslapes. Una vez que el papel ha llenado su función debe ser retirado y eliminado en forma adecuada y definitiva.

Cuando deba mantenerse el tránsito, el riego de imprimación se hará en dos etapas, que cubra cada una la mitad de la calzada para permitir el tráfico en la otra mitad.

Tan pronto como el material bituminoso haya sido absorbido por los materiales de la zona tratada y no haya peligro de daños ocasionados por el tráfico, éste será transferido a la zona imprimada, para proceder al riego, indicado, incluso, la cantidad de material bituminoso.

Para evitar salpicaduras a la superficie de estructuras o árboles existentes, adyacentes a las áreas de riego, debe trabajarse con sumo cuidado, colocando protecciones adecuadas.

No se debe, bajo ningún concepto, drenar los tanques distribuidores o descargar residuos de material bituminoso en áreas de préstamo, cunetas o causes de agua.

Aplicación del material de secado: Si hubiese que dar paso al tránsito antes de que el material bituminoso haya penetrado lo suficiente para estabilizarse y exista el peligro de que la circulación de vehículos produzca daños en la superficie tratada, o que se aprecie un riesgo de daños por la acción de la lluvia, deberá usarse una protección con material de secado. Este material será usado cuando lo ordene el Ingeniero para cubrir una zona regada y que el material bituminoso no ha sido absorbido totalmente por los materiales.

## 2.11 Pavimentos Bituminosos

---

Las carpetas de concreto asfáltico son las que se construyen mediante el tendido y compactación de mezclas elaboradas en caliente en el tanque, utilizando cemento asfáltico.

- **Modificación en las mezclas:** Cuando sea necesario el Inspector podrá modificar las mezclas específicas para su uso en la obra en tramos bajo condiciones especiales de tráfico, para conformar, cubrir baches o reparar pavimentos existentes.
- **Diseño y composición de las mezclas:** El Contratista presentará al Inspector por lo menos 15 días antes de comenzar la producción de mezcla asfáltica, los cálculos y gráficos que dieron origen a la dosificación de la mezcla propuesta. Se usará el método de diseño Marshall descrito por ASTM en la designación 1159 u otro método aprobado por el Inspector. Simultáneamente a la entrega de la "fórmula para la mezcla" representantes del Contratista y el Inspector deben tomar muestras representativas de los apilamientos de agregados del material bituminoso y del aditivo utilizado en el diseño, para que el laboratorio a cargo del proyecto lo revise y ejecute los ensayos que considere necesarios para aprobar la fórmula de mezcla.
- **Composición de las mezclas y proporción de los materiales:** Las mezclas bituminosas deberán estar compuestas básicamente de agregados minerales, relleno mineral, aditivo si fuera necesario y material bituminoso íntimamente combinados en las proporciones y temperaturas específicas. Los distintos agregados minerales se separarán por tamaño y serán graduados uniformemente y combinados en proporciones tales que la mezcla resultante llene las exigencias de graduación para el tipo especificado de mezcla contratada.

La mezcla deberá tener suficiente asfalto para asegurar la durabilidad del pavimento. La estabilidad debe ser tal que el efecto del tránsito no distorsione o desplace el pavimento y sea proporcionada para que presente una trabajabilidad que permita un colocado eficiente.

De acuerdo a su finalidad los tamaños máximos de los agregados y vacíos de la mezcla deben estar en conformidad con el siguiente cuadro:

Componentes de la Mezcla	Tolerancia
Agregados que pasan el tamiz de 520 mm y retenidos en el tamiz N°4	5.0%
Agregados que pasan el tamiz N°4 y retenidos en el tamiz N° 200	7.0%
Agregados que pasan el tamiz N° 200	2.0%
Material bituminoso	0.5%
La mezcla deberá tener una estabilidad retenida mínima de	75.0%

Además el índice de resistencia retenida no será menor de 60 según la prueba AASHO T-165.

Aceptación de los materiales: Los agregados estarán sujetos a aceptación mediante muestras periódicas antes de adicionar el asfalto a la mezcla. La dosificación y características de la mezcla se aceptarán finalmente después de combinar y mezclar, muestreados en el sitio de entrega.

Agregados: Los agregados deben de llenar los requisitos siguientes:

- a. Agregados grueso: El agregado grueso (retenido en el tamiz N°8) deberá consistir de piedra o gravas trituradas y deberán cumplir los siguientes requisitos:
  - I. Porcentaje de desgaste
  - El porcentaje de desgaste en la prueba de abrasión de Los Ángeles será de 40 Max.
  - II. Cuando se usa grava triturada no menos del 50% de las partículas retenidas en el tamiz N° 4 deben tener una cara fracturada.
  - III. Graduación: La graduación del agregado grueso debe ser tal, que una vez combinado con el agregado fino cumpla con los requisitos granulométricos establecidos en la tabla siguiente:

- Requisitos sobre graduaciones en pavimentos bituminosos mezclados en caliente en tanque.
- % pasando por peso en mallas cuadradas AASHO T II y T 27.

Mallas	Graduación		
	A	B	C
25.4 mm	100		
19.0 mm	80-100	100	
12.7 mm			100
9.5 mm	60-80	70-90	80-100
N°4	45-65	50-70	55-75
N°8	35-50	35-50	35-50
N°30	19-30		18-29
N°50	13-23	13-23	13-25
N°100	7-15		8-16
N°200	0-6	3-8	4-10

- b. Agregado fino: El agregado fino (que pasa el tamiz N°8) deberá consistir de arena natural, polvo de piedra o una combinación de ambos y de las cuales consisten en partículas duras al tacto, libre de cantidades perjudiciales de arcilla y/u otras sustancias deletéreas.

El agregado fino que pasa por el tamiz N°40 deberá tener un índice plástico igual o menor de 6 y la graduación deberá ser tal que cuando se combine con las otras fracciones de agregados en las proporciones adecuadas, la mezcla resultante cumpla con la graduación exigida en la mezcla para el pavimento flexible.

Materiales bituminosos y aditivos: El material bituminoso consistirá de cemento asfáltico y deberá satisfacer los requisitos AASHO M-20.

Los aditivos utilizado para prevenir el desnudamiento o separación del recubrimiento bituminoso o mejorar características de la mezcla asfáltica o del asfalto, deberá ser un producto de calidad reconocido para el propósito que se persigue y deberá ser aprobado previamente con base a pruebas de laboratorio para su uso en la obra. Este producto no deberá tener efectos nocivos para el material bituminoso y debe ser completamente admisible.

Ejecución: Antes de proceder a la construcción de la carpeta, la base deberá estar debidamente preparada e imprimada.

El Ingeniero fijará en cada caso, el lapso que deba transcurrir entre la imprimación de la base y la iniciación de la construcción de la carpeta. Por ningún motivo, se permitirá el tránsito de vehículos livianos o pesados por las áreas imprimadas.

Salvo orden de contrario, se dará un riego de liga en toda la superficie que quedará cubierta con la carpeta, utilizando un material asfáltico de tipo y en la cantidad que fija el proyecto u ordene el Inspector. Este riego deberá darse antes de iniciar el tendido de la mezcla asfáltica, dejando transcurrir entre ambas operaciones el tiempo necesario para que el material asfáltico regado adquiera la viscosidad adecuada. Antes de aplicar el riego de liga sobre la base imprimada esta deberá ser barrida para dejar exenta de materiales extraños y polvo.

En todas las carpetas construidas por el sistema de mezcla en tanque estacionarias el Contratista deberá obtener previamente la aprobación del Inspector para el equipo que pretende usar. Este equipo consistirá en una distribuidora de asfalto y una compactadora vibratoria como mínimo. La distribuidora de asfalto tendrá un ancho de por lo menos la mitad de la carpeta.

## **2.12 Capa de Liga**

El trabajo cubierto por esta sección, consistirá en la preparación y tratamiento de una superficie existente, sea ésta de hormigón o bituminosa, con material bituminoso aplicado de acuerdo con las Especificaciones y razonablemente ajustada a los alineamientos, las rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostradas en los planos o fijados por el Inspector.

El tipo y calidad del material bituminoso corresponderá al solicitado y especificado en el Cartel de Licitación. El material bituminoso deberá responder a los requerimientos de

clase y tipo solicitados en el Cartel de Licitación y deberá cumplir con las especificaciones correspondientes del AASHO.

El Contratista deberá proveer, a satisfacción del Inspector, el equipo para calentar y aplicar los riegos del material bituminoso. Para limpiar y acondicionar la superficie a tratar, el Contratista deberá suplir una escoba mecánica y un equipo mecánico para eliminar el polvo.

El distribuidor del material bituminoso deberá ser escogido, equipado, manteniendo y operado de tal manera que garantice una aplicación o riego uniforme sobre franjas de diferentes anchos hasta 4.5 metros a razones determinadas y controladas desde 0.2, hasta 9 litros por metro cuadrado con presión uniforme, con una tolerancia lógica de variación de 0.1 litros por metro cuadrado.

El equipo distribuidor incluirá un tacómetro, medidores de presión, dispositivos para medir volúmenes en forma exacta o de un tanque calibrado, termómetros para medir la temperatura del contenido del tanque, una unidad de fuerza para permitir el uso de una bomba y asegurar la total circulación de material por barras rociadoras que puedan ajustarse transversal, lateral o verticalmente.

Preparación de la superficie a tratar: Para estar lista a recibir el tratamiento, la superficie existente deberá ser preparada, limpia y estar libre de irregularidades para certificar una superficie realmente lisa y uniforme. Aquellas áreas flojas y onduladas deberán removerse y reemplazarse los materiales por otros idóneos de manera que la reparación sea aceptable.

