

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

“Diseño de Reservorio para el Mejoramiento del Sistema de Distribución de Agua  
Potable en Nuevo Chimbote-Santa-Ancash”

Informe de Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Jamanca Chávez Alvaro Alexander  
Bach. Lunarejo Aguilar Edgar Aldo

Asesor:

Ms. Iván Eliseo León Malo  
D.N.I. 41293198  
Código ORCID: 0000-0003-4609-405X

Nuevo Chimbote – Perú

2 022

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO DE RESERVORIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE-SANTA-  
ANCASH”

Revisada por:

A handwritten signature in blue ink, consisting of several stylized, overlapping strokes that form a unique, somewhat abstract representation of the name Iván Eliseo León Malo.

---

Ing. Iván Eliseo León Malo

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO DE RESERVORIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE-SANTA-  
ANCASH”

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado el día 31 de agosto del 2022:

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

DNI: 32770844

ORCID: 0000-0002-4180-9362

**Presidente**

Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

DNI: 32904375

ORCID: 0000-0003-4469-0288

**Secretario**

Ms. Iván Eliseo León Malo

DNI: 41293198

ORCID: 0000-0003-4609-405X

**Integrante**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 31 días del mes de agosto del año dos mil veintidós, siendo las 11 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 296-2022-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Secretario), Ing. Iván Eliseo León Malo (Integrante), y Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal N° 475-2022-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "DISEÑO DE RESERVOIRIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE – SANTA - ANCASH", presentado por los Bachilleres LUNAJERO AGUILARE EDGAR ALDO con cód. N° 201313025 y JAMANCA CHÁVEZ ALVARO ALEXANDER con cód. N° 201313037, quienes fueron asesorados por el docente: Ing. Iván Eliseo León Malo, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 691-2018-UNS-FI, de fecha 17.10.2018.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
JAMANCA CHÁVEZ ALVARO ALEXANDER	17	Muy Bueno

Siendo las 12 de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 31 de agosto de 2022.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Secretario



Ing. Iván Eliseo León Malo  
Integrante



**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

A los 31 días del mes de agosto del año dos mil veintidós, siendo las 11 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 296-2022-UNS-CFI, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Secretario), Ing. Iván Eliseo León Malo (Integrante), y Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal N° 475-2022-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "DISEÑO DE RESERVOIRIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE – SANTA - ANCASH", presentado por los Bachilleres LUNAREJO AGUILAR EDGAR ALDO con cód. N° 201313025 y JAMANCA CHÁVEZ ALVARO ALEXANDER con cód. N° 201313037, quienes fueron asesorados por el docente: Ing. Iván Eliseo León Malo, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 691-2018-UNS-FI, de fecha 17.10.2018.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LUNAREJO AGUILAR EDGAR ALDO	17	Muy bueno

Siendo las 12 de la tarde del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 31 de agosto de 2022.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz  
Presidente



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Secretario



Ing. Iván Eliseo León Malo  
Integrante

## **Dedicatoria**

A mis padres, quienes con su amor y apoyo incondicional me han dado fuerzas para lograr mis metas. A mi hermano, hermana y abuelos (as), con quienes me he criado desde pequeño y siempre me han brindado su cariño y confianza. Y a mis demás familiares, que directa o indirectamente, me han ayudado a ser mejor persona y no desistir en los momentos más difíciles.

Atte. Jamanca Chávez Alvaro

A Dios y a mis padres, por enseñarme el camino para poder llegar a realizar mis metas, por brindarme su apoyo infinito en los momentos más difíciles y celebrar junto a mi cada logro. A mi hermana, por confiar en mí y brindarme su apoyo en cada paso que doy. Y a mis familiares, que han aportado en mi crecimiento personal y profesional desde que era pequeño.

Atte. Lunarejo Aguilar Edgar

## **Agradecimiento**

Queremos agradecer a todas las personas que colaboraron e hicieron posible la realización de la presente tesis, demostrándonos que el esfuerzo y la perseverancia hacen valorar el tiempo invertido en nuestras metas:

En especial:

A los ingenieros de la Universidad Nacional del Santa que sin lugar a dudas nos apoyaron con los conocimientos científicos y éticos necesarios.

Nuestro agradecimiento al Ing. Iván León Malo, por su paciencia, tiempo y apoyo como asesor de nuestra tesis

Por su colaboración y tiempo, agradecemos a los trabajadores de la planta de tratamiento de agua potable – Bellamar, así como los encargados de la poza 5 en Chimbote, quienes nos brindaron información y facilidades dentro de las instalaciones para el desarrollo de nuestra tesis.

Y a todas aquellas personas y amigos que directa o indirectamente colaboraron en la ejecución de la presente tesis.

Atte. Los autores

## Índice general

**Dedicatoria**

**Agradecimientos**

**Índice general**

**Índice de figuras**

**Índice de tablas**

**Resumen**

**Abstract**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>35</b>
1.1. PROBLEMÁTICA .....	35
1.1.1. Antecedentes.....	35
1.1.2. Problema.....	38
1.2. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	40
1.3.1. Objetivo General.....	40
1.3.2. Objetivos Específicos .....	40
1.4. MARCO REFERENCIAL .....	41
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	41
1.5.1. Variables .....	42
1.5.1.1. Variable Dependiente.....	42
1.5.1.2. Variables Independientes.....	42
1.6. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	42



1.7.	LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>43</b>
2.1.	GENERALIDADES.....	43
2.1.1.	<i>Reservorio</i> .....	43
2.1.1.1.	Tipos.....	43
2.1.1.2.	Importancia. ....	44
2.1.2.	<i>Sistema de Distribución de Agua Potable</i> .....	44
2.1.2.1.	Periodo de Diseño. ....	45
2.1.2.2.	Población de Diseño.....	46
2.1.2.2.1.	Método Racional .....	46
2.1.2.2.2.	Método gráfico .....	46
2.1.2.2.3.	Método analítico.....	47
2.1.2.3.	Dotación de agua.....	48
2.1.2.4.	Variaciones de consumo .....	49
2.1.2.5.	Volumen de almacenamiento del reservorio.....	50
2.1.2.5.1.	Volumen de regulación .....	50
2.1.2.5.2.	Volumen contra incendio .....	50
2.1.2.5.3.	Volumen de reserva.....	51
2.2.	CÓDIGOS Y NORMATIVAS .....	51
2.2.1.	<i>Portland Cement Association (PCA)</i> .....	51
2.2.2.	<i>Código ACI 350.3-06</i> .....	51
2.2.3.	<i>Código ACI 318-14</i> .....	52

2.2.4.	<i>Código ASCE/SEI 07-16</i> .....	52
2.2.5.	<i>Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)</i> .....	52
2.2.5.1.	NTE E.020 .....	52
2.2.5.2.	NTE E.030 .....	52
2.2.5.3.	NTE E.050 .....	53
2.2.5.4.	NTE E.060 .....	53
2.2.5.5.	OS.030.....	53
2.2.5.6.	OS.100.....	53
2.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE RESERVORIOS.....	53
2.3.1.	<i>Método de la PCA</i> .....	53
2.3.1.1.	Método de la PCA en tanques circulares .....	55
2.3.1.2.	Método de la PCA en tanques rectangulares.....	60
2.3.2.	<i>Predimensionamiento de elementos estructurales</i> .....	63
2.3.2.1.	Predimensionamiento de muros .....	63
2.3.2.2.	Predimensionamiento de losa de fondo .....	63
2.3.2.3.	Predimensionamiento de cúpula en reservorios circulares .....	64
2.3.2.4.	Predimensionamiento de viga anular .....	65
2.3.2.5.	Predimensionamiento de losa de techo en reservorios rectangulares .....	66
2.3.2.6.	Predimensionamiento del ancho de cimentación .....	66
2.3.2.7.	Verificación por estabilidad vertical .....	68
2.3.3.	<i>Parámetros de sismicidad</i> .....	69
2.3.3.1.	Zonificación sísmica .....	70

2.3.3.2. Parámetros de aceleración del suelo para periodos cortos ( $S_s$ ) y periodos de 1 segundo ( $S_1$ ).....	70
2.3.3.3. Clase de sitio y coeficientes de sitio ( $F_a$ y $F_v$ ).....	71
2.3.3.4. Aceleraciones espectrales para sismo considerado máximo ( $S_{MS}$ y $S_{M1}$ )	73
2.3.3.5. Aceleraciones espectrales de diseño ( $S_{DS}$ y $S_{D1}$ ).....	73
2.3.3.6. Categoría de riesgo.....	73
2.3.3.7. Factor de importancia ( $I_e$ ) .....	75
2.3.3.8. Periodos de diseño $T_s$ , $T_0$ y $T_L$ .....	75
2.3.3.9. Categoría de diseño sísmico.....	75
2.3.3.10. Factor de reducción de respuesta sísmica .....	76
2.3.4. <i>Modelo hidrodinámico de Housner</i> .....	77
2.3.4.1. Peso impulsivo del agua ( $W_i$ ).....	78
2.3.4.2. Altura impulsiva ( $h_i$ ) .....	78
2.3.4.3. Coeficiente de masa efectiva ( $\epsilon$ ).....	79
2.3.4.4. Peso impulsivo total ( $W_{IT}$ ) .....	79
2.3.4.5. Periodo impulsivo ( $T_i$ ) .....	80
2.3.4.6. Peso convectivo ( $W_c$ ).....	81
2.3.4.7. Altura convectiva ( $h_c$ ) .....	81
2.3.4.8. Periodo convectivo ( $T_c$ ) .....	82
2.3.4.9. Rigidez convectiva ( $K_c$ ).....	82
2.3.5. <i>Espectro sísmico de respuesta</i> .....	82
2.3.5.1. Según NTE E.030 .....	83

2.3.5.2. Según ASCE/SEI 07-16 .....	85
2.3.5.3. Según ACI 350.3-06 .....	86
2.3.6. <i>Combinaciones modales</i> .....	87
2.3.6.1. Absolute Sum Method (ABSSUM) .....	88
2.3.6.2. Square Root of Sum Square (SRSS) .....	88
2.3.6.3. Complete Quadratic Combination (CQC).....	88
2.3.7. <i>Cortantes basales</i> .....	89
2.3.7.1. Cortante estático por FLE .....	90
2.3.7.1.1. Según NTE E0.30.....	90
2.3.7.1.2. Según ASCE/SEI 07-16 .....	90
2.3.7.1.3. Según ACI 350-06.....	90
2.3.7.2. Cortante dinámico por espectro de respuesta.....	90
2.3.7.2.1. Según NTE E0.30.....	90
2.3.7.2.2. Según ASCE/SEI 07-16 .....	91
2.3.7.2.3. Según ACI 350-06.....	91
2.3.7.3. Cortante dinámico del suelo.....	91
2.3.7.4. Cortante basal total.....	93
2.3.8. <i>Distribución de presiones dinámicas por linealización equivalente</i> .....	93
2.3.8.1. Presión dinámica impulsiva ( $P_{wi}$ ).....	94
2.3.8.2. Presión dinámica convectiva ( $P_{wc}$ ).....	96
2.3.8.3. Presión por aceleración vertical ( $P_{vy}$ ).....	98
2.3.8.4. Presión inercial impulsiva ( $P_w$ ) .....	98



2.3.8.5. Presión hidrodinámica total (P).....	98
2.3.9. <i>Altura de desborde</i> .....	99
2.3.10. <i>Momentos flectores y de volteo</i> .....	100
2.3.10.1. Momento flector de componente impulsiva ( $M_i$ ).....	101
2.3.10.2. Momento flector de componente convectiva ( $M_c$ ).....	101
2.3.10.3. Momento flector total.....	101
2.3.10.4. Momento de volteo de componente impulsiva ( $M'_i$ ) .....	102
2.3.10.5. Momento de volteo de componente convectiva ( $M'_c$ ) .....	102
2.3.10.6. Momento de volteo total .....	103
2.3.11. <i>Verificación de la estabilidad lateral</i> .....	103
2.3.12. <i>Consideraciones por exposición medioambiental</i> .....	103
2.3.12.1. Resistencia del concreto .....	104
2.3.12.2. Muros .....	104
2.3.12.3. Combinaciones de carga.....	105
2.4. PRESUPUESTO DE RESERVORIOS.....	106
2.4.1. <i>Metrado</i> .....	106
2.4.2. <i>Costo Directo</i> .....	106
2.4.3. <i>Costos Indirectos</i> .....	107
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>108</b>
3.1. RECURSOS.....	108
3.1.1. <i>Recursos humanos</i> .....	108
3.1.2. <i>Equipos</i> .....	108

3.1.3.	<i>Materiales</i> .....	108
3.1.4.	<i>Servicios</i> .....	108
3.2.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	109
3.2.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	109
3.2.2.	<i>Nivel de investigación</i> .....	109
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDADES DE ANÁLISIS Y OBSERVACIÓN.....	109
3.3.1.	<i>Población</i> .....	109
3.3.2.	<i>Muestra</i> .....	110
3.3.3.	<i>Unidad de análisis</i> .....	110
3.3.4.	<i>Unidad de observación</i> .....	110
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	110
3.5.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	110
3.6.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	111
3.7.	MEMORIA DE CÁLCULO .....	111
3.7.1.	<i>Volumen de almacenamiento</i> .....	111
3.7.1.1.	Periodo de diseño .....	112
3.7.1.2.	Población de diseño.....	112
3.7.1.3.	Caudales de diseño.....	115
3.7.1.4.	Volumen de regulación .....	116
3.7.1.5.	Volumen contra incendio .....	116
3.7.1.6.	Volumen de reserva.....	116
3.7.2.	<i>Estudio de mecánica de suelos</i> .....	116

3.7.3. <i>Análisis estructural de reservorios</i> .....	117
3.7.3.1. Propiedades de los materiales .....	117
3.7.3.2. Predimensionamiento de reservorio .....	117
3.7.3.2.1. Reservorio circular .....	118
3.7.3.2.2. Reservorio rectangular .....	119
3.7.3.3. Parámetros de sismicidad .....	120
3.7.3.4. Propiedades dinámicas aplicando el modelo de Housner .....	121
3.7.3.4.1. Reservorio circular .....	121
3.7.3.4.2. Reservorio rectangular .....	122
3.7.3.5. Espectro sísmico de respuesta .....	123
3.7.3.6. Cortante del suelo .....	130
3.7.3.7. Cortante basal total .....	130
3.7.3.7.1. Reservorio circular .....	131
3.7.3.7.2. Reservorio rectangular .....	133
3.7.3.8. Presiones hidrodinámicas en muros .....	135
3.7.3.8.1. Reservorio circular .....	136
3.7.3.8.2. Reservorio rectangular .....	138
3.7.3.9. Altura de desborde .....	142
3.7.3.10. Momentos de flexión y volteo .....	143
3.7.3.11. Estabilidad lateral .....	151
3.7.3.12. Combinaciones de carga .....	155
3.7.4. <i>Diseño estructural de reservorios</i> .....	157

3.7.4.1. Reservorio circular .....	157
3.7.4.1.1. Refuerzo horizontal del muro.....	157
3.7.4.1.2. Refuerzo vertical del muro.....	159
3.7.4.1.3. Refuerzo de la cúpula.....	160
3.7.4.1.4. Refuerzo de la viga anular.....	164
3.7.4.1.5. Refuerzo de la zapata .....	165
3.7.4.1.6. Refuerzo de la losa de fondo .....	168
3.7.4.2. Reservorio rectangular .....	171
3.7.4.2.1. Refuerzo horizontal del muro.....	171
3.7.4.2.2. Refuerzo vertical del muro.....	173
3.7.4.2.3. Refuerzo del techo.....	180
3.7.4.2.4. Refuerzo de la zapata .....	183
3.7.4.2.5. Refuerzo de la losa de fondo .....	186
3.7.5. <i>Chequeos y verificaciones</i> .....	189
3.7.5.1. Reservorio circular .....	189
3.7.5.1.1. Dimensionamiento y punzonamiento de la zapata.....	189
3.7.5.1.2. Presiones en el suelo .....	191
3.7.5.1.3. Asentamiento diferencial y tolerable.....	192
3.7.5.1.4. Deformación máxima del muro.....	194
3.7.5.1.5. Espesor del muro por tensión anular .....	195
3.7.5.1.6. Espesor del muro por cortante.....	197
3.7.5.1.7. Cortante en la viga anular.....	200



3.7.5.1.8.	Cortante en la losa de fondo.....	201
3.7.5.1.9.	Cortante en la zapata .....	202
3.7.5.2.	Reservorio rectangular .....	203
3.7.5.2.1.	Dimensionamiento y punzonamiento de la zapata.....	203
3.7.5.2.2.	Presiones en el suelo .....	204
3.7.5.2.3.	Asentamiento diferencial y tolerable.....	205
3.7.5.2.4.	Deformación máxima del muro.....	206
3.7.5.2.5.	Espesor del muro por cortante.....	207
3.7.5.2.6.	Cortante en la losa de fondo.....	208
3.7.5.2.7.	Cortante en la zapata .....	208
3.8.	PRESUPUESTO .....	209
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>210</b>
4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	210
4.1.1.	<i>Volumen de almacenamiento .....</i>	<i>210</i>
4.1.2.	<i>Estudio de mecánica de suelos.....</i>	<i>210</i>
4.1.3.	<i>Análisis estructural .....</i>	<i>211</i>
4.1.3.1.	Reservorio circular .....	211
4.1.3.1.1.	Cortante basal dinámico .....	211
4.1.3.1.2.	Presión hidrodinámica.....	211
4.1.3.1.3.	Momento de volteo.....	212
4.1.3.1.4.	Altura de desborde .....	213
4.1.3.1.5.	Esfuerzo anular.....	213

4.1.3.1.6.	Esfuerzo a flexión.....	215
4.1.3.1.7.	Esfuerzo cortante.....	217
4.1.3.1.8.	Deformación máxima.....	219
4.1.3.2.	Reservorio rectangular .....	219
4.1.3.2.1.	Cortante basal dinámico.....	219
4.1.3.2.2.	Presión hidrodinámica.....	220
4.1.3.2.3.	Momento de volteo.....	221
4.1.3.2.4.	Altura de desborde .....	222
4.1.3.2.5.	Esfuerzo a flexión.....	222
4.1.3.2.6.	Esfuerzo cortante.....	226
4.1.3.2.7.	Deformación máxima.....	230
4.1.4.	<i>Diseño estructural</i> .....	232
4.1.5.	<i>Presupuesto</i> .....	233
4.2.	ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	233
4.3.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	236
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>237</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	237
5.2.	RECOMENDACIONES .....	239
<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....</b>	<b>241</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>243</b>
7.1.	MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA .....	243

7.2.	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	243
7.3.	PREDIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIOS.....	248
7.3.1.	<i>Predimensionamiento del Reservoirio Circular.....</i>	<i>248</i>
7.3.2.	<i>Predimensionamiento de Reservoirio Rectangular.....</i>	<i>254</i>
7.4.	PLANOS.....	259
7.5.	METRADOS.....	267
7.6.	PRECIOS UNITARIOS.....	321
7.7.	PRESUPUESTO.....	353
	.....	356
7.8.	PANEL FOTOGRÁFICO.....	357

### Índice de Tablas

<b>Tabla 2.1</b>	Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.....	45
<b>Tabla 2.2</b>	Coefficientes para esfuerzo anular.....	56
<b>Tabla 2.3</b>	Coefficientes para esfuerzo cortante en muro de reservoirio.....	59
<b>Tabla 2.4</b>	Coefficientes para esfuerzo cortante – Caso 3.....	62
<b>Tabla 2.5</b>	Coefficientes para esfuerzo cortante – Caso 4.....	62
<b>Tabla 2.6</b>	Factor de zona Z.....	70
<b>Tabla 2.7</b>	Valores propuestos para Ss y S1.....	71
<b>Tabla 2.8</b>	Valores actualizados para Ss y S1.....	71
<b>Tabla 2.9</b>	Clasificación de sitio.....	72

<b>Tabla 2.10</b> Coeficiente de sitio $F_a$ .....	72
<b>Tabla 2.11</b> Coeficiente de sitio $F_y$ .....	73
<b>Tabla 2.12</b> Categoría de riesgo .....	74
<b>Tabla 2.13</b> Factor de importancia sísmica $I_e$ .....	75
<b>Tabla 2.14</b> Categoría de diseño sísmico para SDS .....	76
<b>Tabla 2.15</b> Categoría de diseño sísmico para SD1.....	76
<b>Tabla 2.16</b> Factor de reducción de respuesta sísmica .....	76
<b>Tabla 2.17</b> Factor de reducción impulsiva y convectiva.....	77
<b>Tabla 2.18</b> Clasificación del perfil del suelo.....	83
<b>Tabla 2.19</b> Factor de amplificación del suelo S .....	83
<b>Tabla 2.20</b> Periodos $T_p$ y $T_L$ .....	84
<b>Tabla 2.21</b> Derivas para condición activa o pasiva.....	92
<b>Tabla 2.22</b> Coeficiente para borde libre mínimo .....	99
<b>Tabla 2.23</b> Cuantía mínima por repartición y temperatura .....	104
<b>Tabla 2.24</b> Combinaciones de carga .....	105
<b>Tabla 2.25</b> Tensión permisible $f_s$ .....	105
<b>Tabla 3.1</b> Tasa de crecimiento poblacional.....	112
<b>Tabla 3.2</b> <i>Población futura y conexiones residenciales y no residenciales</i> .....	114
<b>Tabla 3.3</b> Consumo de agua por categoría.....	115
<b>Tabla 3.4</b> Propiedades de los materiales .....	117
<b>Tabla 3.5</b> Dimensiones geométricas del reservorio circular .....	118
<b>Tabla 3.6</b> Predimensionamiento de los elementos estructurales del reservorio circular	118

<b>Tabla 3.7</b> Dimensiones geométricas del reservorio rectangular .....	119
<b>Tabla 3.8</b> Predimensionamiento de los elementos estructurales del reservorio rectangular .....	119
<b>Tabla 3.9</b> Parámetros de sismicidad.....	120
<b>Tabla 3.10</b> Pesos analizados del reservorio circular .....	121
<b>Tabla 3.11</b> Propiedades dinámicas del reservorio circular .....	121
<b>Tabla 3.12</b> Pesos analizados del reservorio rectangular .....	122
<b>Tabla 3.13</b> Propiedades dinámicas del reservorio rectangular.....	123
<b>Tabla 3.14</b> Coeficiente de respuesta sísmica C según NTE E.030 .....	124
<b>Tabla 3.15</b> Coeficiente de respuesta sísmica C según ASCE/SEI 07-16.....	126
<b>Tabla 3.16</b> Coeficiente de respuesta sísmica C según ACI 350-06 .....	128
<b>Tabla 3.17</b> <i>Cortante del suelo en reservorio circular</i> .....	130
<b>Tabla 3.18</b> Cortante del suelo en reservorio rectangular .....	130
<b>Tabla 3.19</b> Cortante estático en reservorio circular según NTE E.030.....	131
<b>Tabla 3.20</b> <i>Cortante estático en reservorio circular según ASCE/SEI 07-16</i> .....	131
<b>Tabla 3.21</b> Cortante estático en reservorio circular según ACI 350-06.....	131
<b>Tabla 3.22</b> Cortante dinámico en reservorio circular según NTE E.030 .....	132
<b>Tabla 3.23</b> Cortante dinámico en reservorio circular según ASCE/SEI 07-16.....	132
<b>Tabla 3.24</b> Cortante dinámico en reservorio circular según ACI 350-06 .....	132
<b>Tabla 3.25</b> Cortante estático en reservorio rectangular según NTE E.030 .....	133
<b>Tabla 3.26</b> Cortante estático en reservorio rectangular según ASCE/SEI 07-16.....	133
<b>Tabla 3.27</b> Cortante estático en reservorio rectangular según ACI 350-06.....	134