Ampliación del material bituminoso: El material bituminoso deberá ser uniformemente distribuido, a presión y a una proporción determinada por cantidad determinada dentro de las 24 horas anteriores a la colocación de la capa de recubrimiento

La capa liga deberá aplicarse en una forma tal que provoque los menores inconvenientes del tráfico, permitiendo la circulación del mismo por una vía pero evitando la circulación



sobre la zona o la franja regada para que el material bituminoso no sea arrastrado y acarreado en las llantas neumáticas.

La capa de liga no deberá regarse durante un tiempo húmedo muy frío después de la puesta del sol o sobre una superficie húmeda

Deberá aprobarse antes de la aplicación de la liga, la zona o área en que se aplicara, al igual que, la cantidad, proporción y temperatura de la aplicación.

Deberá tenerse especial cuidado para no salpicar la superficie de estructuras o de ravioles que estén situados cerca de las áreas donde se trabaje. Los materiales bituminosos no deberán desecharse descargándolos o drenando el equipo distribuidor en áreas de préstamo, quebradas o cauces de agua.

La superficie tratada con el riego de material bituminoso, deberá dejarse secar hasta que se ponga suficiente pegajosa y en óptimas condiciones para recibir la capa de cobertura. Hasta el momento de estar colocada la capa de cobertura, el Contratista deberá cuidar y proteger la capa de liga.

## 2.13 Pavimento de Concreto

Se entiende por pavimentos rígidos aquellos cuya capa de rodamiento está construida por la losas de concreto hidráulico, que pueden estar apoyadas sobre una base generalmente del tipo granular o directamente sobre la subrasante cuando esta es de buena calidad.

El elemento fundamental del pavimento lo constituyen las losas de concreto hidráulico, las cuales tienen como finalidad proporcionar al tránsito una capa rígida, estable, resistente al desgaste, prácticamente impermeable, de superficie uniforme y de textura adecuada al rodamiento.

De existir, las losas de concreto del pavimento para las calles y demás zonas de circulación de vehículos serán del espesor y condiciones especificadas en los planos constructivos. La resistencia del concreto empleado en las losas de pavimento para circulación de vehículos

será de 250 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo y en su preparación y colocación se seguirán las indicaciones de los Capítulos Concreto y Losas De Piso. El tamaño máximo del agregado grueso, para espesores mínimos de 15 cm será de 63 mm.

Las Juntas en los pavimentos de concreto tienen por objeto controlar el agrietamiento debido a los esfuerzos de compresión, tensión y flexión en las losas. Se dispondrán juntas de control preferentemente en los ejes de columnas y en los sitios indicados en los planos, pero enmarcando cuadros no mayores de 3 x 5 m. La disposición y forma de las juntas de control y de las llaves o muescas serán según detalle dado en los planos constructivos o según lo indique el Inspector.

Todas las juntas de construcción llevarán pasa-juntas corrugadas de  $\frac{3}{4}$  de diámetro con una longitud de 50 cm colocadas a un nivel que corresponda a la mitad del espesor de la losa, espaciada a cada 60 cm

Al retirar los moldes en estas juntas y en cuanto a la superficie del concreto se encuentre lo suficientemente seca, se procederá a pintarla con cemento asfáltico hasta lograr un espesor uniforme de 3mm antes de proceder al colado de losa contigua. La Junta deberá sellarse con un material compresible e impermeable para evitar que penetren sustancias extrañas y que a la vez se puedan absorber los movimientos de las losas.

Colocación y vibrado del concreto. Antes de iniciar la colocación de concreto se deberá humedecer la superficie de la base hasta saturarla, pero sin que se formen charcos.

Será conveniente que la revolvedora o el camión viertan directamente sobre el punto de colocación del concreto, para evitar su segregación. La altura de caída del concreto no deberá ser mayor de 50 cm. El concreto en el momento de colocarse tendrá la consistencia especificada por el revenimiento de proyecto.

La revoltura se distribuirá uniformemente sobre la superficie preparada y se compactará mediante vibrador de inmersión, seguido de una regla vibratoria hasta lograr una compactación uniforme y la eliminación de huecos

Acabado del pavimento. Una vez conformada la superficie mediante el vibrado superficial se aplanan con llana de madera de mango largo, después se afina con banda de lona, yute u otro especificado en planos, con objeto de lograr una superficie antideslizante sin prominencias ni depresiones. No se permitirán crestas ni depresiones mayores de 4 mm medidos con una regla paralela al eje de la vía. En ciertos trabajos es muy importante el acabado se debe hacer por medio de una máquina terminadora, que consta de una enrasadora que realiza la nivelación exacta del pavimento y de un dispositivo de acabado que afina la superficie y la hace áspera, algunas de estas máquinas también tienen un vibrador intermedio.

Las juntas de las juntas longitudinales y transversales se redondean con un radio aproximado de 4 mm, para lo cual se emplea un volteador que se pasa sobre el concreto inmediatamente después de terminado el afinado de la superficie.

Curado sobre el pavimento. En los pavimentos rígidos es de vital importancia el curado del concreto, el cual se puede hacer por cualquiera de los métodos para superficies horizontales.

Sin embargo se considera que el método más adecuado para este elemento es el de membrana impermeable, el cual debe hacerse inmediatamente después de terminarse la superficie del pavimento.

Protección del Concreto. El pavimento de concreto hidráulico terminado, deberá protegerse con barreras al tránsito de vehículos o personas, por un tiempo mínimo de 4 días si se utiliza cemento de resistencia rápida y 7 días con cemento de resistencia normal.

Una recomendación muy importante es de que se debe autorizar la construcción de este tipo de pavimentos una vez que se hayan introducido todos los servicios que interfieran con él, como; drenaje, agua potable, ductos de semáforos, alumbrado etc. Para no efectuar rupturas después de haberse terminado.

## 2.14 Estabilización de Base con Cemento Portland

Este trabajo consistirá en la construcción de una o varias capas de una mezcla de agregados y cemento Pórtland sobre una superficie preparada de acuerdo con las especificaciones y ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostradas en los planos o fijadas por el Inspector.

### 2.14.1 Agregados

Los agregados para bases tratadas con cemento, deberán consistir en partículas duras y durables de piedras, gravas, tobas o lastres terminadas o trituradas para obtener la graduación que se indica a continuación:

Tamiz	% Pasando
50.8 mm	100
Nº4	50-100
Nº40	20-70
Nº 200	5-35

Los agregados deberán tener un límite líquido no mayor de 40 y un índice plástico igual o menor de 8, de acuerdo AASHO-T-89 y T-90 respectivamente.

La Resistencia de la base estabilizada con el porcentaje de cemento Pórtland establecido y compactado al 100% de la densidad máxima obtenida según ensayo AASHO T-134, deberá cumplir con el requisito: Resistencia min. Permisible 30 Kg. Cm, tiempo de curado 7 días.

Requisitos para la construcción. El Contratista podrá utilizar el método de mezclados móvil, mezcla en planta o mezcla en camino. Todos estos métodos están descritos en la sección 308 del CR-77

Compactación y acabado. La compactación de la base será determinada de acuerdo con AASHOT-147, T-191, T -205 y otras pruebas aprobadas incluyendo el uso de aparatos nucleares, debidamente calibrados

El porcentaje de humedad en la mezcla terminada no debe ser mayor de 5% en exceso de la humedad óptima determinada por AASHTO T-134.

La compactación de la superficie deberá ser realizada sobre toda la acción transversal correspondiente.

Todas las deformaciones deberá ser eliminadas y la superficie compactando nuevamente.

Protección y curado. Después de terminada la base estabilizada con cemento se deberá mantener húmedo continuamente hasta que se haya aplicado una película protectora de material bituminoso encima de la base. No se permitirá antes de los siete días de construida la base, la colocación de las capas de rodamiento de la carretera.

Restricciones de tránsito. No deben permitirse el tránsito de vehículos durante las operaciones de mezclado, distribución y compactación inicial de mezcla.

## **2.15 Enzacadado de Zonas Verdes**

Este trabajo comprenderá la preparación del lecho para el césped, el corte, el acarreo y la colocación del césped vivo formado de hierbas perennes y el suministro y extendido de fertilizantes todo ello realizado de acuerdo con las presentes especificaciones, en los lugares mostrados en los planos o indicados por el Ingeniero.

Temporada: Las operaciones de colocación de césped vivo, deberá realizarse durante la temporada normal del año fijado en los planos o en la especificaciones especiales o autorizadas por el Ingeniero.

Lugares de abastecimiento del césped: El Contratista deberá notificar al Ingeniero con tres días de anticipación, la fecha en que se iniciara a cortar el césped para que las fuentes de aprovisionamiento sean aprobadas, por el Ingeniero en posición original, antes de que sea cortado y entregado en la obra.

Preparación y limpieza del terreno antes de efectuarse la entrega de césped deberán especificarse las zonas a cubrir, una vez nivelada mediante el uso de arados de disco, rastras y otros método aprobado que permita aflojar la tierra hasta la profundidad indicada en los planos. La limpieza deberá incluir la remoción de todas las piedras mayores de 5 cm de diámetro, ramas, troncos y otros desechos que puedan obstaculizar la colocación y el desarrollo del césped

En pendientes del terreno, mayores de tres horizontal por uno vertical, podrá reducirse la profundidad de la escarificación de acuerdo a lo ordenado. Sin embargo, la superficie del terreno deberá ser aflojada con anterioridad a la aplicación del fertilizante. El césped en cuadros macizos deberá ser colocado cuando el terreno se encuentre húmedo. Las zonas a cubrir deberán ser bien humedecidas antes de la colocación del césped. Los cuadros se colocaran borde contra borde y con las juntas en forma discontinua. Las aberturas deberán ser rellenadas con tierra vegetal aceptable.

Después de la colocación y relleno de las juntas el césped deberá ser cilindrado o apisonado mediante el uso de equipo aprobado con el objeto de eliminar bolsas de aire y proporcionar una superficie pareja.