<b>Tabla 3.28</b> Cortante dinámico en reservorio rectangular según NTE E.030 .....	134
<b>Tabla 3.29</b> Cortante dinámico en reservorio rectangular según ASCE/SEI 07-16.....	134
<b>Tabla 3.30</b> Cortante dinámico en reservorio rectangular según ACI 350-06 .....	135
<b>Tabla 3.31</b> Presión impulsiva y convectiva del reservorio circular .....	137
<b>Tabla 3.32</b> Presión inercial impulsiva del reservorio circular .....	137
<b>Tabla 3.33</b> Presión por aceleración vertical del reservorio circular.....	137
<b>Tabla 3.34</b> Presión hidrodinámica total del reservorio circular .....	138
<b>Tabla 3.35</b> Presión impulsiva y convectiva del reservorio rectangular .....	140
<b>Tabla 3.36</b> Presión inercial impulsiva del reservorio rectangular.....	141
<b>Tabla 3.37</b> Presión por aceleración vertical del reservorio rectangular.....	141
<b>Tabla 3.38</b> Presión hidrodinámica total del reservorio rectangular .....	142
<b>Tabla 3.39</b> Altura de desborde del reservorio circular.....	142
<b>Tabla 3.40</b> Altura de desborde del reservorio rectangular .....	143
<b>Tabla 3.41</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio circular - estado lleno .....	144
<b>Tabla 3.42</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio circular - estado vacío .....	145
<b>Tabla 3.43</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según NTE E.030 .....	146
<b>Tabla 3.44</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según ASCE/SEI 07-16.....	147
<b>Tabla 3.45</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según ACI 350-06 .....	148

<b>Tabla 3.46</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según NTE E.030 .....	149
<b>Tabla 3.47</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según ASCE/SEI 07-16.....	150
<b>Tabla 3.48</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según ACI 350-06 .....	151
<b>Tabla 3.49</b> Verificación por deslizamiento del reservorio circular - estado lleno .....	152
<b>Tabla 3.50</b> Verificación por vuelco del reservorio circular - estado lleno.....	152
<b>Tabla 3.51</b> Verificación por deslizamiento del reservorio circular - estado vacío .....	152
<b>Tabla 3.52</b> Verificación por vuelco del reservorio circular - estado vacío .....	153
<b>Tabla 3.53</b> Verificación por deslizamiento del reservorio rectangular - estado lleno ...	153
<b>Tabla 3.54</b> Verificación por vuelco del reservorio rectangular - estado lleno.....	154
<b>Tabla 3.55</b> <i>Verificación por deslizamiento del reservorio rectangular - estado vacío</i> .	154
<b>Tabla 3.56</b> <i>Verificación por vuelco del reservorio rectangular - estado vacío</i> .....	155
<b>Tabla 3.57</b> Valores de $S_d$ para flexión y cortante .....	155
<b>Tabla 3.58</b> Combinaciones de carga para flexión y tensión .....	156
<b>Tabla 3.59</b> Combinaciones de carga para cortante .....	156
<b>Tabla 3.60</b> Combinaciones de carga por servicio .....	157
<b>Tabla 3.61</b> Propiedades y cuantía mínima de muros .....	157
<b>Tabla 3.62</b> Distribución de refuerzo horizontal en muros - Top Face .....	157
<b>Tabla 3.63</b> Distribución de refuerzo horizontal en muros - Bottom Face.....	158
<b>Tabla 3.64</b> Distribución de refuerzo vertical en muros - Top Face .....	159

<b>Tabla 3.65</b> Distribución de refuerzo vertical en muros - Bottom Face.....	159
<b>Tabla 3.66</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro – Top Face.....	159
<b>Tabla 3.67</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro – Bottom Face.....	160
<b>Tabla 3.68</b> Esfuerzos a compresión y a tensión en la cúpula.....	160
<b>Tabla 3.69</b> Refuerzo tangencial y radial de la cúpula.....	162
<b>Tabla 3.70</b> Refuerzo horizontal y estribos de la viga anular.....	164
<b>Tabla 3.71</b> Refuerzo tangencial de la zapata.....	165
<b>Tabla 3.72</b> Refuerzo radial de la zapata.....	167
<b>Tabla 3.73</b> Refuerzo tangencial de la losa de fondo.....	168
<b>Tabla 3.74</b> Refuerzo radial de la losa de fondo.....	170
<b>Tabla 3.75</b> Refuerzo horizontal de muros cortantes paralelos–Dirección Longitudinal	172
<b>Tabla 3.76</b> Refuerzo horizontal de muros cortantes paralelos–Dirección Transversal..	173
<b>Tabla 3.77</b> Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Top Face	174
<b>Tabla 3.78</b> Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Bottom Face .....	175
<b>Tabla 3.79</b> Refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Top Face	176
<b>Tabla 3.80</b> Refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Bottom Face .....	177
<b>Tabla 3.81</b> Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Top Face .	178
<b>Tabla 3.82</b> Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Bottom Face .....	179
<b>Tabla 3.83</b> Refuerzo longitudinal del techo.....	180



<b>Tabla 3.84</b> Ast1 para refuerzo longitudinal del techo-Top Face.....	180
<b>Tabla 3.85</b> Ast1 para refuerzo longitudinal del techo-Bottom Face .....	181
<b>Tabla 3.86</b> Refuerzo transversal del techo .....	181
<b>Tabla 3.87</b> Refuerzo longitudinal de la zapata.....	183
<b>Tabla 3.88</b> Refuerzo transversal de la zapata.....	184
<b>Tabla 3.89</b> Refuerzo longitudinal de la losa de fondo .....	186
<b>Tabla 3.90</b> Refuerzo transversal de la losa de fondo .....	187
<b>Tabla 3.91</b> Verificación por punzonamiento de la zapata de cimentación .....	190
<b>Tabla 3.92</b> Verificación por presiones de servicio del suelo .....	192
<b>Tabla 3.93</b> Distorsión angular $\alpha$ .....	193
<b>Tabla 3.94</b> Verificación por asentamiento diferencial y tolerable .....	194
<b>Tabla 3.95</b> Verificación por deformación máxima en muro.....	195
<b>Tabla 3.96</b> Verificación por tensión anular del espesor del muro .....	197
<b>Tabla 3.97</b> Verificación de unión muro-base.....	199
<b>Tabla 3.98</b> Verificación por cortante en viga anular.....	200
<b>Tabla 3.99</b> Verificación por cortante en losa de fondo .....	201
<b>Tabla 3.100</b> Verificación por cortante en zapata .....	202
<b>Tabla 3.101</b> Verificación del punzonamiento en la zapata de cimentación.....	203
<b>Tabla 3.102</b> Presión en el suelo .....	204
<b>Tabla 3.103</b> Asentamiento diferenciable .....	205
<b>Tabla 3.104</b> Deformación máxima en el muro .....	206
<b>Tabla 3.105</b> Espesor del muro por cortante .....	207

<b>Tabla 3.106</b> Cortante en la losa de fondo.....	208
<b>Tabla 3.107</b> Cortante en la zapata de cimentación.....	208
<b>Tabla 4.1</b> Volumen de almacenamiento.....	210
<b>Tabla 4.2</b> Cortante basal dinámico del reservorio circular .....	211
<b>Tabla 4.3</b> Presión hidrodinámica total en la base del reservorio circular .....	212
<b>Tabla 4.4</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio circular.....	212
<b>Tabla 4.5</b> Altura de desborde mínimo del reservorio circular .....	213
<b>Tabla 4.6</b> Cortante basal dinámico del reservorio rectangular.....	220
<b>Tabla 4.7</b> Presión hidrodinámica total en la base del reservorio rectangular .....	220
<b>Tabla 4.8</b> Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular.....	221
<b>Tabla 4.9</b> Altura de desborde mínimo del reservorio rectangular.....	222
<b>Tabla 4.10</b> Diseño estructural del reservorio circular .....	232
<b>Tabla 4.11</b> Diseño estructural del reservorio rectangular .....	232
<b>Tabla 4.12</b> Comparación de presupuestos de los reservorios .....	233
<b>Tabla 4.13</b> Comportamiento sísmico del reservorio circular y rectangular según el código ACI 350-06.....	234

### **Índice de Figuras**

<b>Figura 2.1</b> Tipos de reservorios .....	43
<b>Figura 2.2</b> Sistema de abastecimiento de agua potable .....	44
<b>Figura 2.3</b> Condiciones de carga para análisis de reservorios .....	54
<b>Figura 2.4</b> Idealización estructural del muro de reservorio circular .....	55

<b>Figura 2.5</b> Distribución de la tensión anular en muro de reservorio con base fija y borde libre .....	57
<b>Figura 2.6</b> Sistema de coordenadas para placas.....	60
<b>Figura 2.7</b> Idealización según condición de contorno .....	61
<b>Figura 2.8</b> Geometría de la cúpula en elevación.....	65
<b>Figura 2.9</b> Espectro de diseño según NTE E.030 .....	85
<b>Figura 2.10</b> Espectro de diseño según ASCE/SEI 07-16.....	86
<b>Figura 2.11</b> Espectro de diseño según ACI 350.3-06 .....	87
<b>Figura 2.12</b> Distribución real y linealización equivalente de presiones hidrodinámicas.	94
<b>Figura 2.13</b> Linealización equivalente de la presión impulsiva.....	95
<b>Figura 2.14</b> Linealización equivalente de la presión convectiva .....	97
<b>Figura 3.1</b> Ubicación de reservorios proyectados.....	111
<b>Figura 3.2</b> Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según NTE E.030	125
<b>Figura 3.3</b> Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según NTE E.030	125
<b>Figura 3.4</b> Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según ASCE/SEI 07-16.....	127
<b>Figura 3.5</b> Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según ASCE/SEI 07-16.....	127
<b>Figura 3.6</b> Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según ACI 350-06	129
<b>Figura 3.7</b> Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según ACI 350-06 .....	129
<b>Figura 3.8</b> Linealización equivalente de la presión impulsiva del reservorio circular ..	136

<b>Figura 3.9</b> Linealización equivalente de la presión convectiva del reservorio circular.	136
<b>Figura 3.10</b> Linealización equivalente de la presión impulsiva - dirección longitudinal del reservorio rectangular .....	138
<b>Figura 3.11</b> Linealización equivalente de la presión convectiva - dirección longitudinal del reservorio rectangular .....	139
<b>Figura 3.12</b> Linealización equivalente de la presión impulsiva - dirección transversal del reservorio rectangular .....	139
<b>Figura 3.13</b> Linealización equivalente de la presión convectiva - dirección transversal del reservorio rectangular .....	140
<b>Figura 3.14</b> Ast1 para refuerzo horizontal del muro – Top Face.....	158
<b>Figura 3.15</b> Ast1 para refuerzo horizontal del muro – Bottom Face .....	158
<b>Figura 3.16</b> Esfuerzo de diseño por compresión - cúpula.....	161
<b>Figura 3.17</b> Esfuerzo de diseño por tensión - cúpula.....	161
<b>Figura 3.18</b> Ast1 para refuerzo tangencial de la cúpula – Top Face .....	163
<b>Figura 3.19</b> Ast2 para refuerzo radial de la cúpula – Top Face.....	163
<b>Figura 3.20</b> Ast1 para refuerzo horizontal de la viga anular – Top Face .....	164
<b>Figura 3.21</b> Ast1 para refuerzo horizontal de la viga anular – Bottom Face.....	165
<b>Figura 3.22</b> Ast2 para refuerzo tangencial de la zapata – Top Face .....	166
<b>Figura 3.23</b> Ast2 para refuerzo tangencial de la zapata – Bottom Face .....	166
<b>Figura 3.24</b> Ast1 para refuerzo radial de la zapata – Top Face .....	167
<b>Figura 3.25</b> Ast1 para refuerzo radial de la zapata – Bottom Face.....	168
<b>Figura 3.26</b> Ast2 para refuerzo tangencial de la losa de fondo–Top Face.....	169

<b>Figura 3.27</b> Ast2 para refuerzo tangencial de la losa de fondo–Bottom Face .....	169
<b>Figura 3.28</b> Ast1 para refuerzo radial de la losa de fondo–Top Face .....	170
<b>Figura 3.29</b> Ast1 para refuerzo radial de la losa de fondo–Bottom Face .....	171
<b>Figura 3.30</b> Reacciones en la base del muro cortante paralelo a la dirección longitudinal .....	172
<b>Figura 3.31</b> <i>Reacciones en la base del muro cortante paralelo a la dirección transversal</i> .....	173
<b>Figura 3.32</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal– Top Face .....	174
<b>Figura 3.33</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal– Bottom Face .....	175
<b>Figura 3.34</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal– Top Face .....	176
<b>Figura 3.35</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal– Bottom Face .....	177
<b>Figura 3.36</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Top Face .....	178
<b>Figura 3.37</b> Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal– Bottom Face .....	179
<b>Figura 3.38</b> Ast2 para refuerzo transversal del techo-Top Face .....	182
<b>Figura 3.39</b> Ast2 para refuerzo transversal del techo-Bottom Face .....	182
<b>Figura 3.40</b> Ast1 para refuerzo longitudinal de la zapata-Top Face .....	183

<b>Figura 3.41</b> Ast1 para refuerzo longitudinal de la zapata-Bottom Face .....	184
<b>Figura 3.42</b> Ast2 para refuerzo transversal de la zapata-Top Face.....	185
<b>Figura 3.43</b> Ast2 para refuerzo transversal de la zapata-Bottom Face .....	185
<b>Figura 3.44</b> Ast1 para refuerzo longitudinal de la losa de fondo-Top Face .....	186
<b>Figura 3.45</b> Ast1 para refuerzo longitudinal de la losa de fondo-Bottom Face.....	187
<b>Figura 3.46</b> Ast2 para refuerzo transversal de la losa de fondo-Top Face .....	188
<b>Figura 3.47</b> Ast2 para refuerzo transversal de la losa de fondo-Bottom Face.....	188
<b>Figura 3.48</b> Carga total P y carga total amplificada Pu en la zapata de cimentación ....	191
<b>Figura 3.49</b> Reacción máxima en la base para cargas de servicio .....	192
<b>Figura 3.50</b> Asentamiento diferencial máximo en cimentación .....	194
<b>Figura 3.51</b> Deformación máxima en muros .....	195
<b>Figura 3.52</b> Tensión máxima anular por cargas de servicio .....	197
<b>Figura 3.53</b> Cortante máximo V23 en el muro .....	199
<b>Figura 3.54</b> Cortante máximo V23 en viga anular.....	200
<b>Figura 3.55</b> Cortante máximo V13 en losa de fondo.....	201
<b>Figura 3.56</b> Cortante máximo V13 en zapata .....	202
<b>Figura 3.57</b> Carga P y carga última Pu .....	204
<b>Figura 3.58</b> Combinaciones por servicio .....	205
<b>Figura 3.59</b> Asentamiento diferencial máximo en cimentación .....	206
<b>Figura 3.60</b> Deformación máxima del muro.....	206
<b>Figura 3.61</b> Cortante máximo V23 en muro .....	207
<b>Figura 3.62</b> Cortante V13 en la losa de fondo .....	208

<b>Figura 3.63</b> Cortante V13 en la zapata de cimentación .....	209
<b>Figura 4.1</b> Fuerzas F11 y F22 del muro del reservorio circular .....	213
<b>Figura 4.2</b> Combinaciones de carga - Fuerza F11 del muro del reservorio circular.....	214
<b>Figura 4.3</b> Combinaciones de carga - Fuerza F22 del muro del reservorio circular.....	214
<b>Figura 4.4</b> Momentos M11 y M22 del muro del reservorio circular .....	215
<b>Figura 4.5</b> Combinaciones de carga -Momento M11 del muro del reservorio circular.	216
<b>Figura 4.6</b> Combinaciones de carga - M22 del muro del reservorio circular .....	216
<b>Figura 4.7</b> Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio circular .....	217
<b>Figura 4.8</b> Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio circular ..	218
<b>Figura 4.9</b> Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio circular ..	218
<b>Figura 4.10</b> Deformación máxima del muro del reservorio circular .....	219
<b>Figura 4.11</b> Momentos M11 y M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	223
<b>Figura 4.12</b> Combinaciones de carga - Momento M11 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	223
<b>Figura 4.13</b> Combinaciones de carga - Momento M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	224
<b>Figura 4.14</b> Momentos M11 y M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	225
<b>Figura 4.15</b> Combinaciones de carga - Momento M11 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	225

<b>Figura 4.16</b> Combinaciones de carga - Momento M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	226
<b>Figura 4.17</b> Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	227
<b>Figura 4.18</b> Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	227
<b>Figura 4.19</b> Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	228
<b>Figura 4.20</b> Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	229
<b>Figura 4.21</b> Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	229
<b>Figura 4.22</b> Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	230
<b>Figura 4.23</b> Deformación máxima de los muros del reservorio rectangular - Dirección longitudinal .....	231
<b>Figura 4.24</b> Deformación máxima de los muros del reservorio rectangular - Dirección transversal .....	231



## **Resumen**

El insuficiente sistema de almacenamiento de agua potable está ocasionando escasez de agua en las zonas de mayor cota y ausencia de la misma en las viviendas más elevadas con respecto a los reservorios que abastecen actualmente a Nuevo Chimbote; por lo que, los pobladores de tal sector deben abastecerse mediante camiones cisternas.

El proyecto de tesis tuvo como finalidad determinar el diseño estructural más adecuado y económico del reservorio apoyado.

El marco teórico se basó en la norma peruana NTE E.030 y los códigos internacionales ASCE/SEI 07-16 y ACI 350-06, además del empleo de la PCA para el predimensionamiento de elementos estructurales. La metodología de investigación utilizó el modelo simplificado de Housner, estipulado en el código ACI 350.3-06, el cual definió los parámetros dinámicos para el modelamiento del reservorio; teniendo previamente determinados la ubicación de la estructura, las características físicas del terreno y el volumen de almacenamiento requerido. El análisis estructural se ejecutó en un software de ingeniería, determinando esfuerzos y deformaciones para el diseño estructural del reservorio y finalmente, se calculó el presupuesto de la estructura.

Los resultados mostraron una notable ventaja del diseño del reservorio circular frente al rectangular en casos de sismo: soportó mayores presiones hidrodinámicas en la base del muro cilíndrico, presentó una distribución uniforme por la geometría dada, menores esfuerzos y deformaciones máximas desarrolladas con respecto a las determinadas en la dirección más crítica de análisis del tanque rectangular y se obtuvo un presupuesto más económico.

Palabras claves: diseño estructural, presupuesto, comportamiento estructural, presiones.

## **Abstract**

The insufficient drinking water storage system is causing water scarcity in the higher elevation areas and absence of it in the higher houses with respect to the reservoirs that currently supply Nuevo Chimbote; therefore, the inhabitants of such a sector must be supplied by tank trucks.

The objective of this thesis project was to determine the most adequate and economical structural design of the supported reservoir.

The theoretical framework was based on the Peruvian standard NTE E.030 and the international codes ASCE/SEI 07-16 and ACI 350-06, in addition to the use of PCA for the pre-dimensioning of structural elements. The research methodology used the simplified Housner model, stipulated in the ACI 350.3-06 code, which defined the dynamic parameters for modeling the reservoir; having previously determined the location of the structure, the physical characteristics of the land and the volume of storage required. The structural analysis was carried out in an engineering software, determining forces and strains for the structural design of the reservoir and finally, the budget of the structure was calculated.

The results showed a notable advantage of the circular reservoir design over the rectangular one in earthquake cases: it withstood higher hydrodynamic pressures at the base of the cylindrical wall, presented a uniform distribution for the given geometry, lower stresses and maximum deformations developed with respect to the determined ones. In the most critical analysis direction of the rectangular reservoir and a cheaper budget was obtained.

**Key Words:** structural design, budget, structural development, pressures.

## **1. Introducción**

### **1.1. Problemática**

#### ***1.1.1. Antecedentes.***

El reservorio es una estructura que almacena agua dentro de un sistema de distribución de agua potable en centros poblados urbanos y rurales, conducidos desde la captación. En esta investigación, se conoce que existe un insuficiente sistema de almacenamiento de la planta de tratamiento de agua potable que abastece al sector en estudio. Este sector es una zona en expansión al sureste del segundo campus de la Universidad Nacional del Santa, el cual necesita un forjamiento modernista e innovador en su sector.

Silva (2013), hizo una evaluación del comportamiento estructural de reservorios para dar una concepción más clara del diseño de reservorios apoyados de concreto armado a los profesionales involucrados en dicho estudio. Así que se basó en las normas ACI 350-06, E.030 y E.060; e inició la modelación de la estructura en el software SAP 2000 con lo cual calculó las deformaciones y esfuerzos máximos debido a solicitaciones sísmicas. Concluyó que los reservorios circulares distribuyen los esfuerzos de manera más uniforme en cualquier sentido de sismo frente a los reservorios rectangulares; en los que se presentan esfuerzos de mayores intensidades que varían en cada dirección de aplicación del sismo.

Del mismo modo, Arévalo y Barahona (2013) realizaron el diseño de muros, tapas y cimentaciones para 2 tanques de agua de diferentes tamaños con iguales espesores mediante el método de seccionamiento, el método de tablas propuestos por la PCA y usando el software de análisis estructural SAP 2000.

Para ello, consideraron el mismo tipo de suelo, nivel freático, capacidad; obteniendo empujes de suelos, cargas hidrostáticas y cargas de tránsito debido a posibles presiones adicionales por el paso de vehículos junto al tanque enterrado. Al obtener los resultados, realizó un análisis comparativo de las hipótesis de los métodos, refuerzos y los precios; concluyendo que el uso de las tablas de la PCA es el mejor método de diseño para tanques rectangulares poco profundos y de baja capacidad; mientras que el método de seccionamiento fue el más adecuado para tanques cuadrados profundos de baja capacidad, pudiendo conseguir un gran ahorro con éste.

Asimismo, Suarez (2014), proporcionó un procedimiento detallado y justificado para el análisis y diseño de tanques circulares o rectangulares de hormigón y tanques circulares de acero. Fue consciente de la carencia de normativas para el diseño de tanques de almacenamiento frente a eventos sísmicos en Ecuador (NEC), por lo que eligió la norma ACI 350.3-06 para tanques de hormigón y la norma API 650-2013 para tanques de acero. Además, presentó un diseño automatizado por medio de hojas de cálculo con el fin de agilizar los tiempos del diseño y comparar los 3 tipos de tanques; pudiendo seleccionar el tanque más adecuado que se acople a los requerimientos de desempeño y costo.

Por otro lado, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del Santa, Casma y Huarmey (SEDACHIMBOTE, 2017), hizo un estudio para la elaboración de un proyecto en la ciudad de Nuevo Chimbote para que la población tenga un adecuado acceso al servicio de agua potable, haciendo una estimación de la oferta y la demanda del servicio por un periodo de 20 años (2017-2037), considerando la captación, tratamiento y almacenamiento del agua. Se basó en el mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento de agua potable existente en base a las tasas de crecimiento poblacional y las características de la población, con la propuesta de un

sistema de pre-tratamiento y un sistema de control y distribución con sus instalaciones hidráulicas; además de implementar un Programa de Educación Sanitaria para concientizar a la población sobre el uso de este servicio. Concluyó que el proyecto es viable desde el punto de vista técnico, económico y social, permitiendo mejorar la calidad de vida de la población, además de ser rentable socialmente.

Guillén y Rojas (2017), realizaron un análisis dinámico de la masa de agua almacenada en tanques apoyados rectangular y cilíndrico bajo la acción sísmica para estudiar la respuesta sísmica de estas estructuras, teniendo en cuenta el movimiento de oscilación libre de la superficie del líquido (sloshing). Se utilizó la norma ACI-350-01, el modelo de Housner y el modelo a partir de las ecuaciones de movimiento de los fluidos (ecuaciones de Navier-Stokes), considerando los parámetros de zona (Z), suelo (S), periodo asociado al terreno ( $T_p$ ) y el coeficiente de amplificación sísmica (C) de la norma E.030-2006. Realizaron sus cálculos manualmente y modelando la estructura usando el software SAP2000, para el tanque rectangular obtuvieron mayor cortante y momento del modelado en SAP2000, en 9% y 24% respectivamente, que con el cálculo manual; en cambio, para el tanque circular los resultados fueron muy similares hallados manualmente que con el software. También hallaron que haciendo uso de las ecuaciones de Navier-Stokes para el tanque rectangular y circular, incluyendo hasta 3 masas en el modelo mecánico equivalente, obtuvieron que a mayor cantidad de masas no influye significativamente en la cortante y el momento, variando por muy poco los resultados obtenidos del software SAP2000. Encontraron finalmente que con las ecuaciones de Navier-Stokes se obtiene menos cortante y momento que con el modelo de Housner y la norma ACI-350-06, resultando ser menos conservadoras las ecuaciones de Navier-Stokes.

Por último, Tunque (2018), realizó un análisis y diseño de un reservorio circular apoyado de 1000 m<sup>3</sup> haciendo uso del código ACI.350-06 y teniendo como base al modelo mecánico equivalente propuesto por Housner donde se considera el comportamiento hidrodinámico y la interacción estructura-líquido. Procedió a hacer el pre dimensionamiento de la losa de fondo, el muro, la viga anular y la cúpula en el programa Excel, donde además calculó las masas, presiones, momentos y distribuciones de fuerzas. Luego, continuó con el dibujo en 3D de la estructura en el programa AutoCAD, para luego importarlo al software SAP2000 y realizar el análisis estático, análisis dinámico, y determinar el diseño de acero, el factor de durabilidad y el control de fisuras por exposición medio ambiental (EMA), concluyendo que para realizar un adecuado análisis sísmico se debe considerar las presiones convectivas, impulsivas, inerciales y por aceleración vertical.

### ***1.1.2. Problema.***

La unidad de análisis de la investigación es un sector en expansión conformado por nuevos asentamientos humanos, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash. Dicha zona presenta un limitado acceso de agua debido al insuficiente sistema de almacenamiento de la planta de tratamiento de agua potable que lo abastece. Además, esta zona se encuentra ubicada en una cota superior a dicha planta, causando reducción de presiones en el sistema de distribución de agua potable que interrumpe el adecuado servicio y de tal forma, obliga a los pobladores al uso de recipientes plásticos para el almacenamiento de agua que origina enfermedades gastrointestinales en la población. Por otro lado, debido al calentamiento global como señala la ONU (2013), el agua cada año se va agotando y es escasa

para ciertas regiones; teniendo en cuenta que éste es un recurso no renovable y a futuro, el crecimiento poblacional demandará un mayor abastecimiento de agua.

Las causas que generaron esta problemática son:

- Sistema de almacenamiento: con la demanda de agua por parte del nuevo sector en expansión se excede la oferta del sistema de almacenamiento existente.
- Expansión horizontal indebida: el crecimiento urbano se ha planificado como expansión horizontal, ocasionando la ocupación de zonas de mayor cota que dificultan el abastecimiento de agua potable.
- Cota de la zona: dicha característica de este sector en expansión es mayor que la cota de los reservorios que lo abastecen actualmente. Esta diferencia de alturas ocasiona que el agua distribuida no alcance algunos puntos de salida de las viviendas del sector estudiado.

Los efectos de cada una de estas causas son:

- Abastecimiento interrumpido de agua: la reducción de presiones influye en el flujo del agua, ocasionando cortes de agua en las viviendas ubicadas en cotas más altas y más lejanas con respecto a los reservorios que abastecen al sector analizado.
- Escasez de agua en las zonas de mayor cota: las zonas del sector en estudio superan la línea de energía del agua abastecida.
- Uso del servicio de camión cisterna: debido a la escasez de agua en las zonas de cota más elevada del sector en estudio, los pobladores se encuentran en la necesidad de recurrir al servicio de los camiones cisterna para el abastecimiento de agua de sus viviendas, afectándolos en su salud y economía.

Por ello se pregunta: ¿Cuál es el diseño estructural del reservorio más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al sureste de Nuevo Chimbote - Santa - Ancash?

## **1.2. Importancia de la Investigación**

Los beneficiados de este proyecto son los pobladores de los AA.HH. Bello Sur, Tahuantinsuyo, Flores, Houston, Santa Rosa del Sur, Victoria del Sur, Portales del Sur, Lomas del Sur, Costa Blanca, Sánchez Milla y Tierra Prometida; teniendo un adecuado acceso al servicio de agua potable y reducción de gastos económicos. Por otro lado, tendrán el aval de la purificación del agua potable por parte de la empresa prestadora de este servicio. Además, se cumplirá con las exigencias técnicas de este servicio como la presión mínima y un adecuado aprovechamiento de este recurso, que en los últimos años es cada vez más escaso.

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar el diseño estructural del reservorio más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Determinar la ubicación del reservorio apoyado para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

- Determinar el volumen de almacenamiento para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.



- Determinar el comportamiento estructural del reservorio apoyado para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

- Determinar el diseño estructural del reservorio apoyado para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

- Determinar el presupuesto del reservorio apoyado para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

#### **1.4. Marco Referencial**

La zona en estudio se encuentra ubicada al sureste de la ciudad de Nuevo Chimbote. Los límites geográficos de la zona son:

- Por el norte: Con la Urb. Nicolás Garatea I Etapa

- Por el sur: Con parcelas agrícolas

- Por el este: Con parcelas agrícolas

- Por el oeste: Con el segundo campus de la Universidad Nacional del Santa

Esta zona presenta una topografía con pendientes leves con cotas que van de los 65 a 100 m.s.n.m. Además, presenta temperaturas templadas y vientos que predominan de sur a suroeste.

Las características sociales son las de un pueblo que tiene poco tiempo de creación, edificaciones construidas con técnicas no reglamentadas, ausencia de calles asfaltadas, así como en su mayoría cubiertas de arena y ausencia de mobiliario urbano.

#### **1.5. Formulación de la Hipótesis**

El reservorio apoyado circular es el diseño estructural más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al sureste de Nuevo Chimbote.

### **1.5.1. Variables**

#### **1.5.1.1. Variable Dependiente.**

- Reservoirio apoyado

#### **1.5.1.2. Variables Independientes.**

- Ubicación
- Volumen de almacenamiento
- Diseño sísmico
- Población de los asentamientos humanos

### **1.6. Justificación de la Investigación**

La presente tesis aporta al proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable en Nuevo Chimbote; mediante la obtención del volumen de almacenamiento requerido, actualizado según el último censo en 2017, y el análisis, diseño y presupuesto del reservoirio proyectado según los códigos y normativas sismorresistentes vigentes.

### **1.7. Límites de la Investigación**

El presente trabajo está limitado al análisis, diseño y presupuesto del reservoirio proyectado para el mejoramiento del sistema de agua potable en Nuevo Chimbote.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Generalidades

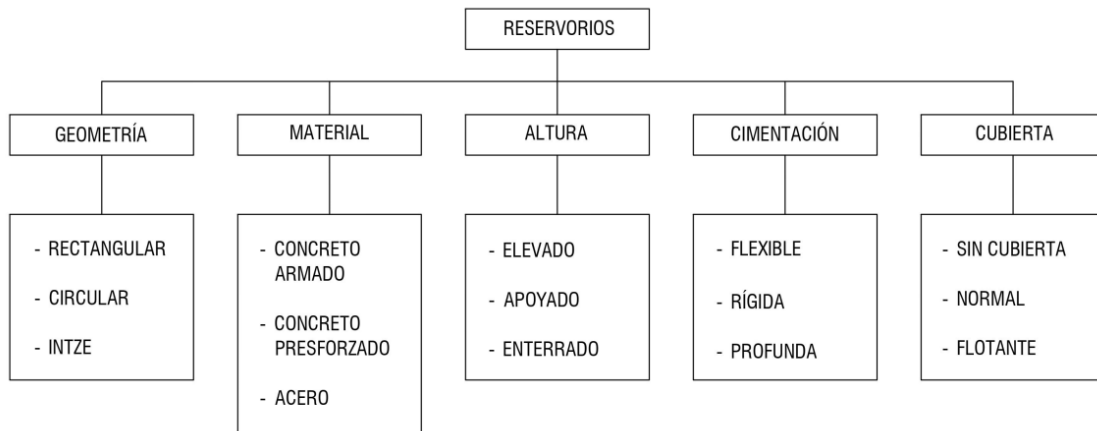
#### 2.1.1. Reservorio

Es una estructura catalogada como esencial, debiendo continuar con su servicio ante la ocurrencia de un sismo (E.030, 2018), cuyos fines son el almacenamiento de agua cuando la demanda es mínima y el abastecimiento del servicio en horas de máximo consumo.

##### 2.1.1.1. Tipos.

Los diferentes tipos de reservorios se clasifican por su geometría, material empleado, altura a la que se ubica, tipo de fundación o falta de tapa. La Figura 2.1 abarca los tipos de reservorios:

**Figura 2.1** *Tipos de reservorios*



El reservorio que se diseñará en esta tesis es un reservorio apoyado de concreto armado con cubierta y cimentación rígida (losa de cimentación), tanto rectangular como circular para determinar el diseño más adecuado entre ellos.

### 2.1.1.2. Importancia.

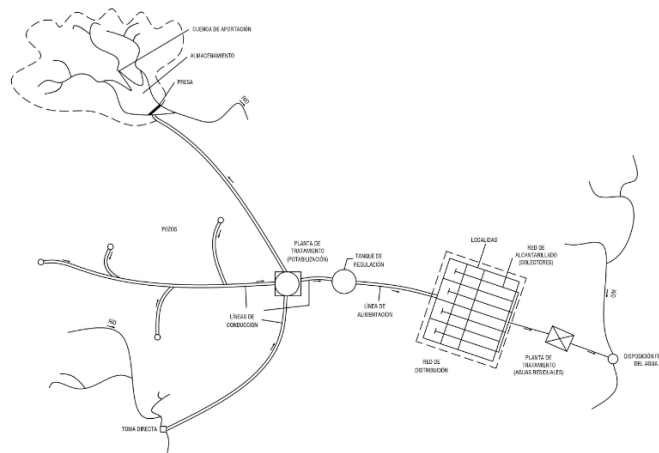
Según Quispe (2014), los reservorios son especialmente diseñados y construidos para el almacenamiento de fluidos en general, la compensación de las variaciones de consumo y acopio de agua en interrupción por deterioros en situaciones imprevistas en sistemas de entrega de agua, reducción de costos de reposición en caso de falla y la prevención de desastres naturales ante posibles accidentes.

### 2.1.2. Sistema de Distribución de Agua Potable

Según Narvaez (s.f.), un sistema de acopio de agua es capaz de captar, conducir, almacenar y distribuir agua a una localidad cumpliendo condiciones de cantidad y calidad (ver Figura 2.2). Las normas OS.010, OS.030 y OS.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018), rigen las condiciones de cantidad y calidad.

Generalmente, los elementos que forman un sistema de distribución de agua son fuente de acopio, obras de captación, línea de conducción, planta de tratamiento, línea de impulsión, reservorio, línea de aducción y red de distribución.

**Figura 2.2** Sistema de abastecimiento de agua potable



*Nota: Tomado de Narvaez, s.f.*

### 2.1.2.1. Período de Diseño.

Según el Ministerio de Vivienda (2019), el periodo de diseño es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de abastecimiento de agua cubre la demanda proyectada, minimizando los costos de inversión, operación y mantenimiento (ver Tabla 2.1).

Por su parte, la norma OS.100 (2006), señala que para proyectos de poblaciones o ciudades y de mejoramiento y/o ampliación en asentamientos existentes, el periodo de diseño es fijado por el proyectista usando un procedimiento que garantice los periodos óptimos para cada componente de los sistemas.

Además, el Ministerio de Vivienda (2019), considera determinar el periodo de diseño siguiendo estas fases:

- Vida útil de los equipos
- Dificultad para realizar la ampliación de infraestructura.
- Crecimiento poblacional
- Capacidad económica
- Situación geográfica

**Tabla 2.1** *Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable*

COMPONENTE	TIEMPO (AÑOS)
- FUENTE DE ABASTECIMIENTO	20
- OBRAS DE CAPTACIÓN	20
- POZOS	20
- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	20
- RESERVORIO	20
- TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN, IMPULSIÓN Y DISTRIBUCIÓN	20
- ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA	20
- EQUIPO DE BOMBEO	10
- ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	20
- COLECTORES, EMISORES E INTERCEPTORES	20
- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	20

*Nota: Tomado del Programa Nacional de Saneamiento Urbano*

### **2.1.2.2. Población de Diseño.**

El Ministerio de Vivienda (2019) define a la población de diseño como el número de habitantes que se espera tener al final del periodo de diseño.

En la norma OS.100 (2016), dicha población de diseño debe calcularse considerando por lo menos una densidad poblacional de 6 hab/ vivienda para nuevas habilitaciones de viviendas y tratándose de asentamientos existentes, estar acorde con el plan regulador y programas de desarrollo regional si los hubiese; caso contrario, se tendrá en cuenta factores urbanos, históricos, socioeconómicos, etc.

Vierendel (2009) precisa que la estimación de la población de diseño se da con diferentes métodos en un tiempo deseado, basado en interpolación y extrapolación de datos censales.

#### **2.1.2.2.1. Método Racional**

Procesos fundamentados en el estudio socio-económico del poblamiento del lugar teniendo en cuenta el crecimiento vegetativo que depende de los nacimientos ( $N$ ), defunciones ( $D$ ), emigraciones ( $E$ ), inmigraciones ( $I$ ) y población flotante ( $P_f$ ).

$$P = (N + I) - (D + E) + P_f \quad \dots \text{Ec. (2.1)}$$

#### **2.1.2.2.2. Método gráfico**

Procesos gráficos que aproximan valores de la población, sea usando datos censales de la región o trasponiendo datos de poblaciones con crecimiento similar.

### **Método de las tendencias**

Las líneas de tendencias son una herramienta de análisis que permite visualizar puntos en una gráfica que van más allá de los datos reales y presentan los posibles valores futuros de acuerdo a su tendencia.

### **Método comparativo**

Se compara gráficamente la población de estudio con otras tres poblaciones de características determinadas, considerándose que la población en estudio tendrá un crecimiento similar al promedio de las otras tres contando a partir de sobrepasar la población base (último censo de la población).

#### **2.1.2.2.3. Método analítico**

El cálculo de la población se ajusta a una curva matemática, donde dicho ajuste depende de las características de la población censada y de los intervalos de tiempo en que estos son medidos.

### **Método aritmético**

$$P = P_0 + r(t - t_0) \quad \dots \text{Ec. (2.2)}$$

$P$  = Población de diseño

$P_0$  = Población inicial

$r$  = Razón de crecimiento

$t$  = Tiempo futuro

$t_0$  = Tiempo inicial

### **Método de interés simple**

$$P = P_o [1 + r(t - t_o)] \quad \dots \text{Ec. (2.3)}$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)} \quad \dots \text{Ec. (2.4)}$$

$P$  = Población de diseño

$P_o$  = Población inicial

$r$  = Razón de crecimiento

$t$  = Tiempo futuro

$t_o$  = Tiempo inicial

### **Método geométrico**

$$P = P_o * (1 + r)^{t - t_o} \quad \dots \text{Ec. (2.5)}$$

$$r = \sqrt[t_{i+1} - t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}} - 1 \quad \dots \text{Ec. (2.6)}$$

$P$  = Población de diseño

$P_o$  = Población inicial

$r$  = Razón de crecimiento

$t$  = Tiempo futuro

$t_o$  = Tiempo inicial

#### **2.1.2.3. Dotación de agua**

La dotación promedio diaria anual por habitante, según la norma OS.100 (2006), se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado e informaciones estadísticas comprobadas.



En caso de la falta de tal información, la norma OS.100 precisa considerar, por lo menos para un sistema con conexiones domiciliarias, una dotación de 180 l/hab/d en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

#### 2.1.2.4. Variaciones de consumo

La norma OS.100 (2006) señala que los coeficientes de las variaciones de consumo, concernientes al promedio diario anual de la demanda, tendrán que ser fijados según el análisis de información estadística demostrada en los acopios por instalaciones domiciliarias. Caso opuesto, se podrán tener en cuenta:

Máximo anual de la demanda diaria ( $K_1$ ): 1,3

Máximo anual de la demanda horaria ( $K_2$ ): 1,8 a 2,5

Los caudales de diseño son determinados como:

$$Q_p = \frac{Población * Dotación}{86400} \dots \text{Ec. (2.7)}$$

$$Q_{md} = K_1 * Q_p \dots \text{Ec. (2.8)}$$

$$Q_{mh} = K_2 * Q_p \dots \text{Ec. (2.9)}$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio en l/s

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario

$Q_{mh}$  : Caudal máximo horario

En la Ec. (2.7), *Población* indica la población futura según el periodo de diseño empleado y *Dotación* se expresa en l/hab – día.

### **2.1.2.5. Volumen de almacenamiento del reservorio**

Según la norma OS.030 (2006), el volumen de almacenamiento está conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

$$V = V_R + V_i + V_{re} \dots \text{Ec. (2.10)}$$

Donde:

$V$  : Volumen de almacenamiento

$V_R$  : Volumen de regulación

$V_i$  : Volumen contra incendio

$V_{re}$  : Volumen de reserva

#### **2.1.2.5.1. Volumen de regulación**

La norma OS.030 (2006) señala que el volumen de regulación se calcula con el diagrama de masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. En caso de la falta de dicha información, se adopta como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación; siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento se calcule para 24 horas de funcionamiento. Caso opuesto, se debe determinar según el horario del suministro.

$$V_R = 0,25 * Q_p * \frac{86400}{1000} \dots \text{Ec. (2.11)}$$

#### **2.1.2.5.2. Volumen contra incendio**

El volumen contra incendio será mínimamente 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda según la norma OS .030 del RNE, mientras que SEDAPAL considera 100 m<sup>3</sup> al tratarse de áreas de viviendas.

### **2.1.2.5.3. Volumen de reserva**

El volumen de reserva se justifica ante situaciones de emergencia o mantenimiento del sistema de distribución de agua, por lo que SEDAPAL recomienda un 7% del volumen del promedio anual de la demanda.

$$V_{re} = 0,07 * Q_{md} \quad \dots \text{ Ec. (2.12)}$$

## **2.2. Códigos y Normativas**

La base teórica que sustenta la presente tesis está regida por las siguientes normativas, tanto nacionales como internacionales. Estos últimos son necesarios ante la ausencia de la reglamentación para ejecutar el análisis sísmico de reservorios en las normativas nacionales.

### **2.2.1. Portland Cement Association (PCA)**

En 1933, la Asociación de Cemento Portland (PCA) determinó coeficientes para el cálculo de esfuerzos y momentos en reservorios, tanto circulares como rectangulares. Se destaca que el método sigue siendo empleado hasta la actualidad en el predimensionamiento y análisis estático de reservorios a nivel nacional e internacional.

### **2.2.2. Código ACI 350.3-06**

En 1963, la norma ACI 350.3-01 tomó el método elaborado por George W. Housner, un sistema mecánico equivalente que representa el movimiento del agua a través de la división de la masa del líquido en dos partes. La norma precisa parámetros necesarios para el análisis dinámico, diferenciándose bien la masa impulsiva y masa convectiva del agua.

### **2.2.3. Código ACI 318-14**

El reglamento Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318) proporciona las propiedades del concreto estructural, así como consideraciones en el diseño de distintos elementos estructurales (vigas, columnas, muros, losas, cimentaciones, etc).

### **2.2.4. Código ASCE/SEI 07-16**

El código ASCE/SEI 07-16 establece las cargas mínimas de diseño de edificios y otras estructuras, así como los parámetros de sismicidad que se emplean para la elaboración del espectro sísmico de respuesta de la estructura a diseñar.

### **2.2.5. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)**

#### **2.2.5.1. NTE E.020**

La norma E.020 *Cargas* establece las fuerzas mínimas en condiciones de servicio y en ningún caso, las fuerzas utilizadas en el diseño van a ser menores a dichos valores mínimos. Esta norma se complementa con la NTE E.030 *Diseño Sismorresistente* y con las demás normas correspondientes del RNE.

#### **2.2.5.2. NTE E.030**

La NTE E.030 *Diseño Sismorresistente* establece las condiciones mínimas para el diseño de edificaciones nuevas, reforzamiento de las existentes y reparación de las estructuras dañadas por acción sísmica. Cabe destacar que, para el diseño de estructuras diferentes de las edificaciones, a menos que no se cuente con normas nacionales específicas, se deben utilizar valores Z y S amplificados de acuerdo a esta norma.

#### **2.2.5.3. NTE E.050**

La NTE E.050 *Suelos y Cimentaciones* precisa que los requerimientos mínimos para la realización del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), con fines de cimentación de edificaciones y otras obras que se mencionan en esta norma.

#### **2.2.5.4. NTE E.060**

La NTE E.060 *Concreto Armado* especifica las exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de edificaciones de concreto armado, preesforzado y simple. En caso de estructuras diferentes a edificaciones, esta norma regirá en lo que sea aplicable.

#### **2.2.5.5. OS.030**

La OS.030 *Almacenamiento de agua para consumo humano* señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

#### **2.2.5.6. OS.100**

La OS.100 detalla los fundamentos básicos de diseño de la infraestructura sanitaria y en base a ello, el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, proponiendo proyectos de sistemas económicos y flexibles en su operación.

### **2.3. Análisis Estructural de Reservorios**

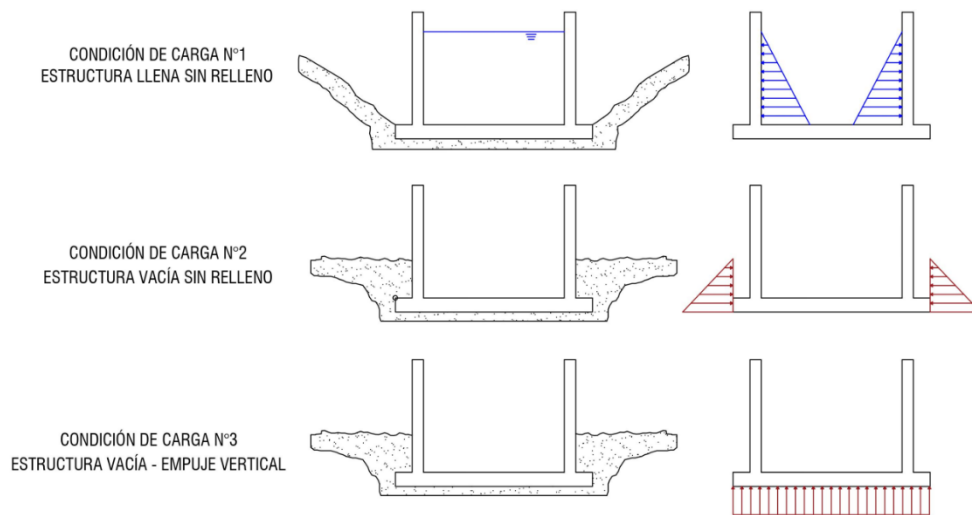
#### **2.3.1. Método de la PCA**

El método de la PCA trabaja con la presión hidrostática principalmente, variando con la presión de tierra según el caso a analizar. Por ello, es considerado un método estático y que actualmente no es objeto de investigación, ya que trata de obtenerse un modelamiento más real

del comportamiento estructural de reservorios frente a fuerzas dinámicas debido a fuerzas de sismo. Cabe destacar que este procedimiento aún es aplicable para fines de predimensionamiento de los elementos estructurales, como veremos más adelante, teniendo en cuenta ciertos criterios de exposición medioambiental establecidos en el código ACI 350-06.

La PCA utiliza coeficientes que permiten obtener los esfuerzos y deformaciones necesarios con la finalidad de verificar y diseñar reservorios. Dichos coeficientes están en función de la geometría del tanque, así como en las condiciones de contorno y el tipo de uso al que la estructura está sometida durante su vida útil. A continuación, según Palomino (2014), existen tres modelos de condiciones para el análisis: con la estructura llena sin considerar relleno, estructura vacía sin agua y estructura vacía ante cargas de empuje vertical (ver Figura 2.3).

**Figura 2.3** Condiciones de carga para análisis de reservorios

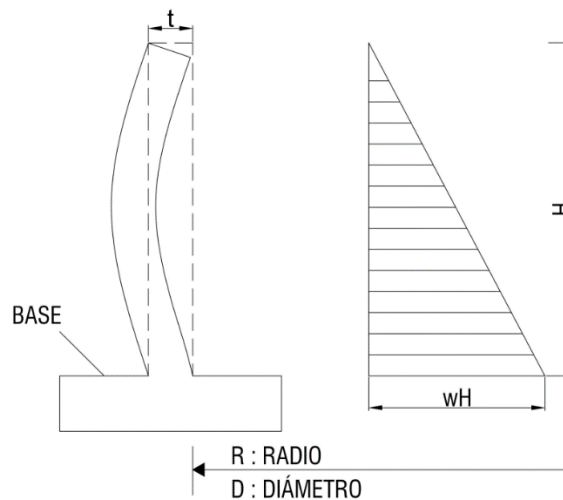


*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

### 2.3.1.1. Método de la PCA en tanques circulares

El muro de un reservorio circular es sometido a una carga triangular debido a la fuerza hidrostática en todo su nivel sin considerar borde libre, bajo la pauta de empotramiento en la base y suponiendo desplazamiento y rotación de la zona alta del muro. En la Figura 2.4, se presenta la idealización estructural de dicha pared.