El césped deberá ser regado al colocarse y tendrá que ser conservado húmedo por el Contratista hasta el final del trabajo. El Contratista deberá colocar las señales de advertencia y las barreras necesarias y regar las zonas de césped y arreglar o reponer las partes que no presenten un crecimiento uniforme del césped.

## **2.16 Especificaciones Arquitectónicas**

### **2.16.1 Especificación de cubierta:**

Tipo Metal.lock 50 esmaltado azul. Norma de Esmaltado JIS G-3312 CGCC (ASTM A755). De igual forma, la cubierta tiene tramos en color blanco.

Las láminas de metal-lock se deben de instalar por columnas, de canoa a cumbrera, además se debe de fijar con los sujetadores al clavador, se coloca la siguiente y se sella el equipo portátil. Se recomienda el uso de un escantillón a lo ancho de las láminas para garantizar que estas queden paralelas, y dar la posición exacta del sujetador. La fijación al clavador se deberá de hacer utilizando el sujetador suministrado por el fabricante. El mismo se colocará sobre el ala inferior y de inmediato atornillando este al clavador, se coloca luego la siguiente lamina al ala superior sobre la lámina y el sujetador, al final se debe de deslizar el equipo de sellado portátil. El tornillo auto perforante a utilizar será el A14075 de fijación de 19mm de longitud.

Para calcular el N° de sujetadores y tornillos a la estructura, se hace mediante la fórmula  $NF=(N+1)* Na$ .

- $NF=N^{\circ}$  de fijadores
- $N=N^{\circ}$  de laminas
- $Na=N^{\circ}$  de apoyos por hilera.

Los clavadores no deberán de espaciarse más de 1.20 m.

Las cumbreras y botaguas a utilizar serán esmaltadas de color igual a las láminas de cubierta., se deben de instalar uniéndolos a las alas de las láminas en la parte superior con tornillos de 19 mm.

### **2.16.2 Especificación de ventanas, puertas y portones**

Los tipos y las dimensiones de las puertas y de las ventanas se construirán de acuerdo con los detalles indicados en los planos, previa verificación de las medidas reales de los boquetes. El Contratista será el único responsable de que las medidas de las puertas o de las ventanas calcen con los boquetes respectivos ya que el ajuste de puertas, de ventanas y marcos se debe realizar de manera cuidadosa para garantizar un funcionamiento adecuado de los elementos móviles y una eficaz impermeabilidad contra la lluvia.

Los marcos a utilizar serán de aluminio arquitectónico extruido anodizado Clase II de 0.4" como mínimo color negro mate (código 90) de 44.50x76.20mm, según se indica a continuación:

- TO0132 para canal reforzado de 1 aleta descentrada de 44.50x76.20x2.16mm
- TO0134 para canal reforzado de 1 aleta centrada de 76.20x44.50x2.16mm
- TO0328 para tubo liso de 44.50x76.20x2.00mm.

Las venillas o molduras de fijación de los vidrios se proveerán de aluminio X-11 de 2" x 1" de ceja, extruido, anodizado, esmaltado al horno, color negro mate.

Se fijará a las paredes y particiones con tornillo autorroscante inoxidable de 3" con tacos plásticos tipo PFISHER. Cuando sean exteriores, con los empaques, la masilla y otro aditamento que se requiera para impedir en su totalidad el paso de la lluvia.

El vidrio a utilizar será del tipo laminado con resina con grado de seguridad A, de color reflectivo azul de 13.5 mm de espesor.

La capa de resina será de 1.5 mm, la cinta perimetral para laminar será transparente.

El espesor del paño de vidrio a laminar será de un mínimo de 3mm.

El tamaño mínimo del vidrio a laminar será de 500x500mm, y el tamaño máximo del vidrio a laminar será de 2000x2000mm, o 250 Kg. en peso para multilaminados.

Vidrio laminado de 7.5mm de espesor mínimo:

- 7.5 mm de vidrio
- 1.5mm de resina
- 7.5 mm de vidrio.

Hermeticidad (o aislamiento acústico) de ventanas, puertas y portones:



- El aislamiento acústico se refiere al conjunto de materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para aislar o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio.

Para esto el Contratista propondrá al Ingeniero Inspector el proceso a desarrollar, empero, en cualquier caso se deberá contar con lo siguiente:

- Doble forro, dos c/u láminas # 16
- Esqueleto de 2"
- Aislante: Espuma de poliuretano
- Cada puerta ó portón tendrá alrededor un empaque de neopreno o cualquier otro tipo de aislante acústico en todos los bordes.

#### ***2.16.2.1 Marcos de puertas y ventanas***

---

Los marcos de las puertas y ventanas tendrán sello de poliuretano (entre el marco y la pared)

#### **2.16.3 Pisos Cerámicos**

Se colocará piso cerámico tipo PEI V, color gris claro, donde así lo indiquen los planos. Todas las unidades serán de primera calidad, con tonalidades, tamaño y textura uniformes y sin grietas. Las piezas serán de 30 x 30 cms, como mínimo.

La cerámica tile será fijado con mortero delgado de pega Bonsal 759 o similar. Las sisas serán de 3 mm de ancho rellenas con fragua epóxica Bonsal B-160 o similar.

El piso se continuara 75mm como rodapié en las paredes.

#### **2.16.4 Azulejo**

Se usará azulejo especial para enchapes en las paredes que se indiquen en los planos. Todo el azulejo empleado debe ser de primera calidad y de color y textura uniformes. Su tamaño será de 15 x 15 cms para los pisos y paredes de los baños y de 30X30 cms para el enchape de paredes del tanque y edificio, con un espesor mínimo de 5 mm. El color será azul

oscuro en paredes externas donde así se indique, y color gris claro en baños, según se indica. En cualquier caso, los colores serán definidos en campo por el ingeniero inspector.

Antes de proceder a colocar el azulejo, la pared se deberá lavar y limpiar, humedeciéndola bien y removiendo todo el material que esté suelto. Se debe de utilizar mortero delgado de Bonsal 759 o similar. El azulejo deberá colocarse presionándolo firmemente contra el mortero hasta dejarlo a nivel, a plomo, y parejo con las líneas finales de la pared. Las sisas serán de 3 mm. de ancho aproximadamente, rellena con Porcelana Bonsal. El Contratista debe suministrar diferentes opciones en calidades y colores. En ningún caso se aceptará el uso de cemento blanco como relleno. Donde se indique se harán ochavos de 2.5 cms de lado en unión pared-pared.

En los pisos de los baños, se colocará azulejo antiderrapante. El color, tono y estilo, así como las superficies, colocadas y fraguado de las juntas, deberán tener el visto bueno del Inspector.

## **2.16.5 Acabado de paredes**

### **2.16.5.1 Generalidades**

El Contratista debe garantizar materiales, mano de obra e instalación de los acabados por un mínimo de dos años a partir de la fecha de recibido.

El Contratista debe reponer, sin costo alguno para el AyA, todo acabado que muestre defectos, decoloraciones, manchas, más desgaste de lo normal permisible, caída del material o sisa.

En el formateo y vaciado de estas paredes deberán emplearse materiales y mano de obra de alta calidad para obtener el efecto deseado, como son una superficie uniforme, a plomo y sin asperezas o descoloramientos. Para estos casos sólo se usará formaleta metálica.

---

### ***2.16.5.2 Repellos y afinados***

---

A menos que se indiquen otros acabados, todas las paredes, columnas, pilastres de columna, secciones entre marcos de puertas o ventanas y caras de las paredes, montantes y dinteles de ventanas y puertas, deberán acabarse con repello fino y enmasillado.

Se debe repellar detrás de todos los gabinetes, rodapiés y equipos fijos. Toda pared o elemento de obra expuesta a la vista y para el cual no se indique acabado deberá repellarse.

Todas las paredes deberán repellarse por lo menos 10 cms. por encima del nivel del cielo terminado.

El Contratista será responsable por cualquier defecto que aparezca más tarde en los repellos, debiendo renovar el trabajo por su cuenta.

### ***2.16.5.3 Materiales***

---

Cuando no se indique algo distinto, se entenderá que los repellos serán con cemento Portland Tipo U ASTM C-150.

La arena debe estar limpia, libre de arcillas, sales solubles o materia orgánica en cantidades perjudiciales, debe cumplir con las normas ASTM-33. Para la capa final de afinado podrá utilizarse una arena de graduación más fina, pero debe evitarse en todo caso el uso de arenas muy finas.

Será cal hidratada. Al almacenarla se protegerá del sol y del riesgo de excesiva evaporación.

El agua debe estar, limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, materias orgánicas u otras materias dañinas.

Las paredes internas llevarán un acabado con pasta lisa y fina, y tres manos de pintura acrílica satinada color celeste claro o similar.

Las paredes externas salvo que se indique lo contrario en planos llevarán un acabado final con tres manos de pintura acrílica antihongos color celeste claro o similar.

### **2.16.6 Mezclado de repello**

Excepto en donde se apruebe mezclado a mano de pequeñas cantidades, se usará para mezclado de repello, mezcladoras mecánicas de un tipo aprobado.

Después de cada pilada se limpiará las mezcladoras, cajones de mezclado y las herramientas.

Una vez mezclado, el mortero debe ser de color y de consistencia uniforme. No se permitirá volver a mezclar con agua el repello ya preparada. Debe descartarse todo material de repello que haya comenzado a endurecerse. Debe prepararse únicamente la cantidad que se pueda usar dentro del término de una hora.

#### **2.16.6.1 Aplicación del repello**

Se preparará la superficie removiendo sobrantes de amarras, clavos, madera, etc. Se repararán todos los defectos que presente la superficie tales como "hormigueros", costras, rebabas, etc.

Cuando se trate de superficies de concreto armado, éste deberá picarse bien antes de proceder a repellar. Sólo se permitirá el pringado para producir adherencia en las áreas de concreto, si éste se hace dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes al colado del hormigón.

Las superficies de mampostería serán humedecidas con un rociador e inmediatamente después se hará una aplicación de un pringado de 0.65 cms de espesor aproximadamente, de mortero de cemento y arena gruesa en proporción 1:5 mezclados con un aditivo igual o similar a Platimet, Cimex o cal hidratada de primera calidad. Esta capa deberá dejarse fraguar por lo menos durante veinticuatro horas.

El mortero para los repellos debe prepararse en mezcladoras mecánicas aprobadas por la Inspección. Después de cada pilada deben limpiarse las mezcladoras, los cajones de mezclado y las herramientas. Cuando los Inspectores lo aprueben, podrá prepararse el mortero a mano en una batea de madera. Por ningún motivo se permitirá su preparación en el suelo, directamente en contacto con la tierra o sobre superficies terminadas de concreto.

Una vez mezclado, el mortero debe ser de color y de consistencia uniforme. No se permitirá volver a mezclar con agua el repello ya preparado. Debe descartarse todo material de repello que haya comenzado a endurecerse. Debe prepararse únicamente la cantidad que se pueda usar dentro del término de una hora.

Luego debe procederse a la confección de unas maestras que consistirán en tacos de madera de no más de cinco centímetros de ancho, colocados a plomo exacto. Entre estos tacos se colocará una franja de mortero vertical de 0.65 cms de espesor, que servirá de guía o maestra al codal.

Después de veinticuatro horas, como mínimo, de fragua de las maestras, se procederá al llenado de las áreas comprendidas entre estas, emparejando el repello con codales.

Después de doce horas de repellada la superficie, deben removerse los tacos de madera y rellenar los huecos dejados por ellos. Luego se procederá a planchar la superficie con llaneta de madera, humedeciendo la superficie.

Después de ocho días, se aplicará el material de afinado en la siguiente proporción por volumen: una parte de cemento Pórtland tipo U ASTM C-150, cuatro de arena natural, limpia, libre de arcillas, sales solubles o materias orgánicas en cantidades perjudiciales, y una de masilla de cal. Esta capa final será de 0.2 cms de espesor, acabado con llaneta o con plancha fina de madera, dejando una superficie de textura uniforme. La capa a rellenar se extenderá hasta el piso.

En todas las etapas del repellado deben curarse las superficies manteniéndolas bastante húmedas y protegidas del sol. Todos los repellos de las superficies verticales deben quedar a codal y a plomo, y los repellos de las superficies horizontales deben quedar a nivel.

Para la preparación de la masilla de cal se usará cal hidratada ASTM C-206, o cal viva (pulverizada) ASTM C-5, cuando se cuente con tiempo y facilidades adecuadas para su envejecimiento.

Cuando se use cal hidratada, ésta se mezclará con agua para formar la masilla y luego se dejará en reposo por lo menos quince minutos antes de usarla.

El espesor total del repello debe ser de 1.5 cms. (0.65 cms de la capa del pringado, 0.65 cms de la segunda capa y 0.2 cms de la capa del afinado). Por ninguna circunstancias se permitirá el reapisonamiento del mortero para obtener un espesor uniforme una vez iniciada la fragua.

#### ***1.1.1.1.3 Remiendos***

---

El repello que tenga rajaduras, ampollas, agujeros, grietas o decoloraciones de cualquier origen, no será aceptado, debiendo ser removido y reemplazado con repello nuevo. Los remiendos deberán calzar con el trabajo similar existente en forma tal que no sea necesario lijarlos para obtener el plano verdadero.

No se permitirá el uso de repellos para corregir desplomes de paredes o columnas.

#### ***2.16.6.2 Repello tipo concreto lavado***

---

Antes de preparar el mortero se seleccionará la arena de tal manera que su granulometría sea aceptada por los Inspectores. Luego, una vez puesto el repello y estando éste todavía húmedo, se aplicará con rodillo un aditivo igual o similar a Rugasol de Sika. Al día siguiente se desprenderá el mortero retardado usando cepillo duro y agua a presión.

Todas las superficies deberán quedar uniformes y con la misma textura, para lo cual deberá tenerse especial cuidado en seleccionar el tipo y calidad de la arena.

Por último se aplicará en las paredes con este repello que dan al exterior del edificio dos capas de un impermeabilizante igual o equivalente a Sika Transparente.

### **2.16.7 Revestimiento**

Todas las superficies a base de cemento, en las que se indique como acabado algún revestimiento especial, deberán dejarse con repello áspero sin afinar, para obtener la adherencia necesaria del material.

No se aceptarán revestimientos aplicados sobre repellos flojos, con ondulaciones, asperezas o grietas

Todos los revestimientos de un mismo plano vertical deben quedar al mismo plomo.

El rodapié especificado para todas las paredes no se colocará donde haya revestimientos vitrificados o similares a juicio de los Inspectores, que arranquen desde el piso.

### **2.16.8 Cielos Suspendidos**

Donde los planos indiquen cielos falsos suspendidos, de fibra mineral u otro material adecuado, se usará un emplantillado suspendido de molduras T y L, de aluminio "Mill-Finish" en módulos de 0.61 x 1.22 mts. (2" x 2") y un angular de 19 x 19 mm., también de aluminio, alrededor de las paredes y de las columnas. La suspensión deberá colocarse a escuadra y nivel perfectos y se suspenderá de la estructura mediante tirantes de alambre galvanizado No. 16. Cuando haya necesidad de partir el material y cambiar los módulos de 0.61 x 1.22 mts ya sea para colocar lámparas o para apegarse a las irregularidades del trazo de paredes, etc., se hará un trabajo nítido usando herramientas y mano de obra especializada.

El Contratista deberá seguir las instrucciones del fabricante en cuanto al modo de colocación de las piezas metálicas de soportes y garantizar el perfecto funcionamiento del

sistema. Para evitar que las baldosas se levanten con el viento, deberán fijarse a la suspensión por medio de ganchos especiales para este propósito.

### **2.16.9 Aleros**

Los aleros serán de Fibrolit 100 de 12 mm de espesor, con estructura metálica atornillada. Las uniones entre láminas se rellenarán con epóxico Pegacem de Pintura Sur, con un acabado final de pintura de aceite satinada en dos aplicaciones sobre una aplicación de pintura acrílica, color gris claro.

### **2.16.10 Pintura**

#### ***2.16.10.1 Generalidades***

El Contratista deberá garantizar por escrito al AyA la pintura por un lapso no menor de dos años a partir de la fecha de entrega de la obra, obligándose a pintar de nuevo, cuantas veces sea necesario, las superficies que sufran un deterioro mayor al normal en el lapso antes estipulado, a criterio de los Inspectores.

Todas las pinturas, primarios, diluyentes, impermeabilizantes, solventes, esmaltes, anticorrosivos, preservantes, selladores, tintes, tapa poros, lacas, pastas para enmasillar, etc., deben ser de primera calidad y de una marca reconocida. Tanto las pinturas para interiores como para exteriores deben ser especiales para cada fin, sujetas a la aprobación del Inspector.

Esta ha de venir en envases etiquetados de fábrica y no se permitirá mezclar ni aplicar preparaciones provenientes de envases no identificados.

La pintura será usada sin alteración y podrá ser diluida solamente con los solventes recomendados por el fabricante.

Sólo en caso de que se indique lo contrario, todos los materiales deben ser aplicados de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante.



El acabado de las superficies pintadas debe ser de primera calidad y debe hacerse un enmasillado cuidadoso donde sea necesario para que las superficies por pintar queden completamente lisas.

El Contratista está en la obligación de presentar al Inspector catálogos de la clase y marca de pintura que piensa utilizar.

#### ***2.16.10.2 Mano de Obra y Equipo***

---

La mano de obra debe ser calificada y disponer de todas las herramientas necesarias para el buen acabado de la obra. Bajo ninguna circunstancia deben quedar irregularidades en la aplicación y pigmentación del acabado, marcas de brocha o rodillo, bombas, abultamientos, asperezas, grietas, etc.

Las superficies que no queden adecuadamente cubiertas con la cantidad de aplicaciones estipuladas como mínimo, deberán ser nuevamente pintadas, tantas veces como sea necesario, por cuenta del Contratista hasta que cumplan con lo estipulado por el Inspector.

No se aplicará ninguna pintura en superficies mojadas o húmedas ni antes de que la aplicación anterior esté seca.

Todas las superficies repelladas recibirán como mínimo dos aplicaciones de pintura en interiores. Debe dejarse transcurrir cuando menos tres horas entre aplicaciones.

Todo trabajo en exteriores se debe dejar secar un día como mínimo, antes de aplicar la siguiente capa de pintura.

El Contratista tomará las medidas de prevención del caso para evitar derrames o salpiques de pintura sobre vidrios, cerrajería, tapas eléctricas, pisos, elementos ornamentales, equipo instalado y en superficies de madera que vayan a recibir barniz como acabado final.

De ninguna manera se permitirá pintar superficies exteriores ni interiores cuando existan condiciones ambientales adversas, tales como extremos en temperatura, humedad relativa, carencia de ventilación, limpieza adecuada, etc.

Todo trabajo de pintura deberá contar con la aprobación del Inspector.

## **2.16.11 Superficies de Concreto**

### **2.16.11.1 Preparación de la superficie**

Las superficies de cemento, concreto y bloques, deben dejarse envejecer de 60 a 90 días antes de la aplicación de la pintura, de lo contrario, para neutralizar la alcalinidad presente en toda superficie nueva de concreto, es necesario lavarla previamente con una solución de Sulfato de Zinc en una proporción de 250 a 350 gramos de sulfato por litro de agua. Esta solución debe dejarse en la superficie entre 15 y 30 minutos y luego debe lavarse con agua dulce y limpia.