**Figura 2.4** Idealización estructural del muro de reservorio circular



*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

Se tiene que comprobar su resistencia ante el esfuerzo anular y el esfuerzo cortante para su aplicación en el predimensionamiento del muro del reservorio circular, por lo que el esfuerzo anular se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$T = Coef * w_u HR \dots Ec. (2.13)$$

Donde:

$T$  : Esfuerzo anular ( $kg/m$ )

$Coef$  : Coeficiente con incremento de 0,1 H para tensión anular

$w_u$  : Presión hidrostática última, expresada como:

$$w_u = S_d * 1,7 * \gamma_w \dots \text{Ec. (2.14)}$$

$S_d$  : Factor sanitario para tensión, igual a 1,65 según ACI 350-06 / C.9.2.9

$\gamma_w$  : Peso específico del agua ( $kg/m^3$ )

$R$  : Radio interno del reservorio ( $m$ )

$H$  : Altura total del muro del reservorio ( $m$ )

Los coeficientes para el esfuerzo anular se obtienen de la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2** *Coefficientes para esfuerzo anular*

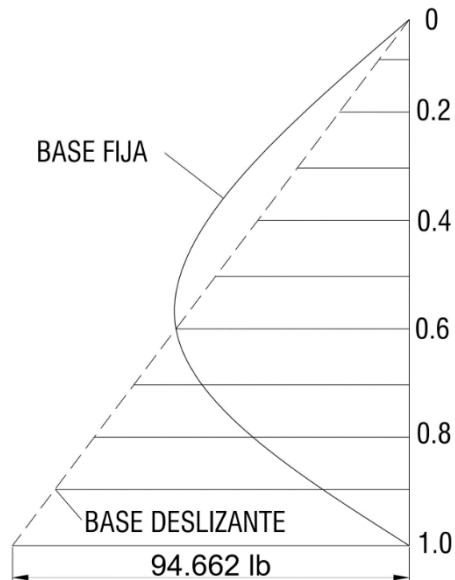
$\frac{H^2}{Dt}$	0.0H	0.1H	0.2H	0.3H	0.4H	0.5H	0.6H	0.7H	0.8H	0.9H	1.0H
0,4	0,149	0,134	0,120	0,101	0,082	0,066	0,049	0,029	0,014	0,040	0,000
0,8	0,263	0,239	0,215	0,190	0,160	0,130	0,096	0,063	0,034	0,010	0,000
1,2	0,283	0,271	0,254	0,234	0,209	0,180	0,142	0,099	0,054	0,016	0,000
1,6	0,265	0,268	0,268	0,266	0,250	0,226	0,185	0,134	0,075	0,023	0,000
2	0,234	0,251	0,273	0,285	0,285	0,274	0,232	0,172	0,104	0,031	0,000
3	0,134	0,203	0,267	0,322	0,357	0,362	0,330	0,262	0,157	0,052	0,000
4	0,067	0,164	0,256	0,339	0,403	0,429	0,409	0,334	0,210	0,073	0,000
5	0,025	0,137	0,245	0,346	0,428	0,477	0,469	0,398	0,259	0,092	0,000
6	0,018	0,119	0,234	0,344	0,441	0,504	0,514	0,447	0,301	0,112	0,000
7	0,004	0,112	0,226	0,340	0,442	0,519	0,545	0,489	0,341	0,132	0,000
8	-0,011	0,104	0,218	0,335	0,443	0,534	0,575	0,530	0,381	0,151	0,000
9	-0,011	0,101	0,213	0,329	0,440	0,538	0,592	0,560	0,411	0,165	0,000
10	-0,011	0,098	0,208	0,323	0,437	0,542	0,608	0,589	0,440	0,179	0,000
11	-0,008	0,098	0,205	0,318	0,433	0,543	0,618	0,611	0,467	0,195	0,000
12	-0,005	0,097	0,202	0,312	0,429	0,543	0,628	0,633	0,494	0,211	0,000
14	-0,002	0,098	0,200	0,306	0,420	0,539	0,639	0,666	0,541	0,241	0,000
16	0,000	0,099	0,199	0,304	0,412	0,531	0,641	0,687	0,582	0,265	0,000

*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

Se puede interpolar o extrapolar para otras relaciones  $H^2/Dt$ , de tal manera obtenemos la repartición del esfuerzo anular en la longitud del muro del tanque circular con una variación de 0,1H, mostrado en la Figura 2.5:



**Figura 2.5** Distribución de la tensión anular en muro de reservorio con base fija y borde libre



*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

A continuación, dividiendo el esfuerzo anular último entre los factores de amplificación  $1,65 \cdot 1,7$ , se obtiene el esfuerzo anular máximo de servicio y a partir de este resultado se comprueba el ancho del muro del tanque circular por condiciones de agrietamiento, a través del siguiente enunciado de la PCA:

$$f_r \geq \frac{CE_S A_S + T_{\text{máx servicio}}}{A_S + nA_S} ; f_r = 2\sqrt{f'_c} \dots \text{Ec. (2.15)}$$

Donde:

$f_r$  : Módulo de ruptura del concreto

$C$  : Coeficiente de contracción del concreto colado, igual a 0,0003

$E_S$  : Módulo de elasticidad del acero de refuerzo ( $kg/cm^2$ )

$A_S$  : Área del acero de refuerzo

$A_g$  : Área de la sección bruta del concreto

$T_{m\acute{a}x\ servicio}$  : Tensi3n máxima anular sin amplificar ( $kg/m$ )

$n$  : Relaci3n modular, donde  $n = E_s/E_c$

$E_c$  : M3dulo de elasticidad del concreto, el cual seg3n ACI 318-14 es:

$$E_c = 15100\sqrt{f'_c} \dots Ec. (2.16)$$

$f'_c$  : Resistencia del concreto a la compresi3n ( $kg/cm^2$ )

Para una verificaci3n completa del espesor del muro, se prosigue a obtener el esfuerzo cortante, el cual se define como:

$$V = Coef.* w_u H^2 \dots Ec. (2.17)$$

Donde:

$V$  : Esfuerzo cortante ( $kg/m$ )

$Coef.$  : Coeficiente con incremento de 0,1H para esfuerzo cortante

$w_u$  : Presi3n hidrostática última, expresada en la Ec. (2.14)

$S_d$  : Factor sanitario para esfuerzo cortante, igual a 1 (PCA)

Los coeficientes para obtener el esfuerzo cortante se muestran en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3** *Coficientes para esfuerzo cortante en muro de reservorio*

$\frac{H^2}{Dt}$	Carga triangular	Carga rectangular
	Base fija	Base fija
0,4	0,436	0,755
0,8	0,374	0,552
1,2	0,339	0,460
1,6	0,317	0,407
2	0,299	0,370
3	0,262	0,310
4	0,236	0,271
5	0,213	0,243
6	0,197	0,222
7	0,186	0,208
8	0,174	0,193
9	0,166	0,183
10	0,158	0,172
11	0,152	0,165
12	0,145	0,158
14	0,135	0,147
16	0,127	0,137

*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

El cortante nominal que es capaz de soportar el concreto se determina con la siguiente ecuación y se procede a comparar con el cortante actuante:

$$\phi V_C = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b_w d \quad \dots \text{ Ec. (2.18)}$$

Donde:

$V_C$  : Esfuerzo cortante del concreto ( $kg/m$ )

$\phi$  : Factor de reducción de resistencia al corte, igual a 0,85 según ACI 350-06 /

### C.9.3.2.3

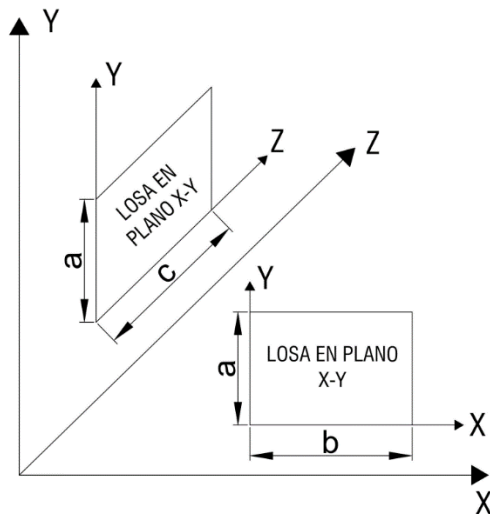
$b_w$  : Ancho del alma de la sección

$d$  : Peralte efectivo de la sección

### 2.3.1.2. Método de la PCA en tanques rectangulares

En el caso de tanques rectangulares, los coeficientes propuestos de la PCA se obtienen a través del método de elementos finitos en dos dimensiones del tipo *plate* (ver Figura 2.6) y tales resultados son verificados con el uso del software SAP90 (PCA).

**Figura 2.6** Sistema de coordenadas para placas



*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

A diferencia de los tanques circulares, los tanques rectangulares no presentan tensión anular y por ello, las comprobaciones se efectúan para cortante máximo, así como por cortante transferido en los extremos laterales de la pared. El cortante se calcula con la siguiente ecuación:

$$V = Coef.*qh_w \dots Ec. (2.19)$$

$$q = K_{aw}\gamma_w h_w \dots Ec. (2.20)$$

Donde:

$V$  : Esfuerzo cortante ( $kg/m$ )

$Coef.$  : Coeficiente para cálculo del esfuerzo cortante

$q$  : Presión en la base de la placa o muro para carga triangular

$K_{aw}$  : Coeficiente por empuje activo, igual a 1

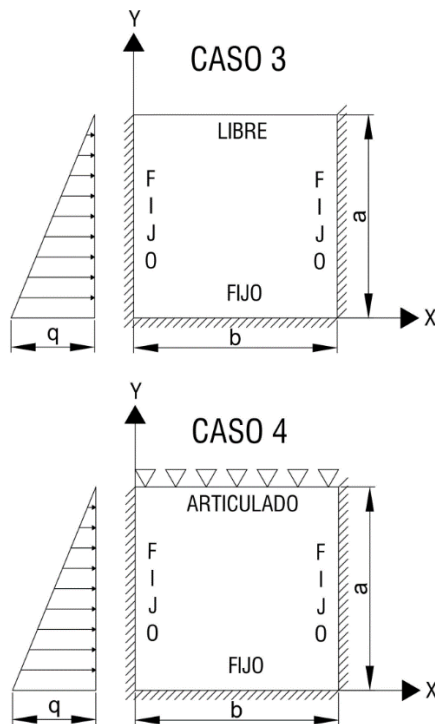
$h_w$  : Altura del muro (m)

$\gamma_w$  : Peso específico del agua ( $kg/m^3$ )

Se debe tener en cuenta que los coeficientes de corte varían según las condiciones de contorno que tiene la pared; por ejemplo, si el reservorio rectangular tiene tapa se considera que la pared es articulada en el tope y si no tiene tapa, la pared es libre en el borde.

La PCA presenta estas situaciones como Caso 4 y Caso 3 para reservorios rectangulares con y sin tapa, respectivamente y son ilustrados en la Figura 2.7:

**Figura 2.7** Idealización según condición de contorno



*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

Una vez se define el caso a analizar, hallamos la relación  $b/a$ , la cual representa la división entre el ancho ( $B$ ) o largo ( $L$ ) y la altura del muro ( $h_w$ ). Los coeficientes respectivos para esfuerzo cortante se muestran en la Tabla 2.4 y Tabla 2.5:

**Tabla 2.4** *Coefficientes para esfuerzo cortante – Caso 3*

$b/a$	4	3	2,5	2	1,75	1,5	1,25	1	0,75	0,5
Cara inferior (punto medio)	0,50	0,50	0,48	0,45	0,43	0,40	0,36	0,32	0,26	0,19
Cara lateral (máximo)	0,38	0,37	0,33	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,22	0,17
Cara lateral (punto medio)	0,23	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,23	0,19	0,13

*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

**Tabla 2.5** *Coefficientes para esfuerzo cortante – Caso 4*

$b/a$	4	3	2,5	2	1,75	1,5	1,25	1	0,75	0,5
Cara inferior (punto medio)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,38	0,36	0,32	0,26	0,20
Cara lateral (máximo)	0,26	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,22	0,17
Cara lateral (punto medio)	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,23	0,19	0,13
Cara superior (punto medio)	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03

*Nota. Tomado de Portland Concret Association (PCA), 1993*

El cortante nominal que es capaz de soportar el concreto se determina con la Ec. (2.18) y se procede a comparar con el cortante actuante multiplicado por el factor de amplificación según el apéndice C del código ACI 350-06/C.9.3.2.3, lo cual se expresa como:

$$V_u = F_c * V \quad \dots \text{ Ec. (2.21)}$$

Donde:

$V_u$  : Esfuerzo cortante último actuante ( $kg/m$ )

$F_c$  : Factor de amplificación, igual a 1,4

Se debe tener en cuenta que los cortantes laterales en los reservorios rectangulares ocasionan un efecto de tensión por transferencia de carga en los extremos, así que, la Ec. (2.18) varía teniendo en cuenta este efecto y el código ACI 350-06/ 11.3.2.3 lo define como:

$$\phi V_c = \phi 0,53 \left( 1 + \frac{N_u}{35 A_g} \right) \sqrt{f'_c} b_w d \quad \dots \text{ Ec. (2.22)}$$

Donde:

$N_u$  : Tensión última dada por el cortante último perpendicular ( $kg/m$ )

$A_g$  : Área de la sección bruta

### **2.3.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Como se mencionó anteriormente, los esfuerzos calculados en la sección 2.3.1 permiten predimensionar los elementos estructurales del reservorio, teniendo en cuenta además ciertas condiciones para cada uno de ellos.

#### **2.3.2.1. Predimensionamiento de muros**

La sección 14.5.3.1 del código ACI 350-06 propone la siguiente expresión para el espesor del muro:

$$t_w = \text{máx} \left( \frac{h_w}{25}; 20 \right) \quad \dots \text{ Ec. (2.23)}$$

Cabe destacar también que la sección 14.6.2 del mismo código requiere que para alturas mayores o iguales a 3 m, el espesor mínimo del muro debe ser 0,30 m.

#### **2.3.2.2. Predimensionamiento de losa de fondo**

El apéndice H.3 del código ACI 350-06 propone los siguientes espesores mínimos para losas de fondo:

0,10 m para losas con una capa de refuerzo.

0,125 m para losas con refuerzo preesforzado.

0,15 m para losas con 2 capas de refuerzo.

### 2.3.2.3. Predimensionamiento de cúpula en reservorios circulares

La sección G.2.3.1.2 del código ACI 350-06 propone utilizar la siguiente expresión para techos de forma curva:

$$t_d = r_d \sqrt{\frac{1.5P_u}{\phi B_i B_c E_c}}, \phi = 0,70 \quad \dots \text{ Ec. (2.24)}$$

Donde:

$t_d$  : Espesor de la cúpula

$r_d$  : Radio interno de la cúpula ( $ft$ )

$P_u$  : Presión unitaria de diseño, incluye amplificación ( $lb/ft^2$ )

$B_i$  : Pandeo por imperfecciones geométricas ( $lb/ft^2$ ), expresado como:

$$B_i = \left(\frac{r_d}{r_i}\right)^2, r_i = 1,4r_d \rightarrow B_i = 0,5 \quad \dots \text{ Ec. (2.25)}$$

$B_c$  : Pandeo por creep no lineal y fisuración del concreto

$$B_c = \begin{cases} 0,44 + 0,003L, \text{ para } 12 \frac{lb}{ft^2} < L < 30 \frac{lb}{ft^2} \\ 0,53, \text{ para } L \geq 30 \frac{lb}{ft^2} \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (2.26)}$$

$L$  : Carga viva sin amplificar ( $lb/ft^2$ )

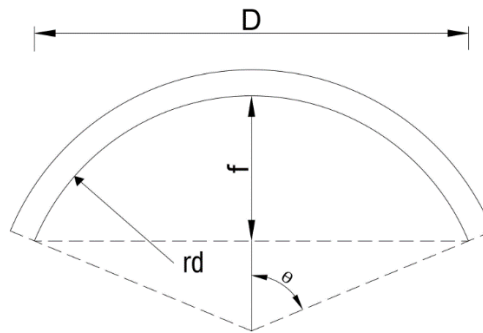
$E_c$  : Módulo de elasticidad del concreto ( $psi$ )

La sección 19.2.7 del código ACI 350-06 exige un espesor mínimo de 0,10 m para la cúpula.

Palomino (2014) precisa que la geometría de la cúpula en elevación se puede dimensionar como muestra la Figura 2.8 y según las siguientes ecuaciones:



**Figura 2.8** Geometría de la cúpula en elevación



*Nota. Tomado de Palomino, 2014*

$$f = \frac{D}{5} \quad \dots \text{ Ec. (2.27)}$$

$$(r_d - f)^2 = \left(r_d^2 - \frac{D}{2}\right) \quad \dots \text{ Ec. (2.28)}$$

$$r_d = \frac{4f^2 + D^2}{8f} \quad \dots \text{ Ec. (2.29)}$$

$$\theta = \arcsen\left(\frac{D}{2R}\right) \quad \dots \text{ Ec. (2.30)}$$

Donde:

$f$  : Flecha de la cúpula ( $m$ )

$r_d$  : Radio interno de la cúpula ( $m$ )

$\theta$  : Ángulo semi-central

#### **2.3.2.4. Predimensionamiento de viga anular**

Según Palomino (2014), la viga anular es el elemento que contrarresta las fuerzas de tensión meridional ocasionados en la cúpula del reservorio circular. Para estimar sus dimensiones, propone las siguientes ecuaciones:

$$T = \frac{P_u r_d}{1 + \cos \theta} \quad \dots \text{ Ec. (2.31)}$$

$$T = \frac{D}{2} T \cos \theta + T_{agua} \quad \dots \text{ Ec. (2.32)}$$

$$A_{st} = \frac{T_b}{0.9f_y} \dots \text{Ec. (2.33)}$$

$$A_b = \frac{T_b}{f_r} - (n - 1)A_{st} \dots \text{Ec. (2.34)}$$

Donde:

$T$  : Tensión meridional ( $kg/m$ )

$r_d$  : Radio interno de la cúpula ( $m$ )

$\theta$  : Ángulo semi-central

$T_b$  : Tensión en la viga ( $kg/m$ )

$T_{agua}$  : Tensión producida por el agua ( $kg/m$ )

$A_{st}$  : Acero requerido ( $cm^2$ )

$f_r$  : Módulo de ruptura del concreto

### **2.3.2.5. Predimensionamiento de losa de techo en reservorios rectangulares**

La sección 9.5.3.2 del código ACI 350-06 propone dimensionar los techos horizontales como:

$$t_r = \frac{B}{33} \dots \text{Ec. (2.35)}$$

Donde:

$t_r$  : Espesor del techo ( $m$ )

$B$  : Ancho del reservorio rectangular ( $m$ )

### **2.3.2.6. Predimensionamiento del ancho de cimentación**

Das (2001) propone aplicar el enunciado modificada de Meyerhof (1963), pues ésta tiene en cuenta diferentes factores de modificación de forma, profundidad e inclinación. Cabe destacar también que el ancho de cimentación se calcula según los resultados obtenidos del EMS y con lo cual, se halla la carga última neta.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_s B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i} \dots \text{Ec. (2.36)}$$

Donde:

$c$  : Cohesión del suelo

$q$  : Esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación

$B$  : Ancho de la cimentación

$L$  : Largo de la cimentación (en reservorios circulares,  $L = B = D$ )

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  : Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{BN_q}{LN_c} \dots \text{Ec. (2.37)}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \theta \dots \text{Ec. (2.38)}$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{B}{L}; L > B \dots \text{Ec. (2.39)}$$

$\emptyset$  : Ángulo de fricción del suelo

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  : Factores de profundidad,  $F_{\gamma d} = 1$

$$F_{cd} = \begin{cases} 1 + 0,4 \frac{D_f}{B}; \text{ para } \frac{D_f}{B} \leq 1 \\ 1 + 0,4 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right); \text{ para } \frac{D_f}{B} > 1 \end{cases} \dots \text{Ec. (2.40)}$$

$$F_{qd} = \begin{cases} 1 + 2 \tan \emptyset (1 - \text{sen} \emptyset)^2 \frac{D_f}{B}; \text{ para } \frac{D_f}{B} \leq 1 \\ 1 + 2 \tan \emptyset (1 - \text{sen} \emptyset)^2 \tan^{-1} \left( \frac{D_f}{B} \right); \text{ para } \frac{D_f}{B} > 1 \end{cases} \dots \text{Ec. (2.41)}$$

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$  : Factores de inclinación de carga

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \dots \text{Ec. (2.42)}$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\emptyset}\right)^2 \dots \text{Ec. (2.43)}$$

$\beta$  : Ángulo de inclinación respecto a la vertical

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{\pi \tan \phi} \dots \text{Ec. (2.44)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \dots \text{Ec. (2.45)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \dots \text{Ec. (2.46)}$$

$\gamma_s$  : Peso específico del suelo

Palomino (2014) precisa que la altura de la cimentación se calcula considerando que el acero de refuerzo vertical tiene que contar con una longitud de desarrollo a compresión, garantizando la condición de contorno como base fija. La sección 12.3.2 y el capítulo 15 del código ACI 350-06, así como el código ACI 318-14/ 25.4.9.1 establecen las siguientes ecuaciones para determinar dicha longitud de desarrollo:

$$l_{dc} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0.075 \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b \\ 0.0044 f_y d_b \\ 20 \end{array} \right. \dots \text{Ec. (2.47)}$$

$$h_z = l_{dc} + 7.5 \dots \text{Ec. (2.48)}$$

$$d \geq \frac{\sigma_{UN}(B-a-t)}{0.53 \sqrt{f'_c} b_w + \sigma_{UN}} \geq 15 \text{ cm} \dots \text{Ec. (2.49)}$$

### 2.3.2.7. Verificación por estabilidad vertical

Palomino (2014) presenta la condición de carga N°3 como otro caso crítico según lo tratado en el método estático de la PCA, donde el tanque está vacío y es sometido al empuje vertical del suelo. Verificar la estabilidad en esta situación permite un correcto criterio al predimensionar la altura a la que será enterrada la estructura. Así que, la fuerza de empuje vertical del suelo se halla con la siguiente ecuación:

$$F_E = P_S * A \dots \text{Ec. (2.50)}$$

Donde:

$F_E$  : Empuje vertical del suelo ( $kg$ )

$A$  : Área del reservorio ( $m^2$ )

$P_S$  : Presión ejercida por el suelo ( $kg/m^2$ )

$P_S = \gamma_S * (H_S + t_f)$  ... Ec. (2.51)

$\gamma_S$  : Peso específico del suelo ( $kg/m^3$ )

$H_S$  : Altura del relleno ( $m$ )

$t_f$  : Espesor de la losa de fondo ( $m$ )

El factor de seguridad recomendado debe ser mayor o igual a 1,10, con lo cual se establece la siguiente expresión:

$$FS = \frac{(W_R + W_S)}{F_E} \quad \dots \text{ Ec. (2.52)}$$

Donde:

$FS$  : Factor de seguridad

$W_R$  : Peso del reservorio vacío ( $kg$ )

$W_S$  : Peso del suelo sobre el voladizo inferior del reservorio ( $kg$ )

### **2.3.3. Parámetros de sismicidad**

Los parámetros de sismicidad son establecidos en la norma NTE E.030, así como en el código ASCE/SEI 07-16. Estos parámetros son la base para la definición del espectro de respuesta para el análisis dinámico del reservorio, teniendo en cuenta los factores de reducción ( $R$ ) según la normativa o código empleado.