Las superficies duras o muy lisas es necesario tratarlas con una solución de Ácido Muriático en una proporción de 1 litro de ácido por cada 4 litros de agua. Esta solución se debe dejar en la superficie durante 15 minutos para luego ser enjuagada completamente con agua limpia.

La superficie debe emparejarse y alisarse completamente a base de lija de grano mediano o piedra de esmeril.

Si existieran hongos (manchas negras, rojas o verdes) se debe cepillar la superficie con una solución de ¼ de taza de detergente y ½ taza de blanqueador a base de cloro, por galón de agua tibia y dejar el producto por 10 minutos; luego se lava con agua limpia.

La superficie, después de estar libre de polvo, aceite, herrumbre, cal, hongos, pintura suelta o escamada, etc., y completamente seca, todas sus abolladuras, rajaduras leves, juntas y otros defectos, se enmasillará con una espátula especial, removiendo excesos y lijando con un grano mediano fino.

---

### ***2.16.11.2 Aplicación***

---

Internamente se aplicará un acabado con pasta para Intemperie de Protecto lisa fina con Pintura Glidden Domestic Aceite, color a escoger por el Inspector, en dos aplicaciones sobre una aplicación de Glidden Domestic Acrílica blanca externamente se aplicará un impermeabilizante de Gli-til blanco de Glidden.

### ***2.16.11.3 Muestras y pruebas***

---

Antes de aplicar ninguna pintura al repello, se limpiarán las superficies y se procederá a hacer una prueba con sellador con un pigmento verde claro que se dejará secar por 72 horas; para comprobar que la superficie está completamente seca, no debe haber cambio de color ni formación de burbujas.

El Contratista suministrará muestras y catálogos de todos los acabados al Inspector para la aprobación de colores y texturas. El trabajo deberá corresponder a las muestras aprobadas.

Después de la selección preliminar de colores, se aplicarán a las áreas respectivas muestras grandes de cada uno de ellos. Las muestras tendrán un metro de ancho por la altura total de la pared y antes de continuar con la primera aplicación se ajustará el matiz de cada color según indicación del Inspector.

### ***2.16.11.4 Superficies metálicas***

---

Las especificaciones metálicas deberán cumplir con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas Estructurales.

El color de las estructuras metálicas de la estación de Santa Ana, bajantes de agua pluvial expuestos y canoas será de color blanco.

### COLORES

Item	Área de Aplicación	Descripción	Recomendado	Color	Código	Muestra
1	Malla Limitrofe	Pintura Fast Dry Color Aluminio para Malla	<b>Protecto</b> Anticorrosivo	Aluminio	602	
2	Exterior de Caseta	Esmalte de Aceite para Concreto	<b>Value Supra</b>	Tinte Base	66c-2t VA1106	
3	Ventanas y Bordes Exteriores	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White WS705	
4	Interior de Casetas	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White WS705	
5	Exterior de Tuberías	Pintura Epoxica Verde	Wasser Poliuretano, <b>Grupo Kativo</b>	Green	N/D	
6	Piso de Interior de Caseta	Recubrimiento Epoxico para Pisos	Maxipoxy 105 ( <b>De INTACO</b> )	Gray	127-727	
7	Exteriores de Concreto Puro	Sellador Transparente para Concreto	Maxiclear ( <b>De INTACO</b> )	Sellador Transparente	100-116 108-313	
8	Soportes de Concreto de Tubería	Esmalte de Aceite para Concreto	<b>Value Supra</b>	Tinte Base	66c-2t VA1106	
9	Manubrios de Válvulas	Esmalte de Aceite para Exteriores	Super Dry <b>LANCO</b>	Safety Red	1D3-8 SD-931	
10	Líneas de Seguridad y Cobertores	Esmalte de Aceite para Exteriores	Super Dry <b>LANCO</b>	Caterpillar Yellow	SD-933	
11	Exterior de Motores y Ductos Eléctricos	Pintura Fast Dry Exteriores Color Gris	<b>Sur</b> Fast Dry	Gris Claro	560	
12	Pluviales	Pintura Fast Dry Exteriores Verde	<b>Protecto</b> Fast Dry Verde	Verde John Deere	530	
13	Puertas de Casetas	Pintura Fast Dry Exteriores Gris	<b>Protecto</b> Fast Dry Gris Claro	Gris Claro	560	
14	Techos (De Concreto y Zinc)	Pintura Aceite para Exteriores	Wall Master Brillante, <b>Lanco</b>	White	White	
15	Aire Comprimido	Pintura Fast Dry Exteriores Azul	<b>Protecto</b> Fast Dry Azul	Azul	548	
16	Cloro	Pintura Fast Dry Exteriores Amarillo	<b>Protecto</b> Fast Dry	Amarillo John Deere	541	
17	Equipo de Incendios	Esmalte de Aceite para Exteriores	<b>Protecto</b> Esmalte Rápido Rojo	Rojo	410	

## **ANEXO 8: Equipos de bombeo**

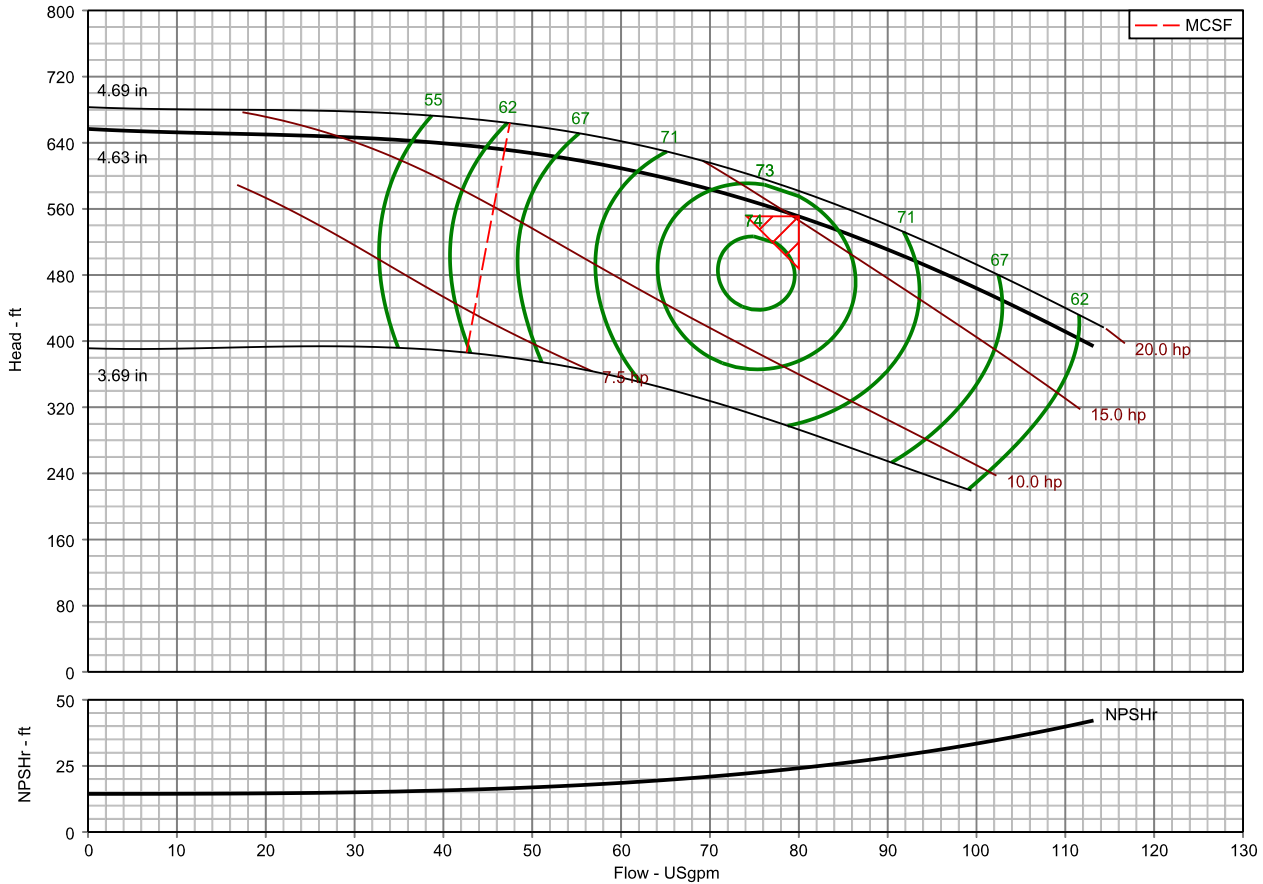
## Pump Performance Datasheet

Customer : EQUIPO POZO ARIO N° 2	Quote number : 310004
Customer reference :	Size : 6JC
Item number : 001	Stages : 9
Service :	Based on curve number : 6JC
Quantity : 1	Date last saved : 11 Dec 2014 8:07 AM

Operating Conditions	Liquid
Flow, rated : 80.00 USgpm	Liquid type : Water
Differential head / pressure, rated (requested) : 551.0 ft	Additional liquid description :
Differential head / pressure, rated (actual) : 566.0 ft	Solids diameter, max : 0.00 in
Suction pressure, rated / max : 0.00 / 0.00 psi.g	Solids concentration, by volume : 0.00 %
NPSH available, rated : Ample	Temperature, max : 68.00 deg F
Frequency : 60 Hz	Fluid density, rated / max : 1.000 / 1.000 SG
	Viscosity, rated : 1.00 cP
	Vapor pressure, rated : 0.34 psi.a

Performance	Material
Speed, rated : 3,500 rpm	Material selected : Cast iron - Standard
Impeller diameter, rated : 4.63 in	
Impeller diameter, maximum : 4.69 in	Pressure Data
Impeller diameter, minimum : 3.69 in	Maximum working pressure : See the Additional Data page
Efficiency (bowl / pump) : 73.44 / - %	Maximum allowable working pressure : See the Additional Data page
NPSH required / margin required : 24.11 / 0.50 ft	Maximum allowable suction pressure : N/A
Ns (total flow) / Nss (imp. eye flow) : 1,348 / 2,900 US Units	Hydrostatic test pressure : See the Additional Data page
MCSF : 46.89 USgpm	Driver & Power Data
Head, maximum, rated diameter : 656.7 ft	Driver sizing specification : Maximum power
Head rise to shutoff : 19.20 %	Margin over specification : 0.00 %
Flow, best eff. point (BEP) : 77.39 USgpm	Service factor : 1.15
Flow ratio (rated / BEP) : 103.38 %	Power, hydraulic : 11.13 hp
Diameter ratio (rated / max) : 98.66 %	Power (bowl / pump) : 15.15 / -
Head ratio (rated dia / max dia) : 94.70 %	Power, maximum, rated diameter : 18.50 hp
Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 9.6.7-2010] : 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00	Minimum recommended motor rating : 20.00 hp / 14.91 kW
Selection status : Acceptable	

Bowl performance. Adjusted for construction and viscosity.  
The duty point represents the head at the bowl.



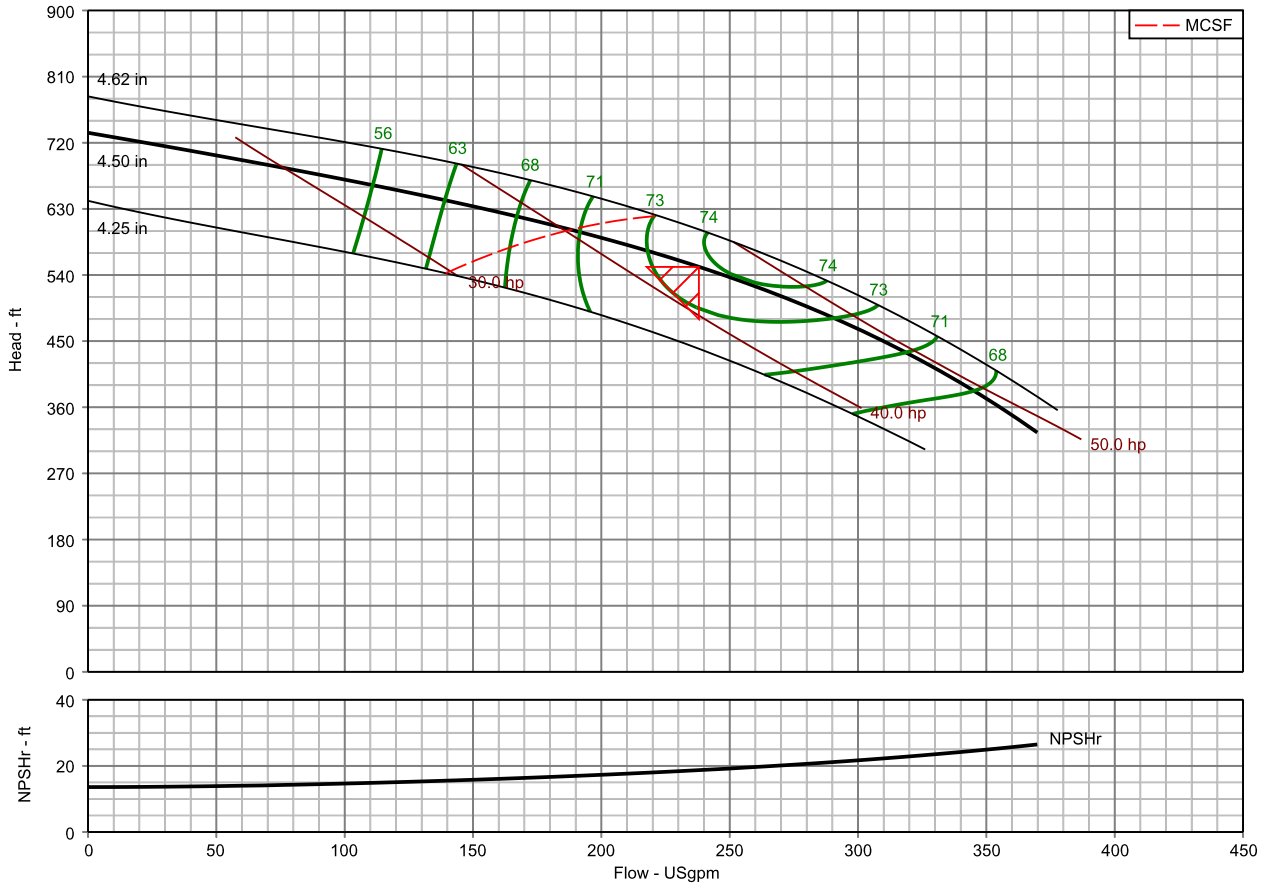
## Pump Performance Datasheet

Customer : <b>EQUIPO POZO ARIO - TANQUE</b>	Quote number : 310004
Customer reference :	Size : 6XC
Item number : 001	Stages : 9
Service :	Based on curve number : 6XC
Quantity : 1	Date last saved : 11 Dec 2014 8:01 AM

Operating Conditions	Liquid
Flow, rated : 238.0 USgpm	Liquid type : Water
Differential head / pressure, rated (requested) : 551.0 ft	Additional liquid description :
Differential head / pressure, rated (actual) : 563.1 ft	Solids diameter, max : 0.00 in
Suction pressure, rated / max : 0.00 / 0.00 psi.g	Solids concentration, by volume : 0.00 %
NPSH available, rated : Ample	Temperature, max : 68.00 deg F
Frequency : 60 Hz	Fluid density, rated / max : 1.000 / 1.000 SG
	Viscosity, rated : 1.00 cP
	Vapor pressure, rated : 0.34 psi.a

Performance	Material
Speed, rated : 3,500 rpm	Material selected : Cast iron - Standard
Impeller diameter, rated : 4.50 in	
Impeller diameter, maximum : 4.62 in	Pressure Data
Impeller diameter, minimum : 4.25 in	Maximum working pressure : See the Additional Data page
Efficiency (bowl / pump) : 73.77 / - %	Maximum allowable working pressure : See the Additional Data page
NPSH required / margin required : 18.72 / 0.50 ft	Maximum allowable suction pressure : N/A
Ns (total flow) / Nss (imp. eye flow) : 2,549 / 6,050 US Units	Hydrostatic test pressure : See the Additional Data page
MCSF : 187.8 USgpm	Driver & Power Data
Head, maximum, rated diameter : 733.6 ft	Driver sizing specification : Maximum power
Head rise to shutoff : 33.09 %	Margin over specification : 0.00 %
Flow, best eff. point (BEP) : 254.1 USgpm	Service factor : 1.15
Flow ratio (rated / BEP) : 93.68 %	Power, hydraulic : 33.12 hp
Diameter ratio (rated / max) : 97.30 %	Power (bowl / pump) : 44.90 / -
Head ratio (rated dia / max dia) : 91.55 %	Power, maximum, rated diameter : 49.29 hp
Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 9.6.7-2010] : 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00	Minimum recommended motor rating : 50.00 hp / 37.29 kW
Selection status : Acceptable	

Bowl performance. Adjusted for construction and viscosity.  
The duty point represents the head at the bowl.



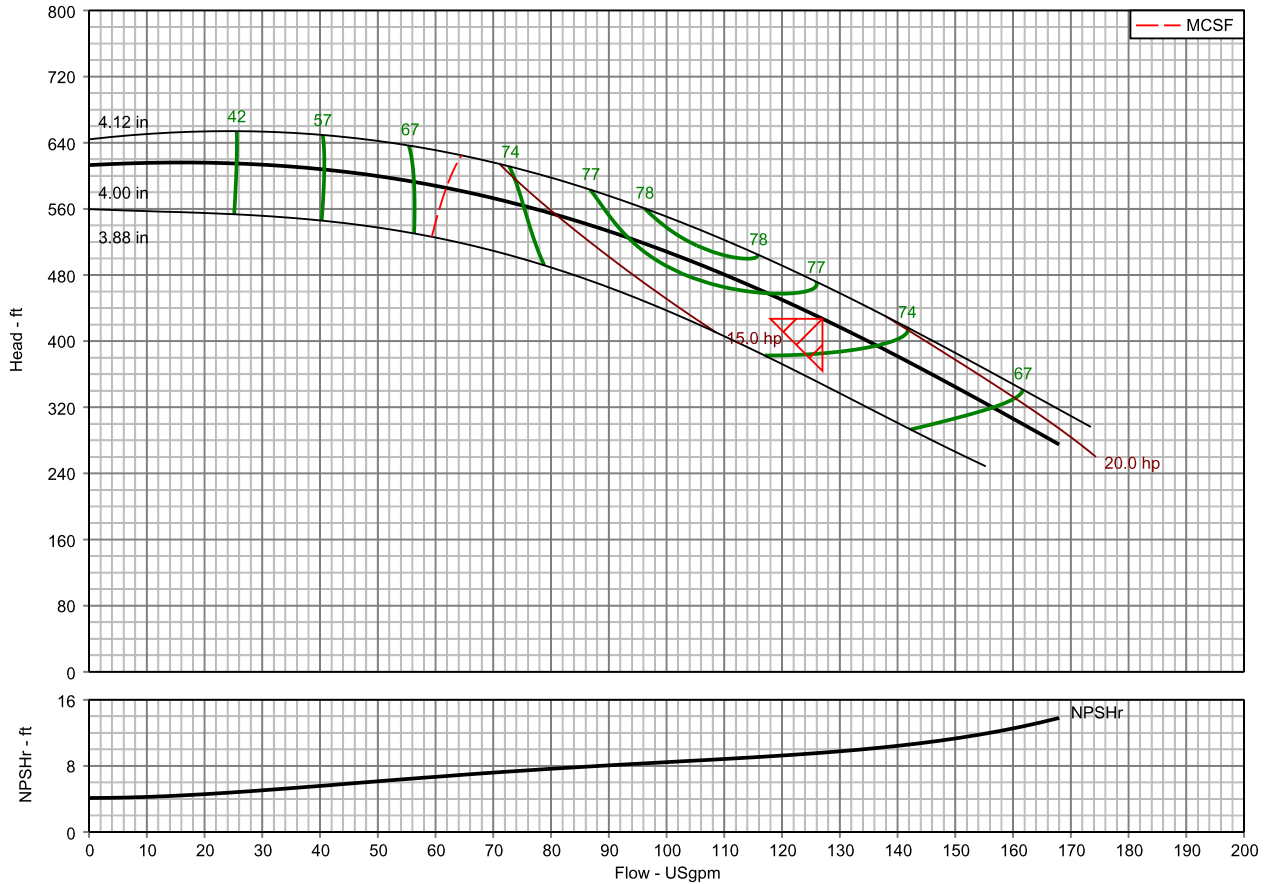
## Pump Performance Datasheet

Customer	: HIDROTECNIA CONSULTORES	Quote number	:
Customer reference	: POZO LAS DELICIAS A TANQUE	Size	: 5MC
Item number	: Default	Stages	: 10
Service	:	Based on curve number	: 5MC
Quantity	: 1	Date last saved	: 14 May 2014 11:46 AM