### 2.3.3.1. Zonificación sísmica

La NTE E.030 presenta una zonificación basada en 4 zonas que simboliza la distribución espacial de la sismicidad, además de las cualidades sísmicas, la disminución de éstos debido a la distancia epicentral y datos geotécnicos. Según la NTE E.030, la zonificación sísmica calcula el factor de zona Z, cuyos valores se detallan en la Tabla 2.6:

**Tabla 2.6** *Factor de zona Z*

Factores de zona	
ZONA	Z
1	0,10
2	0,25
3	0,35
4	0,45

*Nota. Tomado de la Norma Técnica de Edificaciones (NTE E.030), 2018*

### 2.3.3.2. Parámetros de aceleración del suelo para periodos cortos ( $S_s$ ) y periodos de 1 segundo ( $S_1$ )

Según Toledo (2014), las zonas sísmicas en Perú están fundamentadas en mapas de riesgo sísmico con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, correspondiente a un periodo de retorno de 475 años (sismo raro). Por otro lado, tanto el código ASCE/SEI 07-16 y el código ACI 350.3-06 muestran mapas de riesgo sísmico con 2% de probabilidad de excedencia en 50 años, representando un periodo de retorno de 2500 años.

Por ello, Muñoz et al. (2013) proponen semejanzas basadas para la zonificación de la normativa NTE E.030, las cuales se detallan en la Tabla 2.7:

**Tabla 2.7** Valores propuestos para  $S_s$  y  $S_1$

Aceleraciones espectrales en zonas sísmicas			
Región	$S_s$	$S_1$	Z
Costa	1	0,42	0,40
Sierra	0,75	0,31	0,30
Selva	0,375	0,16	0,15

*Nota. Tomado de Muñoz et al, 2013*

Más adelante, la NTE E.030 fue actualizada, así que Toledo (2014) propone una semejanza con los factores de zona (Z) y las aceleraciones espectrales, donde multiplica por 4,4 y 1,8 los valores de Z para periodos cortos y de 1 segundo, respectivamente. Dichas relaciones se presentan en la Tabla 2.8:

**Tabla 2.8** Valores actualizados para  $S_s$  y  $S_1$

Aceleraciones espectrales en zonas sísmicas			
ZONA	Z	$S_a(0.2), S_s$	$S_a(1.0), S_1$
1	0,1	0,44	0,18
2	0,25	1,10	0,45
3	0,35	1,54	0,63
4	0,45	1,98	0,81

*Nota. Tomado de Toledo, 2014*

### 2.3.3.3. Clase de sitio y coeficientes de sitio ( $F_a$ y $F_v$ )

La sección 20.3 del código ASCE/SEI 07-16 describe la clase de sitio, la cual es definida por las propiedades del suelo donde se fundará el reservorio. La velocidad promedio de onda de corte ( $\bar{V}_S$ ), resultados del ensayo de penetración estándar ( $\bar{N}$ ) y la resistencia no drenada al corte ( $\bar{S}_a$ ) también determinan la clasificación de sitio (ver Tabla 2.9):

**Tabla 2.9** *Clasificación de sitio*

Clasificación de sitio			
Clase de sitio	Vs	N o Nch	Sa
A. Roca dura	>5000 ft/s	NA	NA
B. Roca	2500 a 5000 ft/s	NA	NA
C. Suelo compacto y roca suave	1200 a 2500 ft/s	>50	1000 a 2000 psf
D. Suelo rígido	600 a 1200 ft/s	15 a 50	<1000 psf
E. Arcilla blanda	<600 ft/s	<15	
Cualquier perfil de suelo con más de 10 ft con las siguientes características			
Índice de plasticidad IP<20			
Contenido de humedad w >=40%			
Resistencia no drenada al corte < 500 psf			
F. Suelos que requieren un análisis conforme al ASCE/SEI 7 - 10/21.1	Revisar la sección 20.3.1 del ASCE/SEI 7 - 10		

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

El código ASCE/SEI 07-16 presenta los coeficientes de sitio, que están en función de la clasificación de sitio y la aceleración espectral para periodos cortos  $S_s$  y periodos de 1 segundo  $S_1$ ; teniendo en cuenta que, para valores intermedios, el mismo código indica emplear interpolación lineal. Dichos coeficientes se muestran en la Tabla 2.10 y Tabla 2.11:

**Tabla 2.10** *Coeficiente de sitio  $F_a$* 

Coeficiente de sitio, $F_a$					
Clase de sitio	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1.25$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,4	1,7	1,3	1,2	1,2
F	Ver ASCE/SEI 7-16/11.4.1				

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*



**Tabla 2.11** *Coficiente de sitio  $F_y$*

Coficiente de sitio, $F_v$					
Clase de sitio	$S1 \leq 0.1$	$S1 = 0.2$	$S1 = 0.3$	$S1 = 0.4$	$S1 \geq 0.5$
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
D	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8
E	4,2	-	-	-	-
F		Ver ASCE/SEI 7-16/11.4.1			

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

#### **2.3.3.4. Aceleraciones espectrales para sismo considerado máximo ( $S_{MS}$ y $S_{M1}$ )**

La sección 11.4.3 del código ASCE/SEI 07-16 establece las ecuaciones correspondientes para la aceleración de respuesta espectral para un sismo considerado máximo (MCER), en periodos cortos  $S_{MS}$  y periodos de 1 segundo  $S_{M1}$ :

$$S_{MS} = F_a S_S \quad \dots \text{ Ec. (2.53)}$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \quad \dots \text{ Ec. (2.54)}$$

#### **2.3.3.5. Aceleraciones espectrales de diseño ( $S_{DS}$ y $S_{D1}$ )**

La sección 11.4.4 del código ASCE/SEI 07-16 precisa que la aceleración espectral de diseño se obtiene multiplicando por 2/3 las aceleraciones del máximo sismo considerado, expresada como sigue:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad \dots \text{ Ec. (2.55)}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad \dots \text{ Ec. (2.56)}$$

#### **2.3.3.6. Categoría de riesgo**

La Tabla 2.12 define la categoría de riesgo de la estructura, la cual permite hallar el factor de importancia a emplear.

**Tabla 2.12** *Categoría de riesgo*

Uso u ocupación de edificaciones y estructuras	Categoría de riesgo
Edificaciones y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla.	I
Todas las edificaciones y otras estructuras que no estén indicadas en las Categorías de Riesgo I, III y IV.	II
Edificaciones y otras estructuras cuya falla puede suponer un sustancial riesgo para la vida humana.	
Edificaciones y otras estructuras no incluidas en la Categoría de Riesgo IV, con el potencial de causar impactos económicos y/o interrupción masiva de la vida civil en caso de falla.	
Edificios y otras estructuras no incluidas en la Categoría IV (incluyendo, pero no limitado a: instalaciones que fabrican, procesan, manejan, almacenan, usan o eliminan sustancias tales como combustibles peligrosos) que contengan sustancias tóxicas o explosivas, cuando su cantidad excede al límite establecido por la autoridad competente y si representa una amenaza pública en caso de ser liberadas.	III
Edificaciones y otras estructuras designadas como instalaciones esenciales.	
Edificaciones y otras estructuras cuya falla puede suponer un sustancial riesgo para la vida humana.	
Edificios y otras estructuras (incluyendo pero no limitado a: instalaciones que fabrican, procesan, manejan, almacenan, usan o eliminan sustancias tales como combustibles peligrosos) que contengan sustancias tóxicas o explosivas, cuando su cantidad excede al límite establecido por la autoridad competente y si representa una amenaza pública en caso de ser liberadas.	IV
Edificaciones y otras estructuras necesarias para mantener la funcionalidad de otras estructuras de Categoría de Riesgo IV.	

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

### 2.3.3.7. Factor de importancia ( $I_e$ )

La Tabla 2.13 establece el factor de importancia para diferentes tipos de carga:

**Tabla 2.13** *Factor de importancia sísmica  $I_e$*

Factor de importancia sísmica $I_e$	
Categoría de riesgo	Factor $I_e$
I	1
II	1
III	1,25
IV	1,5

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

### 2.3.3.8. Periodos de diseño $T_s$ , $T_0$ y $T_L$

El código ASCE/SEI 07-16 sugiere que para categorías de riesgo I, II y III, el valor para periodos largos  $T_L$  sea igual a 4s; mientras que para los periodos  $T_s$  y  $T_0$ , la sección 11.3 del código ASCE/SEI 07-16 establece:

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots \text{Ec. (2.57)}$$

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots \text{Ec. (2.58)}$$

### 2.3.3.9. Categoría de diseño sísmico

El código ASCE/SEI 07-16 presenta la categoría de diseño sísmico, que están en función de la categoría de riesgo y las aceleraciones espectrales de diseño para periodos cortos y periodos de 1 segundo (ver Tabla 2.14 y Tabla 2.15)

**Tabla 2.14** *Categoría de diseño sísmico para SDS*

Categoría de diseño sísmico para SDS		
Valor de SDS	Categoría de riesgo	
	I, II o III	IV
SDS < 0.167	A	A
0.167 ≤ SDS < 0.33	B	C
0.33 ≤ SDS < 0.50	C	D
0.50 ≤ SDS	D	D

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

**Tabla 2.15** *Categoría de diseño sísmico para SD1*

Categoría de diseño sísmico para SD1		
Valor de SD1	Categoría de riesgo	
	I, II o III	IV
SD1 < 0.067	A	A
0.067 ≤ SD1 < 0.133	B	C
0.133 ≤ SD1 < 0.20	C	D
0.20 ≤ SD1	D	D

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

### 2.3.3.10. Factor de reducción de respuesta sísmica

El código ASCE/SEI 07-16 muestra los parámetros de diseño sísmico para tanques apoyados de concreto armado, en la cual se halla el factor de reducción ( $R$ ) para la componente impulsiva, el factor de sobrerresistencia ( $\Omega_0$ ) y el factor de amplificación de deflexión ( $C_d$ ) según el tipo de base del reservorio (ver Tabla 2.16).

**Tabla 2.16** *Factor de reducción de respuesta sísmica*

Factor de reducción de respuesta sísmica ASCE			
Reservorios apoyados de concreto reforzado o preesforzado	R	$\Omega_0$	$C_d$
Base reforzada no deslizable	2	2	2
Base flexible anclada	3,25	2	2
Base flexible sin anclar y sin restricción	1,5	1,5	1,5

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

Ahora, en el caso de la componente convectiva, el código ASCE/SEI 07-16 cita el código ACI 350.3-06, donde la Tabla 2.17 presenta los factores de reducción para las componentes impulsiva y convectiva.

**Tabla 2.17** Factor de reducción impulsiva y convectiva

Tipo de estructura	Factor de reducción de respuesta sísmica ACI		Rc
	Ri		
	Sobre suelo	Enterrados	
Reservorios anclados, base flexible	3,25	3,25	1,00
Reservorios con base fija o rotulada	2,00	3,00	1,00
Reservorios sin anclar ( apoyados)	1,50	2,00	1,00
Reservorios sobre pedestales	2,00	-	1,00

*Nota. Tomado del código ACI 350.3-06, 2006*

#### 2.3.4. Modelo hidrodinámico de Housner

George W. Housner (1963) propuso un modelo mecánico equivalente que evalúa las fuerzas hidrodinámicas ejercidas por el líquido sobre los muros del tanque, las cuales deben ser consideradas en el análisis en adición a las fuerzas hidrostáticas.

Palomino (2014) afirma que ante la vibración de un reservorio con agua, dicho líquido acciona una presión hidrodinámica impulsiva y convectiva sobre las paredes del tanque y la losa de fondo (además del efecto de la presión hidrostática) y para la inclusión de este efecto dinámico, el reservorio se idealiza como un modelo de masas y resortes, donde la masa del agua se divide en dos: una masa impulsiva  $m_i$  que está unida rígidamente a las paredes del tanque a una altura  $h_i$  (o  $h'_i$ ) y una masa convectiva  $m_c$  que está atada a las paredes del tanque por un resorte de rigidez  $K_c$  a una altura  $h_c$  (o  $h'_c$ ). Además, Palomino (2014) precisa que  $h_i$  y  $h_c$  consideran la presión hidrodinámica únicamente sobre las paredes del tanque; mientras que  $h'_i$  y  $h'_c$ , sobre las paredes y la losa de fondo.

El capítulo 15 del código ASCE/SEI 07-16 exige la revisión del código ACI 350.3-06, donde se presentan y detallan las características dinámicas del modelo de Housner para tanques rectangulares y circulares.

#### 2.3.4.1. **Peso impulsivo del agua ( $W_i$ )**

Representa a la masa impulsiva afectada por la gravedad, la cual está unida rígidamente a los muros del reservorio. Dependiendo de la forma geométrica del tanque (rectangular o circular), el peso impulsivo del agua se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$W_i = W_L \left[ \frac{\tanh\left(0,866\frac{D}{H_L}\right)}{0,866\frac{D}{H_L}} \right] \dots \text{Ec. (2.59)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$W_i = W_L * \left[ \frac{\tanh\left(0,866\frac{L}{H_L}\right)}{0,866\frac{L}{H_L}} \right] \dots \text{Ec. (2.60)}$$

Donde:

$W_L$  : Peso del agua ( $kg$ )

$D$  : Diámetro interno del reservorio circular ( $m$ )

$L$  : Longitud en la dirección de análisis del reservorio rectangular ( $m$ )

$H_L$  : Altura del líquido ( $m$ )

#### 2.3.4.2. **Altura impulsiva ( $h_i$ )**

Es la altura donde se ubica el centro de gravedad del peso impulsivo y con fines de diseño, es calculada bajo la condición EBP (excluir la presión en la base). Según la geometría del tanque, la altura impulsiva es igual a:

Para reservorios circulares:

$$h_i = \begin{cases} H_L \left[ 0,5 - 0,09375 \left( \frac{D}{H_L} \right) \right], & \text{para } \frac{H_L}{D} > 0,75 \\ 0,375H_L, & \text{para } \frac{H_L}{D} \leq 0,75 \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (2.61)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$h_i = \begin{cases} H_L \left[ 0,5 - 0,09375 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right], & \text{para } \frac{H_L}{L} > 0,75 \\ 0,375H_L, & \text{para } \frac{H_L}{L} \leq 0,75 \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (2.62)}$$

#### **2.3.4.3. Coeficiente de masa efectiva ( $\epsilon$ )**

El coeficiente de masa efectiva reduce la masa participativa de la estructura con el fin de calcular el peso impulsivo total. Está en función de la forma geométrica del reservorio y en la sección 9.6 del código ACI 350.3-06 se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$\epsilon = \left[ 0,0151 \left( \frac{D}{H_L} \right)^2 - 0,1908 \left( \frac{D}{H_L} \right) + 1,021 \right] \leq 1 \quad \dots \text{ Ec. (2.63)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$\epsilon = \left[ 0,0151 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 - 0,1908 \left( \frac{L}{H_L} \right) + 1,021 \right] \leq 1 \quad \dots \text{ Ec. (2.64)}$$

#### **2.3.4.4. Peso impulsivo total ( $W_{iT}$ )**

Equivale al peso total inercial de la estructura afectado por el coeficiente de masa efectiva. Dependiendo de los elementos estructurales con los que cuente, la sección 4.1.1 del código ACI 350.3-06 lo expresa como:

Para reservorios circulares:

$$W_{iT} = W_i + \epsilon W_w + \epsilon W_b + W_r \quad \dots \text{ Ec. (2.65)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$W_{iT} = W_i + \varepsilon W_w + W_r \dots \text{Ec. (2.66)}$$

Donde:

$W_w$ : Peso impulsivo del muro del reservorio ( $kg$ )

$W_b$  : Peso impulsivo de la viga anular en reservorios circulares ( $kg$ )

$W_r$  : Peso impulsivo de la tapa del reservorio ( $kg$ )

### 2.3.4.5. Periodo impulsivo ( $T_i$ )

Para tanques apoyados con base fija o articulada, el código ACI 350.3-06 muestra las siguientes ecuaciones para determinar el periodo impulsivo:

Para reservorios circulares:

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}, \quad \omega_i = C_L \frac{12}{H_L} \sqrt{\frac{E_c g}{\gamma_c}}, \quad C_L = 10 C_w \sqrt{\frac{t_w}{12r}} \dots \text{Ec. (2.67)}$$

$$C_w = 9,375 \times 10^{-2} + 0,2039 \left(\frac{H_L}{D}\right) - 0,1034 \left(\frac{H_L}{D}\right)^2 - 0,1253 \left(\frac{H_L}{D}\right)^3 + 0,1267 \left(\frac{H_L}{D}\right)^4 - 3,186 \times 10^{-2} \left(\frac{H_L}{D}\right)^5 \dots \text{Ec. (2.68)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad m = m_w + m_i, \quad k = \frac{E_c}{48} \left(\frac{t_w}{h_{iw}}\right)^3 \dots \text{Ec. (2.69)}$$

Donde:

$\omega_i$  : Frecuencia circular para el modo impulsivo ( $rad/s$ )

$C_L$  y  $C_w$  : Coeficientes para el cálculo de la frecuencia fundamental

$E_c$  : Módulo de elasticidad del concreto ( $psi$ )

$g$  : Aceleración de la gravedad ( $ft/s^2$ )

$\gamma_c$  : Peso específico del concreto ( $lb/ft^3$ )



$t_w$  : Espesor del muro (*in*)

$r$  : Radio interior del reservorio circular (*ft*)

$m$  : Masa total por unidad de ancho del muro ( $kg - s^2/m$ )

$m_i$  : Masa impulsiva del agua por unidad de ancho de muro ( $kg - s^2/m$ )

$m_w$  : Masa impulsiva del tanque por unidad de ancho de muro ( $kg - s^2/m$ )

$k$  : Rigidez lateral del reservorio ( $kg/cm$ )

$h_w$  : Altura de aplicación de inercia en el muro, incluye  $m_i$  ( $kg - s^2/m$ )

#### **2.3.4.6. Peso convectivo ( $W_c$ )**

El peso convectivo representa a la masa convectiva del agua afectada por la gravedad que está unida mediante resortes a las paredes del tanque, provocando el efecto de chapoteo. Ya que está en función de la geometría del reservorio, el peso convectivo se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$W_c = W_L \left[ 0,230 \left( \frac{D}{H_L} \right) \tanh \left( 3,68 \frac{H_L}{D} \right) \right] \dots \text{Ec. (2.70)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$W_c = W_L \left[ 0,264 \left( \frac{L}{H_L} \right) \tanh \left( 3,16 \frac{H_L}{L} \right) \right] \dots \text{Ec. (2.71)}$$

#### **2.3.4.7. Altura convectiva ( $h_c$ )**

Altura a la que se encuentra el centro de gravedad del peso convectivo y con fines de diseño, es calculada bajo la condición EBP (excluir la presión en la base). Según la geometría del reservorio, la altura convectiva es igual a:

Para reservorios circulares:

$$h_c = H_L \left\{ 1 - \frac{\cosh \left[ 3,68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right] - 1}{3,68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \sinh \left[ 3,68 \left( \frac{H_L}{D} \right) \right]} \right\} \dots \text{Ec. (2.72)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$h_c = H_L \left\{ 1 - \frac{\cosh\left[3,16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3,16\left(\frac{H_L}{L}\right) \sinh\left[3,16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \right\} \dots \text{Ec. (2.73)}$$

#### **2.3.4.8. Periodo convectivo ( $T_c$ )**

El código ACI 350.3-06 presenta las siguientes ecuaciones para determinar el periodo convectivo:

Para reservorios circulares:

$$\lambda = \sqrt{3,68 g \tanh\left[3,68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right]} \dots \text{Ec. (2.74)}$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{D} \dots \text{Ec. (2.75)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$\lambda = \sqrt{3,16 g \tanh\left[3,16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \dots \text{Ec. (2.76)}$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{L} \dots \text{Ec. (2.77)}$$

#### **2.3.4.9. Rigidez convectiva ( $K_c$ )**

La rigidez convectiva se calcula en función del peso convectivo  $W_c$  y la frecuencia convectiva  $w_c$  :

$$K_c = \omega_c^2 \frac{W_c}{g} \dots \text{Ec. (2.78)}$$

#### **2.3.5. Espectro sísmico de respuesta**

La generación del espectro sísmico de respuesta requiere de los parámetros de sismicidad anteriormente vistos y dependiendo del código a utilizar, el proceso es el siguiente:

### 2.3.5.1. Según NTE E.030

Toledo (2014) afirma que la NTE E.030 elabora su espectro de diseño (ver Figura 2.9) según el PGA de estudios de peligrosidad, obteniéndose aceleraciones para el resto de periodos estructurales (ver Tabla 2.18, Tabla 2.19 y Tabla 2.20). El procedimiento a seguir es:

- Definimos la zona sísmica  $Z$ , con PGA desde  $0,10g$  hasta los  $0,45g$ , mostrados en la sección 2.3.3.1 de la presente investigación.
- Determinamos el factor de amplificación del suelo  $S$  mediante la previa clasificación del perfil del suelo y la zona sísmica definida.

**Tabla 2.18** Clasificación del perfil del suelo

Clasificación de los perfiles de suelo			
Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S2	180 a 500 m/s	15 a 50	50 a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

*Nota. Tomado de la Norma Técnica de Edificaciones (NTE E.030), 2018*

**Tabla 2.19** Factor de amplificación del suelo  $S$

Zona	Factor "S"			
	S0	S1	S2	S3
4	0,80	1,00	1,05	1,10
3	0,80	1,00	1,15	1,20
2	0,80	1,00	1,20	1,40
1	0,80	1,00	1,60	2,00

*Nota. Tomado de la Norma Técnica de Edificaciones (NTE E.030), 2018*

- Hallamos los periodos  $T_p$  y  $T_L$ , los cuales dependen de la clasificación del perfil del suelo:

**Tabla 2.20** Periodos  $T_p$  y  $T_L$

	Perfil del suelo			
T	S0	S1	S2	S3
$T_p$	0,30	0,40	0,60	1,00
$T_L$	3,00	2,50	2,00	1,60

*Nota. Tomado de la Norma Técnica de Edificaciones (NTE E.030), 2018*

- Calculamos el factor de amplificación sísmica  $C$ , que según el valor de los periodos  $T_p$  y  $T_L$ , se expresa en las siguientes ecuaciones:

$$T < T_p, C = 2,5$$

$$T_p \leq T < T_L, C = 2,5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \dots \text{Ec. (2.79)}$$

$$T_L \leq T, C = 2,5 \left( \frac{T_p T_L}{T^2} \right)$$

- Finalmente, la aceleración de respuesta espectral de diseño para un tiempo de retorno de 475 años (10% de probabilidad de excedencia en 50 años) se calcula como:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \dots \text{Ec. (2.80)}$$

Donde:

$S_a$  : Aceleración de respuesta espectral de diseño

$Z$  : Factor de zona sísmica

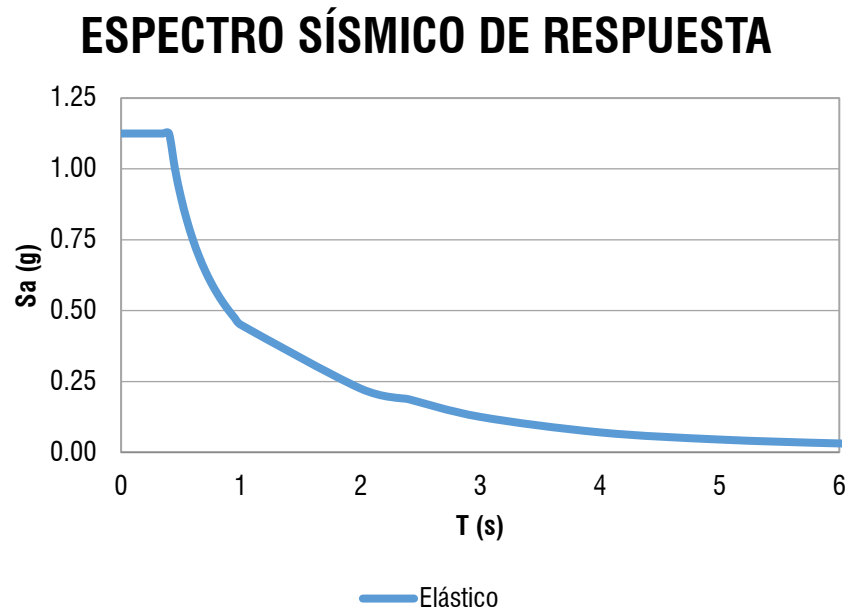
$U$  : Factor de uso o importancia, igual a 1,5 para reservorios

$C$  : Factor de amplificación sísmica

$S$  : Factor de amplificación del suelo

$R$  : Factor de reducción, igual a 2 para componente impulsiva y 1 para componente convectiva, según ASCE/SEI 07-16 y ACI 350.3-06

**Figura 2.9** Espectro de diseño según NTE E.030



#### 2.3.5.2. Según ASCE/SEI 07-16

El código ASCE/SEI 07-16 detalla el procedimiento para graficar el espectro sísmico de respuesta (ver Figura 2.10):

- La aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_a$ , para periodos menores a  $T_o$ , se expresa como:

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right) \dots \text{Ec. (2.81)}$$

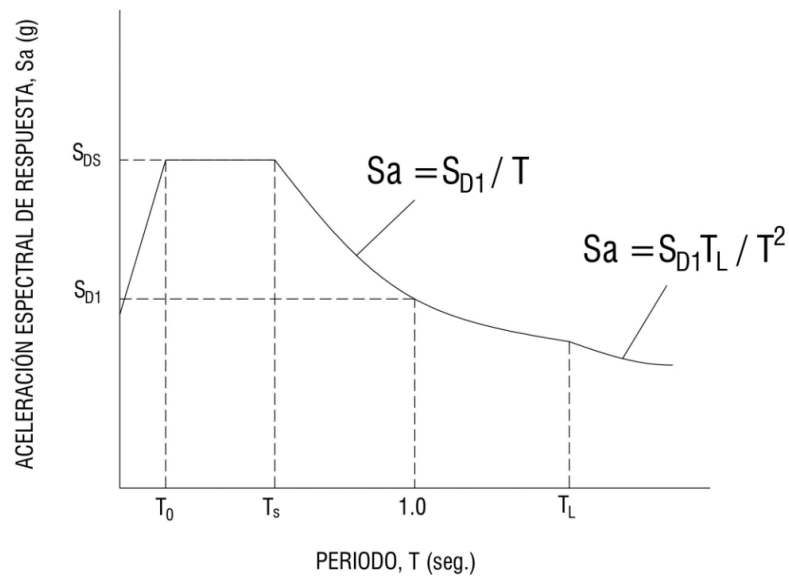
- En periodos mayores o iguales a  $T_o$  y menores a  $T_s$ , la aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_a$  es  $S_{DS}$ .
- En periodos mayores a  $T_s$  y menores o iguales a  $T_L$ , la aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_a$  se expresa como:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots \text{Ec. (2.82)}$$

- Finalmente, para periodos mayores que  $T_L$ ,  $S_a$  debe ser igual a:

$$S_a = \frac{S_{D1}T_L}{T^2} \quad \dots \text{ Ec. (2.83)}$$

**Figura 2.10** Espectro de diseño según ASCE/SEI 07-16



*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

### 2.3.5.3. Según ACI 350.3-06

El código ACI 350.3-06 establece el proceso para graficar el espectro sísmico de respuesta (ver Figura 2.11):

Para componente impulsiva:

- La aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_{ai}$ , para periodos menores o iguales a  $T_s$ , es igual a  $S_{DS}$ .
- En periodos mayores a  $T_s$ , la aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_{ai}$  se expresa como:

$$S_{ai} = \frac{S_{D1}}{T} \leq S_{DS} \quad \dots \text{ Ec. (2.84)}$$

Para componente convectiva:

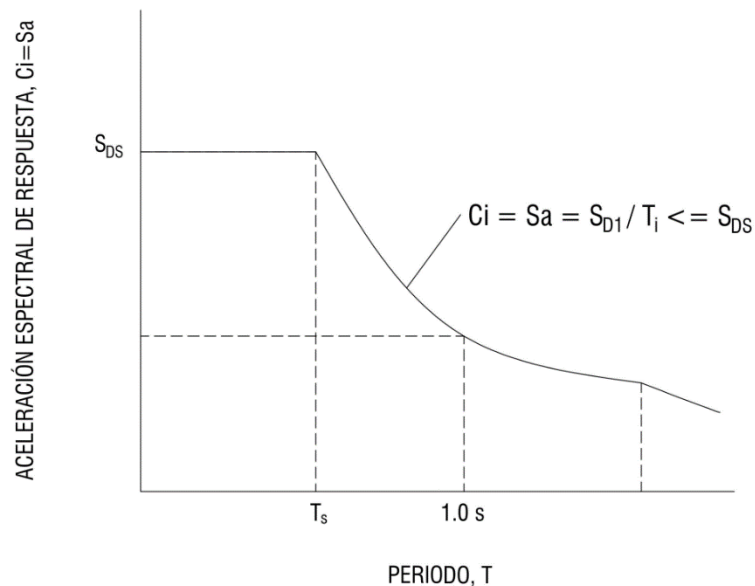
- La aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_{ac}$ , para periodos menores o iguales a  $1,6/T_s$ , se expresa como:

$$S_{ac} = \frac{1,5S_{D1}}{T} \leq 1,5S_{DS} \quad \dots \text{Ec. (2.85)}$$

- En periodos mayores a  $1,6/T_s$ , la aceleración de respuesta espectral de diseño  $S_{ac}$  es igual a:

$$S_{ac} = \frac{2,4S_{DS}}{T^2} \quad \dots \text{Ec. (2.86)}$$

**Figura 2.11** Espectro de diseño según ACI 350.3-06



*Nota. Tomado del código ACI 350.3-06, 2006*

### 2.3.6. Combinaciones modales

Según Palomino (2014), la combinación modal está en función de los esfuerzos, desplazamientos o fuerzas; obtenidos cuando en el análisis se toma en cuenta las propiedades

dinámicas del reservorio, previamente detalladas. Los métodos de combinación modal más conocidas son las siguientes:

### **2.3.6.1. Absolute Sum Method (ABSSUM)**

El método consiste en sumar los valores absolutos de la respuesta del sistema, sin considerar su signo algebraico. Tal operación se expresa como:

$$\lambda_n = \sum_{i=1}^n |\lambda_i| \quad \dots \text{ Ec. (2.87)}$$

Donde:

$|\lambda_i|$  : Valor absoluto de la respuesta del sistema

Debido a los resultados conservadores que presenta este método, quedó obsoleto para su aplicación en estructuras importantes y críticas, como es el caso de reservorios de almacenamiento.

### **2.3.6.2. Square Root of Sum Square (SRSS)**

La respuesta total se determina calculando la raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados de las respuestas, obteniendo un resultado mejor, según Rosenblueth (1951).

Cabe precisar que las frecuencias de las estructuras deben ser ampliamente separadas para la aplicación de este método. La ecuación que describe lo anterior es:

$$\lambda_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2} \quad \dots \text{ Ec. (2.88)}$$

### **2.3.6.3. Complete Quadratic Combination (CQC)**

Der Kiureghian (1981) planteó la respuesta del sistema como:

$$\lambda_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \rho_{ij} \lambda_j} \quad \dots \text{ Ec. (2.89)}$$



Donde:

$n$  : Número de modos considerados

$\lambda_i$  : Cantidad de respuesta en el modo  $i$

$\lambda_j$  : Cantidad de respuesta en el modo  $j$

$\rho_{ij}$  : Coeficiente modal, dado por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\sqrt{D_i D_j}(D_i + \beta_{ij} D_j)\beta_{ij}^{3/2}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4D_i D_j \beta_{ij}(1 + \beta_{ij}^2)^2} \dots \text{Ec. (2.90)}$$

Donde:

$D_i$  : Coeficiente de amortiguamiento modal para el modo  $i$

$D_j$  : Coeficiente de amortiguamiento modal para el modo  $j$

$\beta_{ij}$  : Cociente de frecuencias ( $\omega_i/\omega_j$ )

El coeficiente de amortiguamiento se considera constante para todos los modos en caso de análisis dinámico sísmico normal, por lo que la anterior ecuación se reduce a:

$$\rho_{ij} = \frac{8D^2(1 + \beta_{ij})\beta_{ij}^{3/2}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4D^2\beta_{ij}(1 + \beta_{ij}^2)} \dots \text{Ec. (2.91)}$$

### 2.3.7. Cortantes basales

Las propiedades dinámicas mencionadas en la sección 2.3.4 de la presente investigación permiten calcular el cortante basal total del reservorio, determinado con el método de la fuerza lateral equivalente (FLE) o la aplicación de un espectro sísmico de respuesta.

### 2.3.7.1. Cortante estático por FLE

De acuerdo con el código a emplear, las ecuaciones para calcular el cortante basal son:

#### 2.3.7.1.1. Según NTE E0.30

$$C_{s-i,c} = S_{a-i,c} = \frac{ZUCS}{R} \dots \text{Ec. (2.92)}$$

$$V_{i,c} = C_{s-i,c} W_{iT,c} \dots \text{Ec. (2.93)}$$

#### 2.3.7.1.2. Según ASCE/SEI 07-16

$$C_{s-i,c} \text{ máx} = \begin{cases} \frac{S_{D1}}{T_{i,c} \left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}, & \text{si } T_{i,c} \leq T_L \\ \frac{S_{D1} T_L}{T_{i,c}^2 \left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}, & \text{si } T_{i,c} > T_L \end{cases} \dots \text{Ec. (2.94)}$$

$$C_{s-i,c} \text{ mín} = \text{máx} \begin{cases} 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,03 \\ 0,8 \frac{S_1}{\left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}, & \text{si } S_1 \geq 0,6g \end{cases} \dots \text{Ec. (2.95)}$$

$$C_{s-i,c} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)} \dots \text{Ec. (2.96)}$$

$$V_{i,c} = C_{s-i,c} W_{iT,c}$$

#### 2.3.7.1.3. Según ACI 350-06

$$C_{i,c} = S_{a-i,c}, \text{ según Ec. (2.84), Ec. (2.85), Ec. (2.86)}$$

$$V_{i,c} = \frac{C_{i,c} I_e}{R_{i,c}} W_{iT,c} \dots \text{Ec. (2.97)}$$

### 2.3.7.2. Cortante dinámico por espectro de respuesta

Aplicando el espectro sísmico de respuesta, descrito en la sección 2.3.5 de la presente investigación, el cortante dinámico se calcula como:

#### 2.3.7.2.1. Según NTE E0.30

$$S_{a-i,c} (\text{diseño}) = \frac{ZUCS}{R_{i,c}} \dots \text{Ec. (2.98)}$$

$$V_{i,c} = S_{a-i,c}(\text{diseño})W_{iT,c} \quad \dots \text{ Ec. (2.99)}$$

Donde:

$S_{a-i,c}(\text{diseño})$  : Aceleración sísmica de respuesta inelástica

#### 2.3.7.2.2. **Según ASCE/SEI 07-16**

$$S_{ai}(\text{diseño}) = \frac{S_{ai}}{\left(\frac{R_i}{I_e}\right)} \quad \dots \text{ Ec. (2.100)}$$

$$S_{ac}(\text{diseño}) = \frac{S_{ac}I_e}{1,5} \quad \dots \text{ Ec. (2.101)}$$

$$V_{i,c} = S_{a-i,c}(\text{diseño})W_{iT,c}$$

#### 2.3.7.2.3. **Según ACI 350-06**

$$S_{ai}(\text{diseño}) = \frac{S_{ai}}{\left(\frac{R_i}{I_e}\right)}$$

$$S_{ac}(\text{diseño}) = \frac{S_{ac}I_e}{1,5}$$

$$V_{i,c} = S_{a-i,c}(\text{diseño})W_{iT,c}$$

#### 2.3.7.3. **Cortante dinámico del suelo**

El código ACI 350.3-06 sugiere incluir la fuerza ejercida por el empuje de la tierra en la parte enterrada del muro del tanque.

Palomino (2014) recomienda evaluar el estado de la presión del suelo (activo o pasivo) según la deriva máxima que se obtenga dependiendo del tipo de suelo (ver Tabla 2.21).

**Tabla 2.21** Derivas para condición activa o pasiva

Tipo de suelo ( relleno)	Derivas para condición activa o pasiva por tipo de suelo	
	$\Delta/H$	
	Activa	Pasiva
Arena densa	0,001	0,010
Arena medianamente densa	0,002	0,020
Arena suelta	0,004	0,040
Limo compactado	0,002	0,020
Arcilla marga compactada	0,010	0,055
Arcilla pesada compactada	0,010	0,050

*Nota. Tomado de Palomino, 2014*

Donde:

$\Delta/H$  : Desplazamiento en tope de la pared dividido por altura de la pared,  
generado de la presión del suelo

Para condición pasiva:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_O \gamma_S h_S^2, \quad K_O = 1 - \sin \phi \quad \dots \text{Ec. (2.102)}$$

Donde:

$P_{AE}$  : Empuje lateral del suelo ( $kg/m$ )

$K_O$  : Coeficiente de suelo en reposo

$\gamma_S$  : Peso específico del suelo

$h_S$  : Altura del suelo o de relleno ( $m$ )

$\phi$  : Ángulo de fricción del suelo

Para condición activa:

$$P_{AE} = K_{AE} \frac{1}{2} [\gamma_S (1 - k_v)] h_S^2, \quad k_v = 0 \quad \dots \text{Ec. (2.103)}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \psi)}{\cos \psi \cos(\psi + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \psi)}{\cos(\delta + \psi)}} \right]^2} \quad \dots \text{Ec. (2.104)}$$

$$\psi = \tan^{-1} \left[ \frac{k_h}{1-k_v} \right], \quad k_h = \frac{S_{DS}}{2,5} \quad \dots \text{ Ec. (2.105)}$$

Donde:

$K_{AE}$  : Coeficiente de empuje sísmico del suelo

$k_v$  : Coeficiente de aceleración vertical

$k_h$  : Coeficiente de aceleración horizontal

$\delta$  : Ángulo de fricción suelo – muro

$\psi$  : Ángulo de inercia sísmica

De tal forma, el cortante dinámico del suelo es igual a:

Para reservorios circulares:

$$V_s = \frac{\pi D}{2} P_{AE} \quad \dots \text{ Ec. (2.106)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$V_s = B P_{AE} \quad \dots \text{ Ec. (2.107)}$$

#### **2.3.7.4. Cortante basal total**

El cortante basal total se calcula mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de la componente impulsiva  $V_i$ , la componente convectiva  $V_c$  y la componente por presión del suelo  $V_s$ , de acuerdo a recomendaciones de los códigos ASCE/SEI 07-16 y ACI 350.3-06.

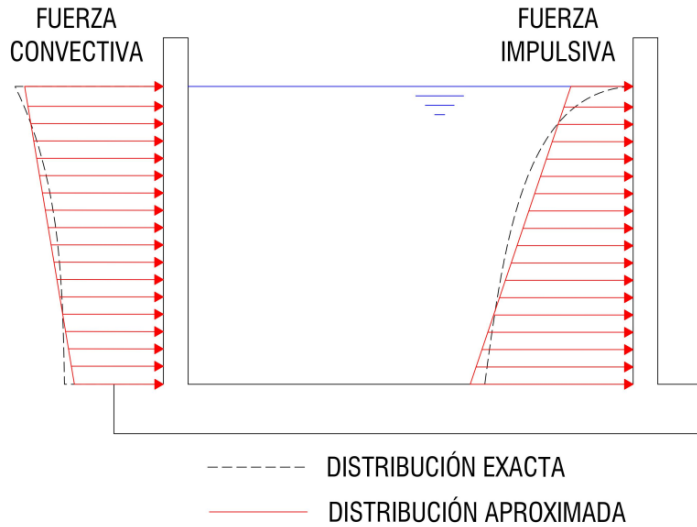
$$V_b = \sqrt{V_i^2 + V_c^2 + V_s^2} \quad \dots \text{ Ec. (2.108)}$$

#### **2.3.8. Distribución de presiones dinámicas por linealización equivalente**

Tanto en planta como en altura del reservorio se producen presiones hidrodinámicas a causa de la excitación sísmica del suelo. Como se mencionó previamente, dicha excitación

provoca la presencia de 2 tipos de masas de agua y con ello, 2 tipos de fuerzas: impulsiva y convectiva (ver Figura 2.12).

**Figura 2.12** Distribución real y linealización equivalente de presiones hidrodinámicas



*Nota. Tomado de Palomino, 2014*

### 2.3.8.1. Presión dinámica impulsiva ( $P_{wi}$ )

La distribución de la presión dinámica impulsiva está en función de la altura del agua según el código ACI 350.3-06 y se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$P_{wi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \left[ 1 - \left( \frac{y}{H_L} \right)^2 \right] \tanh \left( \frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{D}{H_L} \right) (A_h)_i \gamma_W H_L \cos \theta \quad \dots \text{Ec. (2.109)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$P_{wi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \left[ 1 - \left( \frac{y}{H_L} \right)^2 \right] \tanh \left( \frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{L}{H_L} \right) (A_h)_i \gamma_W H_L \quad \dots \text{Ec. (2.110)}$$

Donde:

$P_{wi}$  : Presión dinámica impulsiva

$y$  : Altura del agua, medida desde la base

$H_L$  : Altura del agua

$D$  : Diámetro interno del tanque

$L$  : Longitud interna del tanque en la dirección de análisis

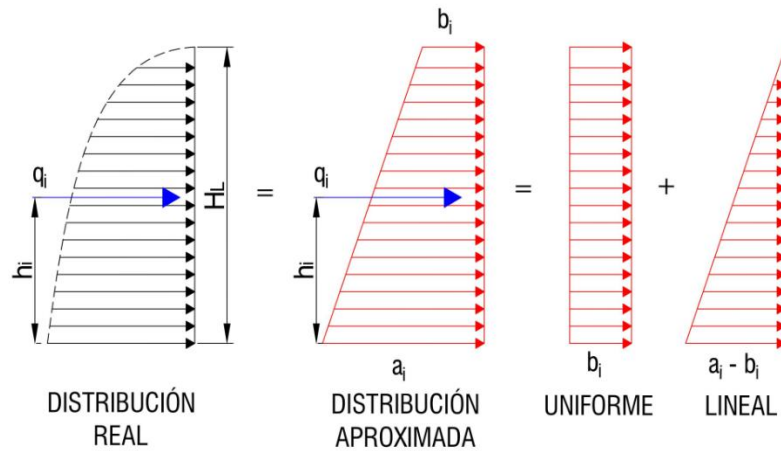
$(A_h)_i$  : Aceleración horizontal sísmica por componente impulsiva

$\gamma_W$  : Peso específico del agua

$\theta$  : Ángulo circunferencial, igual a 0 para máxima presión

Las ecuaciones mostradas grafican la distribución real de la presión dinámica impulsiva; y la aplicación de la linealización equivalente de dicha presión es mostrada en la Figura 2.13.

**Figura 2.13** Linealización equivalente de la presión impulsiva



*Nota. Tomado de Palomino), 2014*

Para reservorios circulares:

$$q_i = \frac{(A_h)_i m_i}{\pi \frac{D}{2}} g \quad \dots \text{Ec. (2.111)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$q_i = \frac{(A_h)_i m_i}{2B} g \quad \dots \text{Ec. (2.112)}$$

Para ambos casos:

$$a_i = \frac{q_i(4H_L - 6h_i)}{H_L^2} \dots \text{Ec. (2.113)}$$

$$b_i = \frac{q_i(6h_i - 2H_L)}{H_L^2} \dots \text{Ec. (2.114)}$$

Donde:

$q_i$  : Carga total de la componente impulsiva

$m_i$  : Masa impulsiva

$h_i$  : Altura en la que se ubica  $m_i$

### 2.3.8.2. Presión dinámica convectiva ( $P_{wc}$ )

La distribución de la presión dinámica convectiva está en función de la altura del líquido según el código ACI 350.3-06y se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$P_{wc} = \frac{9}{16} \frac{\cosh\left(3\sqrt{\frac{3y}{2D}}\right)}{\cosh\left(3\sqrt{\frac{3H_L}{2D}}\right)} (A_h)_c \gamma_W D \left(1 - \frac{1}{3} \cos^2 \theta\right) \theta \dots \text{Ec. (2.115)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$P_{wc} = 0,4165 \frac{\cosh\left(\sqrt{10}\frac{y}{L}\right)}{\cosh\left(\sqrt{10}\frac{H_L}{L}\right)} (A_h)_c \gamma_W L \dots \text{Ec. (2.116)}$$

Donde:

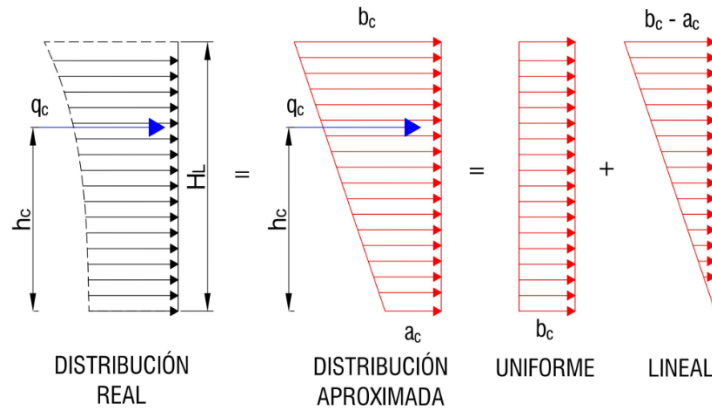
$P_{wc}$  : Presión dinámica convectiva

$(A_h)_c$  : Aceleración horizontal sísmica por componente convectiva

Así como para la presión impulsiva, las ecuaciones mostradas grafican la distribución real de la presión dinámica convectiva y; la aplicación de la linealización equivalente de esta presión es mostrada en la Figura 2.14 :



**Figura 2.14** Linealización equivalente de la presión convectiva



*Nota. Tomado de Palomino, 2014*

Para reservorios circulares:

$$q_c = \frac{(A_n)_c m_c}{\pi \frac{D}{2}} g \quad \dots \text{Ec. (2.117)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$q_c = \frac{(A_n)_c m_c}{2B} g \quad \dots \text{Ec. (2.118)}$$

Para ambos casos:

$$a_c = \frac{q_c(4H_L - 6h_c)}{H_L^2} \quad \dots \text{Ec. (2.119)}$$

$$b_c = \frac{q_c(6h_c - 2H_L)}{H_L^2} \quad \dots \text{Ec. (2.120)}$$

Donde:

$q_c$  : Carga total de la componente convectiva

$m_c$  : Masa convectiva

$h_c$  : Altura a la que se encuentra  $m_c$

### 2.3.8.3. Presión por aceleración vertical ( $P_{vy}$ )

La sección 4.1.4 del código ACI 350.3-06 exige la inclusión de una presión generada por efectos de aceleración vertical. Esta presión se define con las siguientes expresiones:

$$p_{vy} = \ddot{u}_{vy} q_{hy} \quad \dots \text{ Ec. (2.121)}$$

$$\ddot{u}_{vy} = S_{av} I_e \left[ \frac{b}{R_i} \right] \geq 0,2 S_{DS} \quad , \quad b = \frac{2}{3} \quad \dots \text{ Ec. (2.122)}$$

$$q_{hy} = \gamma_w H_L \left( 1 - \frac{y}{H_L} \right) \quad \dots \text{ Ec. (2.123)}$$

Donde la aceleración vertical  $S_{av}$  es calculada como:

Para reservorios circulares:

$$T_v = 2\pi \sqrt{\frac{\gamma_L D H_L^2}{24 g t_w E_C}} \quad \dots \text{ Ec. (2.124)}$$

$$\text{Si } T_v \leq T_S \rightarrow S_{av} = S_{DS} \quad \dots \text{ Ec. (2.125)}$$

$$\text{Si } T_v > T_S \rightarrow S_{av} = \frac{S_{D1}}{T_v}$$

Para reservorios rectangulares:

$$S_{av} = 0,4 S_{DS} \quad \dots \text{ Ec. (2.126)}$$

### 2.3.8.4. Presión inercial impulsiva ( $P_w$ )

El código ACI 350.3-06 precisa incluir el efecto de la presión inercial debido a las paredes y tapa (cúpula o techo) del reservorio. La presión inercial se añade a la presión dinámica impulsiva, mencionada en la sección 2.3.8.1 del presente informe.