Operating Conditions		Liquid	
Flow, rated	: 127.0 USgpm	Liquid type	: Water
Differential head / pressure, rated (requested)	: 427.0 ft	Additional liquid description	:
Differential head / pressure, rated (actual)	: 428.8 ft	Solids diameter, max	: 0.00 in
Suction pressure, rated / max	: 0.00 / 0.00 psi.g	Solids concentration, by volume	: 0.00 %
NPSH available, rated	: Ample	Temperature, max	: 68.00 deg F
Frequency	: 60 Hz	Fluid density, rated / max	: 1.000 / 1.000 SG
		Viscosity, rated	: 1.00 cP
		Vapor pressure, rated	: 0.34 psi.a

Performance		Material	
Speed, rated	: 3,500 rpm	Material selected	: Cast iron - Standard
Impeller diameter, rated	: 4.00 in		
Impeller diameter, maximum	: 4.12 in	Pressure Data	
Impeller diameter, minimum	: 3.88 in	Maximum working pressure	: See the Additional Data page
Efficiency (bowl / pump)	: 75.85 / - %	Maximum allowable working pressure	: See the Additional Data page
NPSH required / margin required	: 9.60 / 0.50 ft	Maximum allowable suction pressure	: N/A
Ns (total flow) / Nss (imp. eye flow)	: 1,821 / 7,125 US Units	Hydrostatic test pressure	: See the Additional Data page
MCSF	: 61.87 USgpm	Driver & Power Data	
Head, maximum, rated diameter	: 616.1 ft	Driver sizing specification	: Maximum power
Head rise to shutoff	: 43.49 %	Margin over specification	: 0.00 %
Flow, best eff. point (BEP)	: 105.5 USgpm	Service factor	: 1.15
Flow ratio (rated / BEP)	: 120.36 %	Power, hydraulic	: 13.69 hp
Diameter ratio (rated / max)	: 96.97 %	Power (bowl / pump)	: 18.05 / -
Head ratio (rated dia / max dia)	: 91.21 %	Power, maximum, rated diameter	: 19.26 hp
Cq/Ch/Ce/Cn [ANSI/HI 9.6.7-2010]	: 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00	Minimum recommended motor rating	: 20.00 hp / 14.91 kW
Selection status	: Acceptable		

Bowl performance. Adjusted for construction and viscosity.  
The duty point represents the head at the bowl.





# **ANEXO 9: Memoria de Cálculo de Cloración**

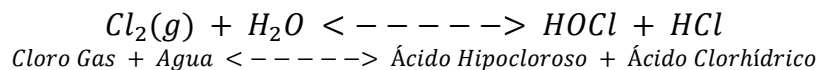
Ing. Kenneth Mena

## 1 Memoria de cálculo dosificación de químicos

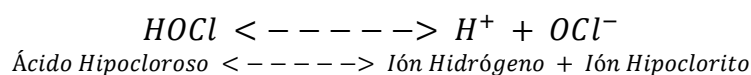
### 1.1 Demanda de Cloro Gaseoso para Desinfección y Residual

En el tratamiento de agua potable, la desinfección puede entenderse como la destrucción selectiva de los organismos potencialmente infecciosos. La desinfección se consigue al provocar una alteración en los mecanismos celulares de los organismos (daños en la pared celular, alteración de la permeabilidad de la célula, alteración de la naturaleza coloidal del protoplasma o inhibición de la actividad enzimática), o por separación de estos organismos del medio en el que se hallan. Los agentes desinfectantes pueden clasificarse en químicos, físicos o biológicos. El cloro es un método químico de desinfección usado como referencia. Puede utilizarse en fase de gas, líquida o en forma de sal (como hipoclorito sódico). Actúa destruyendo los sistemas enzimáticos de las bacterias al oxidar los grupos -SH, lo que hace que mueran por inanición, o destruyendo los ácidos nucleicos provocando la muerte de los microorganismos. Las dosis de cloro gaseoso para agua potable normalmente oscilan entre 2 y 3 ppm, 2 ppm para desinfección y 1 ppm para el residual deseado según la legislación. Para cloración de afino en salidas de tanques con agua previamente desinfectada pero con tiempos largos de retención por almacenamiento, se suele post-clorar con 1 ppm.

La reacción del cloro gaseoso con agua forma ácido hipocloroso o hipoclorito según la siguiente reacción (Gerald F. Connell; 2002):



El ácido hipocloroso formado es un ácido débil y se disocia o ioniza para formar una solución en equilibrio de ácido hipocloroso e ión hipoclorito (OCl<sup>-</sup>) según la siguiente reacción:



El equilibrio de la reacción anterior alcanza el 100% hacia la derecha ( $H^+ + OCl^-$ ) cuando el pH es superior a 8.5, y alcanza el 100% hacia la izquierda ( $HOCl$ ) cuando el pH está por debajo de 6.0.

Sabiendo que el flujo volumétrico máximo proyectado de agua de diseño ( $Q_i$ ) de entrada al Tanque Cóbano será de 48 l/s (40 l/s en la tubería nueva y 8 l/s en la tubería existente), el flujo másico de cloro gaseoso ( $\dot{m}_{Cl_2}$ ) en lb/día a dosificar para Pre-Cloración a la concentración máxima ( $C_i$ ) de 3 ppm (mg/l) se calcula de la siguiente forma, para 40 y 8 l/s, respectivamente:

$$\dot{m}_{Cl_2} = 40 \frac{l}{s} \cdot 3 \frac{mg}{l} \cdot \left( \frac{1 g}{1000 mg} \right) \cdot \left( \frac{1 kg}{1000 g} \right) \cdot \left( \frac{2.20 lb}{1 kg} \right) \cdot \left( \frac{3600 s}{1 h} \right) \cdot \left( \frac{24 h}{1 d} \right)$$

$$\dot{m}_{Cl_2} = 22.80 \frac{lb}{d}$$

$$\dot{m}_{Cl_2} = 8 \frac{l}{s} \cdot 3 \frac{mg}{l} \cdot \left( \frac{1 g}{1000 mg} \right) \cdot \left( \frac{1 kg}{1000 g} \right) \cdot \left( \frac{2.20 lb}{1 kg} \right) \cdot \left( \frac{3600 s}{1 h} \right) \cdot \left( \frac{24 h}{1 d} \right)$$

$$\dot{m}_{Cl_2} = 4.56 \frac{lb}{d}$$

Por otro lado, asumiendo que el flujo volumétrico máximo proyectado de agua de diseño ( $Q_i$ ) de salida del Tanque Cóbano será de 48 l/s, el flujo másico de cloro gaseoso ( $\dot{m}_{Cl_2}$ ) en lb/día a dosificar para Post-Cloración (cloración de afino) a la concentración máxima ( $C_i$ ) de 1 ppm (mg/l) se calcula de la siguiente forma:

$$\dot{m}_{Cl_2} = 48 \frac{l}{s} \cdot 1 \frac{mg}{l} \cdot \left( \frac{1 g}{1000 mg} \right) \cdot \left( \frac{1 kg}{1000 g} \right) \cdot \left( \frac{2.20 lb}{1 kg} \right) \cdot \left( \frac{3600 s}{1 h} \right) \cdot \left( \frac{24 h}{1 d} \right)$$

$$\dot{m}_{Cl_2} = 9.12 \frac{lb}{d}$$

### 1.1.1 Tipo y Cantidad de Cilindros

Para determinar el tipo y la cantidad de cilindros en operación se debe tomar en cuenta el consumo diario total según el cálculo anterior, la restricción del límite de evaporación según la temperatura ambiente del lugar y el tiempo requerido para transporte y llenado de los cilindros o contenedores (15 a 30 días según ubicación geográfica).