### 2.3.8.5. Presión hidrodinámica total (P)

Con las presiones dinámicas determinadas, la sección 5.3.2 del código ACI 350.3-06 precisa que deben combinarse utilizando la combinación modal SRSS:

$$p = \sqrt{(P_{wi} + P_w)^2 + P_{wc}^2 + P_{vy}^2} \dots \text{Ec. (2.127)}$$

### 2.3.9. Altura de desborde

La sección 15.7.6.1.2 del código ASCE/SEI 07-16 recomienda considerar una altura de desborde del agua con el fin de evitar la generación de presiones dinámicas en la tapa (cúpula o techo) del reservorio, planteando la siguiente ecuación:

$$\delta_s = 0,42Ll_e S_{ac} \dots \text{Ec. (2.128)}$$

Donde:

$\delta_s$  : Altura de desborde

$L$  : Longitud en la dirección de análisis o diámetro del tanque

Además, el código ASCE/SEI 07-16 propone un borde libre mínimo, definido como la altura de desborde multiplicada por un factor dependiente de la categoría de riesgo (ver Tabla 2.22).

**Tabla 2.22** Coeficiente para borde libre mínimo

Valor de $S_{DS}$	Categoría de riesgo			
	I	II	III	IV
$S_{DS} < 0.167$	-	-	-	1
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	-	-	-	1
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	-	-	0,7	1
$0.50 \leq S_{DS}$	-	-	0,7	1

*Nota. Tomado del código ASCE/SEI 07-16, 2016*

### 2.3.10. Momentos flectores y de volteo

Los momentos de volteo permiten la verificación por estabilidad lateral del tanque, pues estos momentos son sumamente críticos en estructuras de alta esbeltez. Primero, es necesario tener en cuenta el cálculo de la altura de las componentes impulsiva y convectiva incluyendo la presión en la base (IBP). Dichas alturas se determinan con las siguientes expresiones:

Para reservorios circulares:

$$h'_i = \begin{cases} 0,45H_L, & \text{para } \frac{D}{H_L} < 0,75 \\ H_L \left( \frac{0,866\left(\frac{D}{H_L}\right)}{2\tanh\left[0,866\left(\frac{D}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \right), & \text{para } \frac{D}{H_L} \geq 0,75 \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (2.129)}$$

$$h'_c = H_L \left[ 1 - \frac{\cosh\left(3,68\frac{H_L}{D}\right) - 2,01}{3,68\frac{H_L}{D}\sinh\left(3,68\frac{H_L}{D}\right)} \right] \quad \dots \text{ Ec. (2.130)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$h'_i = \begin{cases} 0,45H_L, & \text{para } \frac{L}{H_L} < 0,75 \\ H_L \left( \frac{0,866\left(\frac{L}{H_L}\right)}{2\tanh\left[0,866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \right), & \text{para } \frac{L}{H_L} \geq 0,75 \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (2.131)}$$

$$h'_c = H_L \left[ 1 - \frac{\cosh\left(3,16\frac{H_L}{L}\right) - 2,01}{3,16\frac{H_L}{L}\sinh\left(3,16\frac{H_L}{L}\right)} \right] \quad \dots \text{ Ec. (2.132)}$$

Donde:

$h'_i$  : Altura impulsiva en condición IBP

$h'_c$  : Altura convectiva en condición IBP

### 2.3.10.1. Momento flector de componente impulsiva ( $M_i$ )

Resulta de la aceleración impulsiva  $S_{ai}$  multiplicada por el peso impulsivo del agua y elementos estructurales, por la altura de su centro de gravedad en condición EBP, según el código ACI 350.3-06.

Para reservorios circulares:

$$M_i = S_{ai}[W_i h_i + W_w h_w + W_b h_b + W_r h_r] \quad \dots \text{ Ec. (2.133)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$M_i = S_{ai}[W_i h_i + W_w h_w + W_r h_r] \quad \dots \text{ Ec. (2.134)}$$

Donde:

$S_{ai}$  : Aceleración sísmica de la componente impulsiva

$W_{i,w,b,r}$  : Peso impulsivo del agua y elementos estructurales

$h_{i,w,b,r}$  : Altura del centro de gravedad del peso correspondiente

### 2.3.10.2. Momento flector de componente convectiva ( $M_c$ )

Resulta de la aceleración convectiva  $S_{ac}$  multiplicada por el peso convectivo del agua, por la altura de su centro de gravedad en condición EBP, según el código ACI 350.3-06.

$$M_c = S_{ac}[W_c h_c] \quad \dots \text{ Ec. (2.135)}$$

Donde:

$S_{ac}$  : Aceleración sísmica de la componente convectiva

$W_c$  : Peso convectivo del agua

### 2.3.10.3. Momento flector total

El código ACI 350.3-06 precisa que el momento flector total se determina aplicando la combinación modal SRSS y se expresa como:

$$M_b = \sqrt{M_i^2 + M_c^2} \quad \dots \text{ Ec. (2.136)}$$

#### 2.3.10.4. Momento de volteo de componente impulsiva (M'i)

Resulta de la aceleración impulsiva  $S_{ai}$  multiplicada por el peso impulsivo del agua y elementos estructurales, por la altura de su centro de gravedad, medida desde la losa de fondo.

Tal operación se expresa como:

Para reservorios circulares:

$$M'_i = S_{ai} \left[ W_i(h'_i + t_s) + W_w(h_w + t_s) + W_b(h_b + t_s) + W_r(h_r + t_s) + W_s \frac{t_s}{2} \right] \quad \dots \text{ Ec. (2.137)}$$

Para reservorios rectangulares:

$$M'_i = S_{ai} \left[ W_i(h'_i + t_s) + W_w(h_w + t_s) + W_r(h_r + t_s) + W_s * \frac{t_s}{2} \right] \quad \dots \text{ Ec. (2.138)}$$

Donde:

$W_s$  : Peso de la losa de fondo

$h'_i$  : Altura impulsiva en condición IBP

$t_s$  : Espesor de la losa de fondo

#### 2.3.10.5. Momento de volteo de componente convectiva (M'c)

Resulta de la aceleración convectiva  $S_{ac}$  multiplicada por el peso convectivo del agua, por la altura de su centro de gravedad, medida desde la losa de fondo, según el código ACI 350.3-06.

$$M'_c = S_{ac} [W_c(h'_c + t_s)] \quad \dots \text{ Ec. (2.139)}$$

Donde:

$h'_c$  : Altura convectiva en condición IBP

### **2.3.10.6. Momento de volteo total**

El código ACI 350.3-06 señala que el momento de volteo total se determina aplicando la combinación modal SRSS y se expresa como:

$$M'_o = \sqrt{M'_i{}^2 + M'_c{}^2} \quad \dots \text{ Ec. (2.140)}$$

### **2.3.11. Verificación de la estabilidad lateral**

Además de los momentos de volteo, la fuerza horizontal de rozamiento  $f$  que ejerce el suelo sobre el reservorio debe ser calculada mediante la tangente del coeficiente de rozamiento  $\mu$ , el cual está relacionado con el ángulo de fricción suelo – losa  $\delta$ . La verificación se realiza para dos situaciones: reservorio lleno y vacío, formulándose dicha operación como:

Verificación ante volteo:

$$FS = \frac{M_R}{M'_o} \geq 1,50 \quad \dots \text{ Ec. (2.141)}$$

Verificación ante deslizamiento:

$$FS = \frac{f}{V_b} \geq 1,50 \quad \dots \text{ Ec. (2.142)}$$

### **2.3.12. Consideraciones por exposición medioambiental**

El código ACI 350-06 recomienda tomar en cuenta consideraciones mínimas al diseñar estructuras contenedoras de líquido de concreto armado; pues estará condicionada por durabilidad, exposición, creep, etc., según Palomino (2014).

### 2.3.12.1. Resistencia del concreto

La sección 1.1.1 del código ACI 350-06 sugiere que la resistencia característica del concreto no debe ser menor a 4000 *psi*, equivalente a 280 *kg/cm<sup>2</sup>* según el apéndice B del ACI 318-14.

### 2.3.12.2. Muros

El capítulo 14 del código ACI 350-06 recomienda que la cuantía mínima vertical debe ser 0,003 y el acero horizontal se puede disponer según lo indicado en la Tabla 2.23:

**Tabla 2.23** *Cuantía mínima por repartición y temperatura*

Longitud entre juntas	Cuantía mínima	
	Grado 40	Grado 60
Menor a 20 ft	0,003	0,003
20 a menos de 30 ft	0,004	0,003
30 a menos de 40 ft	0,005	0,004
Mayor o igual a 40 ft	0,006	0,005

*Nota. Tomado del código ACI 350-06, 2006*

El código ACI 350-06 precisa además que la Tabla 2.23 aplica para juntas completas de expansión y contracción; mientras que, en casos de juntas de contracción parcial, la cuantía mínima se multiplicará por 1,5 veces el valor mostrado en la Tabla 2.23.

Con respecto al espesor de los muros, si éstos son mayores o iguales a 0,25 m contarán con acero en cada dirección en dos caras de tal forma que: en cualquier cara, por lo menos una cantidad mayor a 1/3 del refuerzo deberá distribuirse.

Por último, la deflexión máxima debido a cargas de servicio en las paredes del reservorio no debe exceder a  $l_n/150$ , donde  $l_n$  es la luz libre.



### 2.3.12.3. Combinaciones de carga

La sección 9.2.1 del código ACI 350-06 exige que la resistencia última requerida debe tener en cuenta los efectos de amplificación de cargas, formando distintas combinaciones de cargas mostradas en la Tabla 2.24.

**Tabla 2.24** *Combinaciones de carga*

Combinaciones	D (muerta)	F (líquido)	H (suelo)	Lr (techo)	E (sismo)
Comb 1	1,4	1,4	-	-	-
Comb 2	1,2	1,2	0,6	0,5	-
Comb 3	1,2	-	-	1,6	-
Comb 4	1,2	-	-	0,5	-
Comb 5	1,2	1,2	0,6	-	1
Comb 6	0,9	1,2	0,6	-	-
Comb 7	0,9	1,2	0,6	-	1

*Nota. Tomado del código ACI 350-06, 2006*

La sección 9.2.6 del código ACI 350-06 precisa que las combinaciones de carga deben ser multiplicadas por un factor de durabilidad, el cual se expresa como:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1 \quad \dots \text{Ec. (2.143)}$$

Donde:

$\phi$  : Factor de reducción de resistencia, igual a 0,9

$f_y$  : Fluencia del acero (*psi*)

$f_s$  : Tensión permisible del acero, mostrado en la Tabla 2.25 (*psi*)

**Tabla 2.25** *Tensión permisible  $f_s$*

Esfuerzo por	EMA Normal	EMA Severo
Flexión y tensión	20000 psi	17000 psi
Cortante	24000 psi	20000 psi

*Nota. Tomado del código ACI 350-06, 2006*

Cabe destacar que el código ACI 350-06 exige revisar la sección 21.2.1.8 que señala que el factor de durabilidad  $S_d$  no necesita ser aplicado a cargas sísmicas, pues se tratan de cargas de corta duración y no son frecuentes.

## **2.4. Presupuesto De Reservorios**

### **2.4.1. *Metrado***

El metrado es el documento donde se agrupan el conjunto de trabajos a realizarse denominados partidas, para poder cuantificar la cantidad de estas a ejecutar en una obra de edificación, según la Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas (2 010), los cuales son obtenidos de los planos dibujados a partir de los datos resultantes en el presente diseño de los reservorios.

En el presente estudio, se ha tenido en consideración optimizar la cuantificación de las partidas para obtener el menor costo para la ejecución de los reservorios, y así realizar una mejor comparación para elegir el reservorio más económico (ver anexo 7.5).

### **2.4.2. *Costo Directo***

De acuerdo a CAPECO (2 015), el resultado de agrupar los materiales, mano de obra, maquinaria, equipos, herramientas y todos los componentes que se utilizan para la ejecución de una obra de edificación, es lo que se denomina costo directo.

En este apartado, se hace referencia a la elaboración de los análisis de costos unitarios (ver anexo 7.6), tomando como referencia los rendimientos de CAPECO y proyectos ejecutados en las zonas aledañas a la ubicación del presente estudio. Asimismo, la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú nos brinda la tabla salarial para los trabajadores, donde incluye todos los beneficios sociales de acuerdo a la ley peruana.

### **2.4.3. Costos Indirectos**

Los costos indirectos agrupan todos los costos que no derivan directamente de la ejecución de las partidas, estos se refieren al conjunto de la obra en su totalidad, como son los gastos generales, utilidades e impuesto general a la renta (IGV), según CAPECO (2 015).

Para el presente estudio, los costos directos no tienen mayor relevancia más que la de asemejar a la realidad la ejecución de la obra y la de comparar el presupuesto total obtenido para ambos diseños de reservorios (ver Tabla 4.12).

### **3. Materiales y Métodos**

#### **3.1. Recursos**

Los recursos humanos, equipos y materiales empleados, así como los servicios brindados para la realización de esta investigación son detallados a continuación:

##### **3.1.1. Recursos humanos**

- ✓ Investigadores (tesistas)
- ✓ Asesor de la investigación

##### **3.1.2. Equipos**

- ✓ Laptops
- ✓ Escritorios
- ✓ Equipos del laboratorio de Mecánica de Suelos
- ✓ Calculadoras
- ✓ Cámaras fotográficas
- ✓ Celulares
- ✓ Calculadoras

##### **3.1.3. Materiales**

- ✓ Libros
- ✓ Normativas
- ✓ Revistas científicas
- ✓ Materiales de escritorio

##### **3.1.4. Servicios**

- ✓ Copias e impresiones

- ✓ Ploteos
- ✓ Estudio de mecánica de suelos
- ✓ Movilización
- ✓ Electricidad
- ✓ Internet

### **3.2. Metodología de Investigación**

#### **3.2.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, pues está orientada a buscar una solución adecuada para el insuficiente sistema de almacenamiento de la planta de tratamiento de agua potable. Tal problema está descrito por la Municipalidad distrital de Nuevo Chimbote (2017), la cual abastece al sector en expansión ubicado al sureste de dicho distrito.

#### **3.2.2. Nivel de investigación**

La investigación es de nivel descriptiva, ya que se enfoca en la observación y descripción del problema en la zona afectada mediante la recolección de datos de campo, por ejemplo: características de la planta de tratamiento de agua potable, topografía de la zona, EMS de la zona, etc.

### **3.3. Población, Muestra y Unidades de Análisis y Observación**

#### **3.3.1. Población**

La población para el año base 2 018 del periodo de diseño es 160 026 habitantes, según los últimos censos del INEI y el uso del método geométrico.

### **3.3.2. Muestra**

La muestra es representada por la población servida igual a 152 185 habitantes que es el 95,1% de la población, según el estudio tarifario de SEDACHIMBOTE (2017).

### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis de la investigación es el sector en expansión conformado por nuevos asentamientos humanos, ubicado al sureste del distrito de Nuevo Chimbote, Santa, Áncash.

### **3.3.4. Unidad de observación**

La unidad de observación de la investigación es el comportamiento sísmico del reservorio diseñado para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en Nuevo Chimbote, Santa, Áncash.

## **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

La técnica de observación directa fue empleada para el comportamiento estructural sísmico de los reservorios diseñados y los instrumentos de recolección de datos fueron los códigos y normativas nacionales e internacionales, así como el perfil técnico elaborado por el municipio distrital de Nuevo Chimbote para las distintas variables propuestas en la investigación (volumen de almacenamiento, topografía de la zona, EMS de la zona, parámetros sísmicos de la zona, análisis y diseño estructural, verificaciones, presupuesto)

## **3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Las técnicas de procesamiento de datos fueron a través de hojas Excel, cuadros comparativos, gráficos y dibujo técnico. Además, las técnicas de análisis de datos empleadas fueron la memoria de cálculo en Excel, el modelamiento de los reservorios en un software de ingeniería, las verificaciones de los reservorios diseñados y el presupuesto en S10.

### 3.6. Ubicación Geográfica

La ubicación geográfica seleccionada de la presente investigación fue la zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote. Sus coordenadas UTM son 776 501,7 E y 8 990 884,5 N, perteneciente a la zona 17 del hemisferio S y de cota igual a 164 m (ver Figura 3.1)

**Figura 3.1** *Ubicación de reservorios proyectados*



Nota: Tomado de Google Earth, 2 019

### 3.7. Memoria de Cálculo

La memoria de cálculo realizada en Excel presenta el procesamiento de la información recolectada para su posterior análisis en un software de ingeniería y de presupuesto.

#### 3.7.1. *Volumen de almacenamiento*

El volumen de almacenamiento fue determinado considerando la información del consumo de agua, tanto para residencial (doméstico y comercial) y no residencial (industrial, estatal y social) según el estudio tarifario de SEDACHIMBOTE (2 017). El método geométrico fue utilizado para el cálculo de la población de diseño.

### 3.7.1.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño considerado en esta investigación fue 20 años, garantizando el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el sector estudiado según los expuesto en la OS. 100 del RNE.

### 3.7.1.2. Población de diseño

Según el estudio tarifario de SEDACHIMBOTE (2017), la categoría de conexión doméstica es la que predomina con 91,91%, seguida de la categoría comercial con 7,4%. Por otro lado, las conexiones no residenciales (estatal, industrial y social) no presentan un crecimiento elevado en los últimos años, con apenas 0,69%, a diferencia de las conexiones residenciales. La tasa de crecimiento fue calculada usando el método geométrico en base a los últimos censos realizados por el INEI en los años 2 005, 2 007 y 2 017 (ver Tabla 3.1).

**Tabla 3.1** Tasa de crecimiento poblacional

Año	Población			Geométrico	Razón Población
	Urbano	Rural	Total		
2 005	106 397	698	107 095	107 095	2,80%
2 007	112 254	912	113 166	113 921	3,48%
2 017	158 385	936	159 321	155 158	<b>3,14%</b>

Luego, la tasa de crecimiento poblacional se obtiene promediando:

$$r = \frac{r_1+r_2}{2} \dots \text{Ec. (3.1)}$$

$$r = \frac{2,795 + 3,48}{2}$$

$$r = \mathbf{3,14\%}$$

Con la tasa de crecimiento poblacional calculado, procedemos a determinar la población base al año 2 018 con la Ec. (2.5):



$$P_{2018} = 107\,095 * \left(1 + \frac{3,14}{100}\right)^{13}$$

$$P_{2018} = \mathbf{160\,026\ hab}$$

Ahora aplicamos nuevamente el método geométrico para determinar la población futura en el año 2 038 (periodo de diseño de 20 años) con una tasa de crecimiento poblacional de 3,14% y en el caso de las viviendas servidas, según la memoria anual de SEDACHIMBOTE (2 018), las conexiones activas de agua potable en Nuevo Chimbote son 34 821; con ello se calculó una densidad poblacional igual a 4,37 hab/viv. En la Tabla 3.2 se muestra la distribución de las conexiones residenciales y no residenciales y la cantidad que representa cada una de ellas con respecto al total.

**Tabla 3.2** *Población futura y conexiones residenciales y no residenciales*

Año	Población	Cobertura	Población servida	Viviendas servidas	POBLACIÓN					TOTAL	
					Doméstica	Comercial	Industrial	Estatad	Social		
0	2 018	160 026	95,1%	152185	34 821	32 004	2 577	63	7	168	34 819
1	2 019	165 047	95,1%	156960	35 914	33 009	2 658	65	8	173	35 913
2	2 020	170 226	95,1%	161 885	37 040	34 044	2 741	67	8	178	37 038
3	2 021	175 567	95,1%	166 965	38 203	35 113	2 828	69	8	184	38 202
4	2 022	181 075	95,1%	172 203	39 401	36 214	2 916	71	8	190	39 399
5	2 023	186 757	95,1%	177 606	40 638	37 350	3 008	74	9	196	40 637
6	2 024	192 616	95,1%	183 178	41 912	38 522	3 102	76	9	202	41 911
7	2 025	198 660	95,1%	188 926	43 228	39 731	3 199	78	9	208	43 225
8	2 026	204 893	95,1%	194 854	44 584	40 978	3 300	81	9	215	44 583
9	2 027	211 322	95,1%	200 968	45 983	42 263	3 403	83	10	221	45 980
10	2 028	217 952	95,1%	207 273	47 426	43 589	3 510	86	10	228	47 423
11	2 029	224 790	95,1%	213 776	48 913	44 957	3 620	89	10	235	48 911
12	2 030	231 843	95,1%	220 483	50 448	46 367	3 734	91	11	243	50 446
13	2 031	239 118	95,1%	227 402	52 031	47 822	3 851	94	11	250	52 028
14	2 032	246 620	95,1%	234 536	53 663	49 323	3 972	97	11	258	53 661
15	2 033	254 358	95,1%	241 895	55 347	50 870	4 096	100	12	266	55 344
16	2 034	262 339	95,1%	249 485	57 084	52 466	4 225	103	12	275	57 081
17	2 035	270 570	95,1%	257 313	58 875	54 113	4 357	106	12	283	58 871
18	2 036	279 059	95,1%	265 386	60 722	55 810	4 494	110	13	292	60 719
19	2 037	287 815	95,1%	273 713	62 627	57 561	4 635	113	13	301	62 623
<b>20</b>	<b>2 038</b>	<b>296 845</b>	<b>95,1%</b>	<b>282 300</b>	<b>64 592</b>	<b>59 367</b>	<b>4 780</b>	<b>117</b>	<b>13</b>	<b>311</b>	<b>64 588</b>

### 3.7.1.3. Caudales de diseño

En 2038, la población futura será 282 300 habitantes con 64 592 viviendas servidas. A continuación, se muestra el consumo de agua por tipo de conexión para el cálculo del caudal promedio  $Q_p$ , el caudal máximo diario  $Q_{md}$  y el caudal máximo horario  $Q_{mh}$  (ver Tabla 3.3).

**Tabla 3.3** Consumo de agua por categoría

Volumen asignado				
Doméstico	Comercial	Industrial	Estatad	Social
20	25	100	60	10

*Nota. Tomado de Seda Chimbote, 2 017*

$$Q_p = 59\,367 * 20 + 4\,780 * 25 + 116 * 100 + 13 * 60 + 310 * 10$$

$$Q_p = 1\,322\,332 \frac{m^3}{mes} = 503,17 \text{ l/s}$$

Consideramos una pérdida de 25% en el sistema, así que la demanda total de agua es:

$$Q_p = (1 + 0,25) * 503,17$$

$$Q_p = \mathbf{628,96 \text{ l/s}}$$

Empleando la Ec. (2.8) y Ec. (2.9), los caudales de diseño son:

$$Q_{md} = 1.3 * 628,96$$

$$Q_{md} = \mathbf{817,65 \text{ l/s}}$$

$$Q_{mh} = 1,8 * 628,96$$

$$Q_{mh} = \mathbf{1\,132,13 \text{ l/s}}$$

#### **3.7.1.4. Volumen de regulación**

El volumen de regulación se determina a través de la Ec. (2.11):

$$V_R = 0,25 * 628,96 * \frac{86\ 400}{1000}$$

$$V_R = 13\ 586\ m^3$$

#### **3.7.1.5. Volumen contra incendio**

Tomando en cuenta la sugerencia de SEDAPAL, el volumen contra incendio es  $100\ m^3$ .

#### **3.7.1.6. Volumen de reserva**

El volumen de reserva se calcula según la Ec. (2.12):

$$V_{re} = 0,07 * 817,65 * \frac{86\ 400}{1000}$$

$$V_{re} = 4\ 945\ m^3$$

El volumen de almacenamiento existente en el distrito de Nuevo Chimbote es  $13\ 000\ m^3$ ;

por lo tanto, empleando la Ec. (2.10), el volumen de almacenamiento es:

$$V = 13\ 586 + 100 + 4\ 945 - 13\ 000$$

$$V = 5\ 631\ m^3 \approx 6\ 000\ m^3$$

La investigación tuvo en cuenta un reservorio apoyado de  $3\ 000\ m^3$ ; por lo cual, se proyectó dos de estos reservorios para satisfacer el volumen de almacenamiento demandado.

### **3.7.2. Estudio de mecánica de suelos**

El estudio de mecánica de suelos se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Santa (UNS). Los ensayos y resultados se encuentran en el anexo 7.2 de la presente investigación.