Por lo anterior, la demanda de cloro para 15 y 30 días, respectivamente, se calcula de la siguiente forma:

$$\dot{m}_{Cl_2} @ 15 \text{ días} = (22.80 + 4.56 + 9.12) \frac{lb}{d} \cdot 15d = 547.20 \text{ lb}$$

$$\dot{m}_{Cl_2} @ 30 \text{ días} = (22.80 + 4.56 + 9.12) \frac{lb}{d} \cdot 30d = 1094.40 \text{ lb}$$

Por lo tanto, la cantidad de cilindros de 150 lb necesarios para 15 y 30 días, respectivamente, se calcula de la siguiente forma:

$$\# \text{ cilindros @ 15 días} = \frac{547.20 \text{ lb}}{150 \text{ lb}} = 3.65$$

$$\# \text{ cilindros @ 30 días} = \frac{1094.40 \text{ lb}}{150 \text{ lb}} = 7.30 \approx 8$$

Según la literatura (Gerald F. Connell; 2002), aunque las recomendaciones del Instituto Americano del Cloro indican que la tasa de extracción continua de flujo de gas cloro de un cilindro de 150 lb es aproximadamente de 0.8 kg/h (1.75 lb/h) o de 19.2 kg/d (42.0 lb/d), las experiencias en la industria muestran que mayores tasas de extracción son posibles. Para esta velocidad de extracción, el modelo del Instituto Americano del Cloro asume una temperatura ambiente de 21.1 °C y una presión contra la que el gas se estará descargando de 25 psi. El Instituto Americano del Cloro indica que las tasas de

alimentación pueden duplicarse si se proporciona circulación de aire alrededor del cilindro. La circulación de aire minimiza la condensación y ayuda al proceso de transferencia de calor. Con los reguladores de vacío actuales montados sobre cilindro, la restricción a este flujo se reduce y tasas de extracción de gas cloro de 45.6 kg/d (100 lb/d) son alcanzables desde los cilindros de 150 lb.

A una temperatura de 20 °C, el USA Chlorine Institute, Inc. estimada una extracción máxima de 1.5 kg/h (80 lb/d) para un cilindro de 68 kg (150 lb).

Como en total se requieren 36.48 lb/d para tres puntos diferentes de desinfección, se recomiendan 4 cilindros de 68 kg alimentando dos manifolds de cloro, en sistema "changeover" con tres reguladores de vacío.

Por lo anterior, se requieren 8 cilindros para una independencia de 30 días (4 operando, 4 en reserva y 8 en proceso de llenado con el proveedor). Es decir, se requiere un bodega en planta para 8 cilindros.

### **1.1.2 Tipo de Dosificación**

Se recomienda dosificación automática del cloro proporcional al caudal para los dos puntos de pre-cloración de entrada al tanque, ya que el flujo varío debido a que las líneas son alimentadas por varios pozos; es decir: sistema "changeover" de cuatro cilindros (2+2) + rotámetro remoto + eyector + medidor de flujo + válvula de control de cloro.

Por otro lado, para la pos-cloración (cloración de afino) se recomienda dosificación automática del cloro en función del residual medido en línea; es decir: el mismo sistema "changeover" de cuatro cilindros (2+2) + rotámetro remoto + eyector + sensor de cloro el línea con sensor de pH + válvula de control de cloro. El sensor de cloro en línea se recomienda con corrección de pH con sensor de pH incluido o con sensor tipo amperométrico de tres electrodos cubierto con membrana (Oro/Acero Inoxidable/Plata).

### 1.1.3 Intercambio de Cilindros

Se recomienda un sistema de intercambio de cilindros automática, es decir, tipo "changeover" (dosificación sin interrupciones) para tres puntos diferentes.

### 1.1.4 Bomba Reforzadora a "Booster"

Según las curvas de los eyectores de 10 lb/d, 25 lb/d y 50 lb/d con sus boquillas estándar #3, #5 y #2 (ver Figuras No. 1, No. 2 y No. 3), respectivamente, las bombas "booster" aproximadas serán de 7 GPM @ 60 PSI.

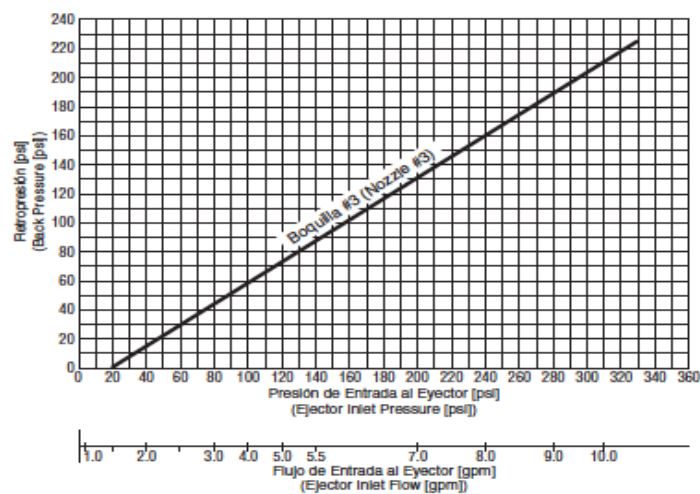
### 1.1.5 Balanza Electrónica Dual

Se recomienda una balanza para cada dos cilindros, ubicada del lado de la bodega de cilindros. En total se requerirán dos balanzas duales para el sistema "switchover".

### 1.1.6 Detector de Fugas de Gas Cloro

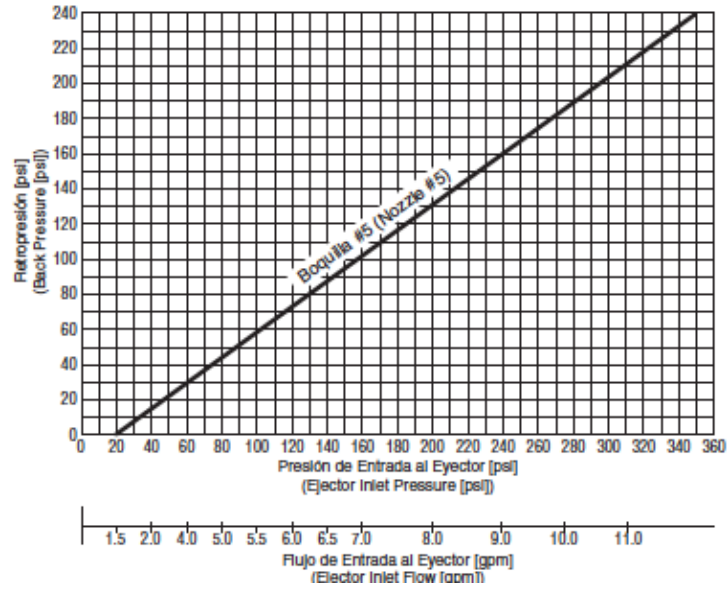
Se recomienda un sistema de detección y alarma de fugas con dos sensores (uno en la bodega de cilindros y otro del lado del eyector y equipos de control).

*Figura 1-1: Gráfica para tamaños de boquillas de 10 lb/día.*



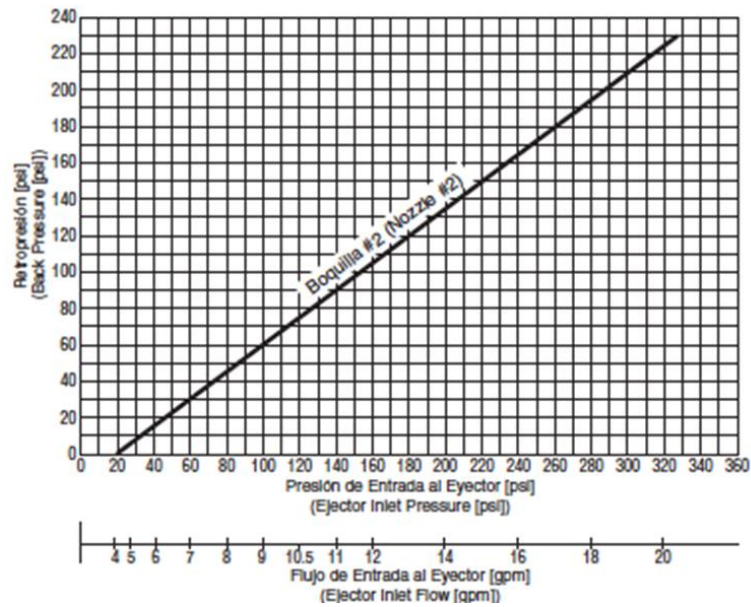
Fuente: Hydro Instruments, Inc.

**Figura 1-2: Gráfica para tamaños de boquillas de 25 lb/día.**



Fuente: Hydro Instruments, Inc.

**Figura 1-3: Gráfica para tamaños de boquillas de 50 lb/día.**



Fuente: Hydro Instruments, Inc.

### **1.1.7 Equipo de Seguridad:**

Se recomienda el equipo de seguridad según lo demanda el USA Chlorine Institute, Inc. para el tipo de cilindro a utilizar: Máscara Tipo Canister; Sistema de Respiración Autónoma (SCUBA) y Kit de Emergencia "A".

### **1.1.8 Caseta de Cloración:**

Se recomienda una caseta de cloración de 6 m x 3 m mínimo, dividida en dos cuartos de 3 m x 3 m, con entradas independientes y con ventilación natural.





**ADENDA “FACTIBILIDAD Y DISEÑO FINAL DE MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE DE COBANO BCIE II – AYA FASE II”**

**PROYECTO**

MEJORAS AL ACUEDUCTO DE COBANO ETAPA II

**LOCALIZACIÓN**

Provincia: Puntarenas

Cantón: Puntarenas

Distrito: Cóbano

**Noviembre, 2019**



El presente documento es una adenda al informe final del proyecto “Factibilidad y Diseño Final de Mejoras del Sistema de Agua Potable de Cóbano BCIE II – AyA FASE II”. Esta adenda corrige y aclara algunos datos que se encuentran en este informe.

- Todos los datos, descripción y diseño del Campo de Pozos Las Delicias, no aplican para este contrato.
- En la página 15, se corrige la descripción de los pozos 1 y 2, lo correcto es:
  - Pozo 1: bomba de 30 HP para 8.5 l/s
  - Pozo 2: bomba de 60 HP para 15.86 l/s
- Se indica que el Campo de Pozos San Ramón de Ario tiene acceso desde servidumbre, lo cual es incorrecto, la calle de acceso forma parte del lote propiedad del AyA.
- El diseño eléctrico fue actualizado, y el documento: Intervención Sistemas Eléctricos de Cóbano es el que rige.