### 3.7.3. *Análisis estructural de reservorios*

#### 3.7.3.1. **Propiedades de los materiales**

La investigación está dirigida al análisis sísmico de reservorios apoyados para consumo de agua potable, por lo que se precisan las propiedades del agua, sin considerar agentes agresivos para el concreto armado.

Como detalla la sección 2.3.12 del presente informe, fue considerada como exige la resistencia mínima del concreto y se tuvo en cuenta el acero de refuerzo corrugado según la especificación ASTM A615- Grado 60.

Por último, se utilizaron los datos del EMS pertinentes para el diseño del reservorio en el distrito de Nuevo Chimbote, presentados en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4** *Propiedades de los materiales*

<b>Propiedades del Suelo y Materiales</b>	
Peso específico del agua:	1 000 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del suelo:	2 807 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de cimentación:	2 295 kg/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción del suelo:	29 °
Áng. fricción entre pared y relleno:	28 °
Áng. fricción entre suelo y cimentación:	33 °
Densidad del concreto del reservorio:	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Cohesión:	0 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del concreto:	280 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto:	252 902 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero:	2 038 902 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del suelo, Es:	5 099 kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero:	4 200 kg/cm <sup>2</sup>

#### 3.7.3.2. **Predimensionamiento de reservorio**

En la sección 2.3.1 se precisa la factibilidad del método estático propuesto por la PCA con fines de predimensionamiento; por lo tanto, con dicho método se determinaron las

dimensiones de los elementos estructurales y además siguiendo las recomendaciones previamente establecidas por el código ACI 350-06. Para ello se emplearon las ecuaciones desde Ec. (2.23) hasta Ec. (2.52).

### 3.7.3.2.1. *Reservorio circular*

Para fines de la geometría del reservorio, se consideró un volumen igual a  $3\,000\text{ m}^3$ . Además, la relación  $D/H_L$  está entre 0,5 y 3 en cuanto al efecto de esbeltez en reservorios, según las conclusiones de la investigación de Ñunez y Mosqueira (2014). Las dimensiones geométricas del reservorio circular se presentan en la Tabla 3.5:

**Tabla 3.5** *Dimensiones geométricas del reservorio circular*

<b>Dimensiones Geométricas</b>	
Altura del suelo o de relleno, Hs:	1,00 m
Altura del líquido, H <sub>L</sub> :	8,50 m
Altura del muro + viga, h <sub>w</sub> :	9,75 m
Diámetro interno del reservorio, D:	21,5 m
Volumen del reservorio:	3 086 m <sup>3</sup>
Relación D/H <sub>L</sub> :	2,53
Voladizo inferior:	0,90 m

Los elementos estructurales fueron predimensionados mediante el método estático de la PCA (ver anexo 7.3.1) y se muestran en la Tabla 3.6.

**Tabla 3.6** *Predimensionamiento de los elementos estructurales del reservorio circular*

<b>Predimensionamiento de Elementos Estructurales</b>	
Espesor de muro, t <sub>w</sub> :	0,60 m
Base de la viga anular, b:	0,80 m
Peralte de la viga anular, h:	0,90 m
Espesor de losa de fondo, t <sub>s</sub> :	0,30 m
Espesor de cúpula, t <sub>r</sub> :	0,15 m
Espesor de cimentación, h <sub>z</sub> :	0,60 m
Ancho de cimentación, B:	2,40 m

### 3.7.3.2.2. *Reservorio rectangular*

Al igual que el reservorio circular, se tuvo en cuenta un volumen de  $3000 \text{ m}^3$  para el reservorio rectangular y, además, la relación  $B/H_L$  está en el rango de 0,5 a 3 conforme las sugerencias mencionadas anteriormente. Las dimensiones geométricas del reservorio rectangular se presentan en la Tabla 3.7.

**Tabla 3.7** *Dimensiones geométricas del reservorio rectangular*

<b>Dimensiones Geométricas</b>	
Altura del suelo o de relleno, Hs:	1,00 m
Altura del líquido, H <sub>L</sub> :	7,50 m
Altura del muro, h <sub>w</sub> :	8,50 m
Largo del tanque, L:	21 m
Ancho del tanque, B:	20 m
Relación B/H <sub>L</sub> :	2,67
Volumen del reservorio:	3150 m <sup>3</sup>
Voladizo inferior:	0,70 m

Las dimensiones de los elementos estructurales fueron determinadas por el método estático de la PCA (ver anexo 7.3.2) y son mostradas en la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8** *Predimensionamiento de los elementos estructurales del reservorio rectangular*

<b>Predimensionamiento de Elementos Estructurales</b>	
Espesor de muro, t <sub>w</sub> :	0,50 m
Espesor de muro interior:	0,35 m
Espesor de losa de fondo, t <sub>s</sub> :	0,35 m
Espesor de losa de techo, t <sub>r</sub> :	0,25 m
Espesor de cimentación, h <sub>z</sub> :	0,60 m
Ancho de cimentación, B:	2,00 m

### 3.7.3.3. Parámetros de sismicidad

La sección 2.3.3 de la investigación indica el procedimiento a desarrollar para determinar los parámetros de sismicidad, comenzando por las aceleraciones espectrales para periodos cortos y de 1 segundo, propuesto por Toledo (2014) y usando las ecuaciones Ec. (2.53), Ec. (2.54), Ec. (2.55), Ec. (2.56), Ec. (2.57) y Ec. (2.58).

El sector en expansión del distrito de Nuevo Chimbote se encuentra en la zona sísmica 4, según la norma NTE E.030 del RNE; por lo que, la Tabla 3.9 muestra los parámetros sísmicos:

**Tabla 3.9** *Parámetros de sismicidad*

<b>Parámetros de Sismicidad</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Zona 4</b>
Aceleración espectral para periodos cortos, S <sub>s</sub> :	1,98 g
Aceleración espectral para periodos de 1 s, S <sub>1</sub> :	0,81 g
Clase de sitio:	B
Coefficiente de sitio, F <sub>a</sub> :	1
Coefficiente de sitio, F <sub>v</sub> :	1
Aceleración espectral para MCER, S <sub>M</sub> s:	1,98 g
Aceleración espectral para MCER, S <sub>M1</sub> :	0,81 g
Aceleración espectral de diseño, S <sub>D</sub> s:	1,32 g
Aceleración espectral de diseño, S <sub>D1</sub> :	0,54 g
Categoría de riesgo:	III
Factor de importancia, I <sub>e</sub> :	1,25
Periodo de diseño, T <sub>s</sub> :	0,409 s
Periodo de diseño, T <sub>L</sub> :	4,00 s
Periodo de diseño, T <sub>o</sub> :	0,082 s
Categoría de diseño sísmico, CDS:	D
Factor de reducción impulsiva, R <sub>i</sub> :	2
- Según ACI 350.06, R <sub>i</sub> :	
Rectangular	2
Circular	2
Factor de sobre resistencia, Ω <sub>o</sub> :	2
Factor de amplificación de deflexión, C <sub>d</sub> :	2
Factor de reducción convectiva, R <sub>c</sub> :	1



### 3.7.3.4. Propiedades dinámicas aplicando el modelo de Housner

Las propiedades dinámicas del modelo de Housner están en función de las características del reservorio, como se detalla en la sección 2.3.4 de la investigación. Luego de dimensionar por el método estático de la PCA, se determinaron dichas propiedades:

#### 3.7.3.4.1. Reservorio circular

Dada la simetría geométrica del reservorio circular, las propiedades dinámicas son las mismas en cualquier dirección de análisis, por lo que solo fue necesario el análisis en una dirección. Para ello, se emplearon las Ec. (2.59), Ec. (2.61), Ec. (2.63), Ec. (2.65), Ec. (2.67), Ec. (2.68), Ec. (2.70), Ec. (2.72), Ec. (2.74), Ec. (2.75) y Ec. (2.78).

En primer lugar, se calculó el peso del líquido, así como de los elementos estructurales del reservorio (superestructura), pues la cimentación no influye en las propiedades dinámicas de acuerdo al código ACI 350.3-06 (ver Tabla 3.10 y Tabla 3.11).

**Tabla 3.10** Pesos analizados del reservorio circular

<b>Peso del Agua y Superestructura</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
Peso del agua, $W_L$ :	3 085 927,56 kg
Peso de la cúpula, $W_r$ :	92 834,06 kg
Peso de los muros, $W_w$ :	884 805,69 kg
Peso de la viga, $W_b$ :	121 059,39 kg

**Tabla 3.11** Propiedades dinámicas del reservorio circular

<b>Propiedades Dinámicas</b>	
<b>Descripción</b>	
Peso impulsivo del agua, $W_i$	1 373 974,21 kg
Coefficiente de masa efectiva, $\epsilon$ :	0,635
Peso impulsivo efectivo de los muros, $W_w$ :	561 848,86 kg
Peso impulsivo de la viga anular, $eW_b$ :	76 872,33 kg
Peso impulsivo de la cúpula, $W_r$ :	92 834,06 kg
Peso impulsivo total, $W_iT$ :	2 105 529,46 kg

Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :	3,1875 m
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 609 748,95 kg
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :	4,8690 m
Módulo de elasticidad del concreto, $E_c$ :	252 902,44 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto, $\gamma_c$ :	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente $C_w$ :	0,149
Coefficiente $C_L$ :	0,351
Frecuencia circular impulsiva, $\omega_i$ :	132,75 rad/s
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,04733 s
Coefficiente, $\lambda$ :	5,688
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,122 s
Frecuencia circular convectiva, $\omega_c$ :	1,227 rad/s
Rigidez del resorte, $K_c$ :	247 056,90 kg/m

#### 3.7.3.4.2. *Reservorio rectangular*

Las propiedades dinámicas en el reservorio rectangular no son las mismas en todas las direcciones por la diferencia entre su largo y ancho, en contraste de la simetría geométrica que existe en el reservorio circular evidentemente. Por lo tanto, el reservorio rectangular fue sometido a dos direcciones de análisis: este – oeste (E-O) y norte – sur (N-S), empleándose para ello las Ec. (2.60), Ec. (2.62), Ec. (2.64), Ec. (2.66), Ec. (2.69), Ec. (2.71), Ec. (2.73), Ec. (2.76), Ec. (2.77) y Ec. (2.78).

Al igual que el reservorio circular, se calculó primeramente los pesos del líquido y de los elementos estructurales (ver Tabla 3.12 y Tabla 3.13).

**Tabla 3.12** *Pesos analizados del reservorio rectangular*

<b>Peso del Agua y Superestructura</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>
Peso del agua, $W_L$ :	3 150 000 kg
Peso del techo, $W_T$ :	277 200 kg
Peso de los muros, $W_w$ :	1 175 958 kg

**Tabla 3.13** *Propiedades dinámicas del reservorio rectangular*

Descripción	Dirección	
	Longitudinal	Transversal
Peso impulsivo del agua, $W_i$	1 278 886,87 kg	1 337 378,09 kg
Coefficiente de masa efectiva, $\epsilon$ :	0,605	0,620
Peso impulsivo efectivo de los muros, $W_w$ :	715 947,10 kg	
Peso impulsivo del tanque, $W_T$ :	993 147,10 kg	
Peso impulsivo total, $W_{iT}$ :	2 272 033,97 kg	2 330 525,18 kg
Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :	2,8125 m	2,8125 m
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :	4,1031 m	4,1349 m
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,048448 s	0,033124 s
Frecuencia circular impulsiva, $\omega_i$ :	129,69 rad/s	189,69 rad/s
Coefficiente, $\lambda$ :	5,012	5,069
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,745 s	5,544 s
Frecuencia circular convectiva, $\omega_c$ :	1,09 rad/s	1,13 rad/s
Rigidez del resorte, $K_c$ :	230 185,65 kg/m	240 808,67 kg/m

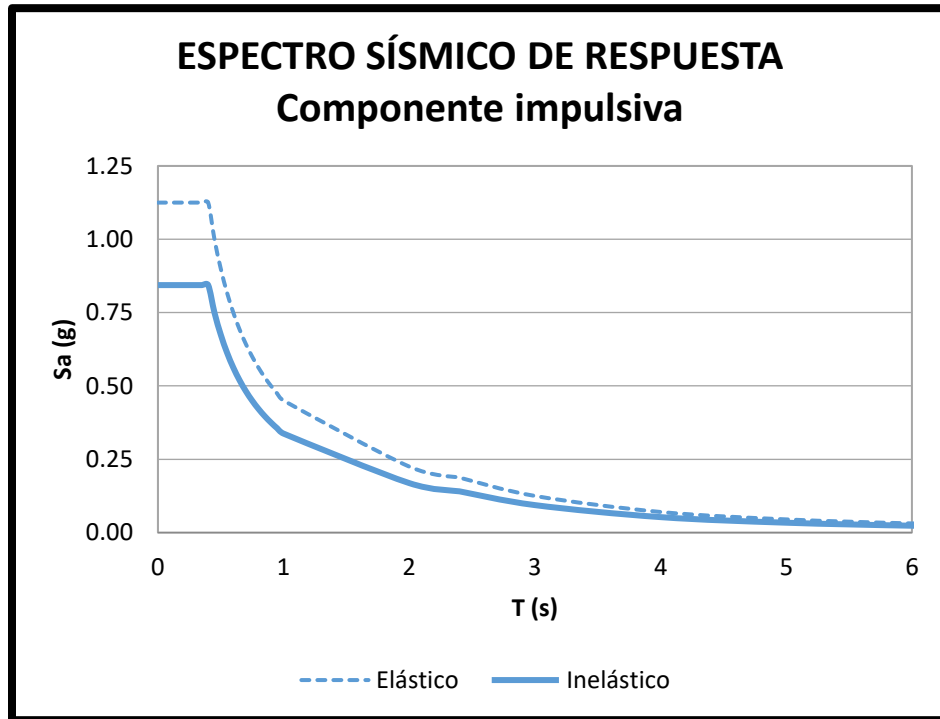
### 3.7.3.5. Espectro sísmico de respuesta

La sección 2.3.5 de la investigación describe el procedimiento para graficar el espectro sísmico de respuesta, tanto elástica como inelástica (diseño). Con la aplicación de tres códigos diferentes, los parámetros sísmicos definidos y el uso de las ecuaciones Ec. (2.79) al Ec. (2.86); los coeficientes de respuesta sísmica  $C$  se presentan en la Tabla 3.14, Tabla 3.15 y Tabla 3.16, mientras que los espectros sísmicos de respuesta se muestran en la Figura 3.2, Figura 3.3, Figura 3.4, Figura 3.5, Figura 3.6 y Figura 3.7.

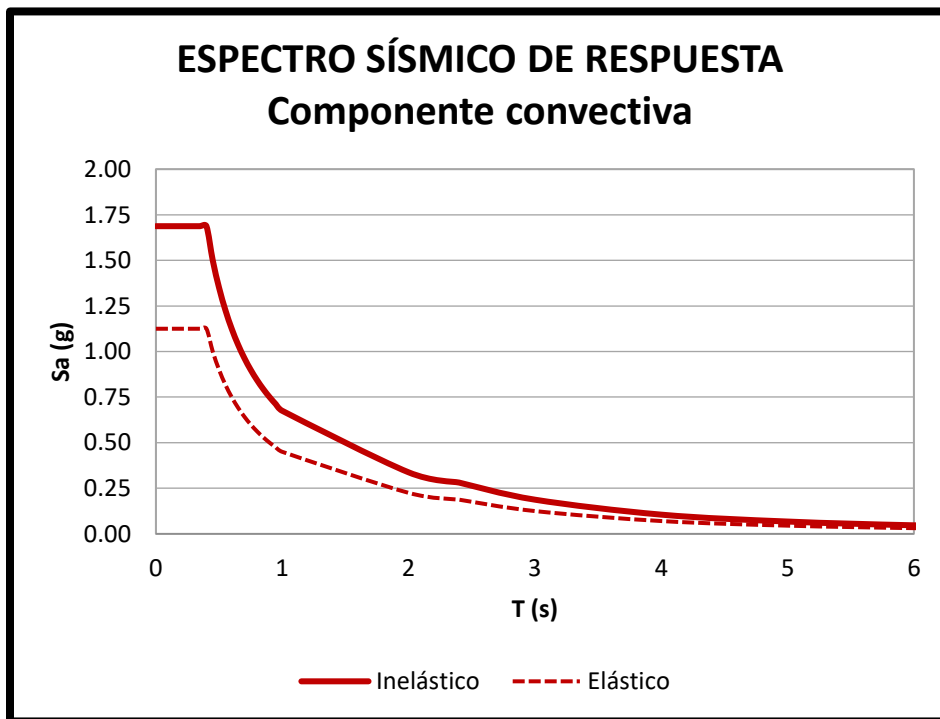
**Tabla 3.14** *Coficiente de respuesta sísmica C según NTE E.030*

Periodo	C. Impulsiva		C. Convectiva	
	Elástico	Inelástico	Elástico	Inelástico
0,00	1,125	0,844	1,125	1,688
0,05	1,125	0,844	1,125	1,688
0,10	1,125	0,844	1,125	1,688
0,15	1,125	0,844	1,125	1,688
0,20	1,125	0,844	1,125	1,688
0,25	1,125	0,844	1,125	1,688
0,30	1,125	0,844	1,125	1,688
0,35	1,125	0,844	1,125	1,688
0,40	1,125	0,844	1,125	1,688
0,45	1,000	0,750	1,000	1,500
0,50	0,900	0,675	0,900	1,350
0,55	0,818	0,614	0,818	1,227
0,60	0,750	0,563	0,750	1,125
0,65	0,692	0,519	0,692	1,038
0,70	0,643	0,482	0,643	0,964
0,75	0,600	0,450	0,600	0,900
0,80	0,563	0,422	0,563	0,844
0,85	0,529	0,397	0,529	0,794
0,90	0,500	0,375	0,500	0,750
0,95	0,474	0,355	0,474	0,711
1,00	0,450	0,338	0,450	0,675
2,00	0,225	0,169	0,225	0,338
<b>2,40</b>	<b>0,188</b>	<b>0,141</b>	<b>0,188</b>	<b>0,281</b>
3,00	0,125	0,094	0,125	0,188
4,00	0,070	0,053	0,070	0,105
5,00	0,045	0,034	0,045	0,068
6,00	0,031	0,023	0,031	0,047
7,00	0,023	0,017	0,023	0,034
7,50	0,020	0,015	0,020	0,030

**Figura 3.2** Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según NTE E.030



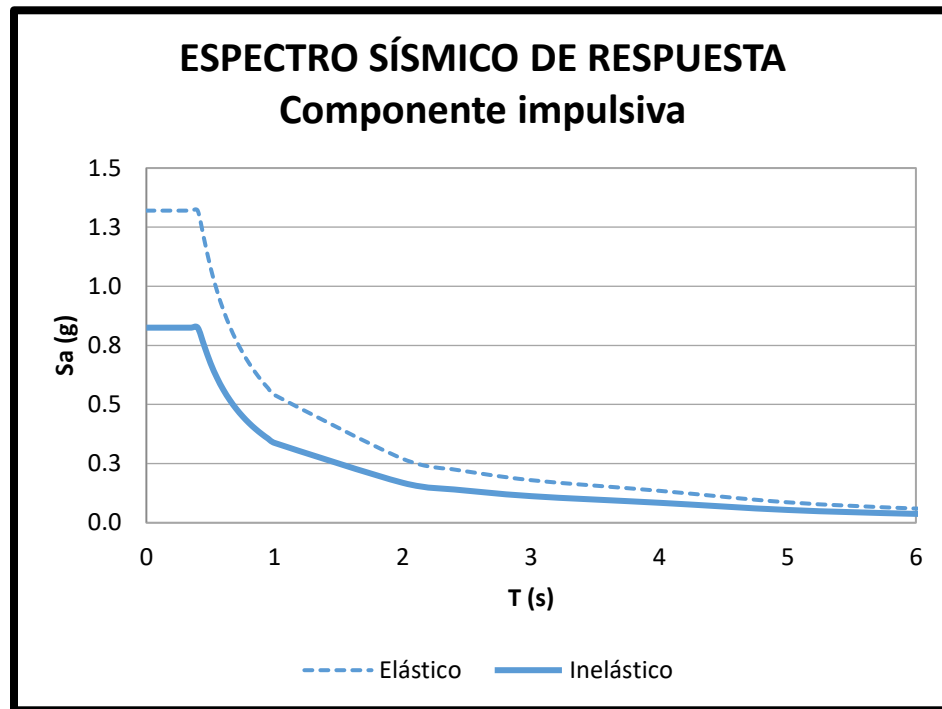
**Figura 3.3** Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según NTE E.030



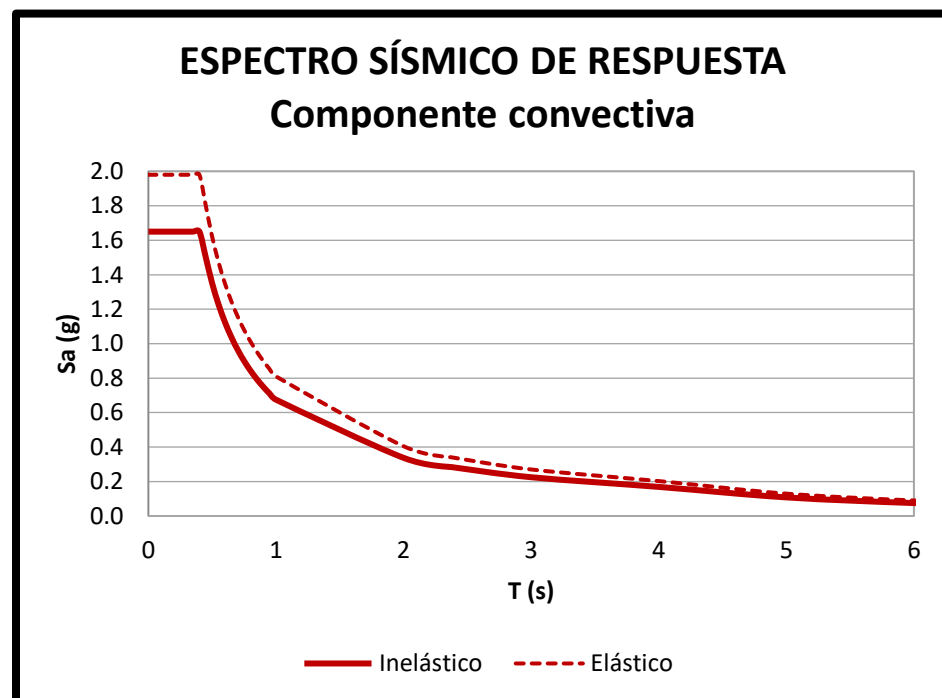
**Tabla 3.15** *Coficiente de respuesta sísmica C según ASCE/SEI 07-16*

Periodo	C. Impulsiva		C. Convectiva	
	Elástico	Inelástico	Elástico	Inelástico
0,00	1,320	0,825	1,980	1,65
0,05	1,320	0,825	1,980	1,65
0,10	1,320	0,825	1,980	1,65
0,15	1,320	0,825	1,980	1,65
0,20	1,320	0,825	1,980	1,65
0,25	1,320	0,825	1,980	1,65
0,30	1,320	0,825	1,980	1,65
0,35	1,320	0,825	1,980	1,65
0,40	1,320	0,825	1,980	1,65
0,45	1,200	0,750	1,800	1,50
0,50	1,080	0,675	1,620	1,35
0,55	0,982	0,614	1,473	1,23
0,60	0,900	0,563	1,350	1,13
0,65	0,831	0,519	1,246	1,04
0,70	0,771	0,482	1,157	0,96
0,75	0,720	0,450	1,080	0,90
0,80	0,675	0,422	1,013	0,84
0,85	0,635	0,397	0,953	0,79
0,90	0,600	0,375	0,900	0,75
0,95	0,568	0,355	0,853	0,71
1,00	0,540	0,338	0,810	0,68
2,00	0,270	0,169	0,405	0,34
<b>2,40</b>	<b>0,225</b>	<b>0,141</b>	<b>0,338</b>	<b>0,28</b>
3,00	0,180	0,113	0,270	0,23
4,00	0,135	0,084	0,203	0,17
5,00	0,086	0,054	0,130	0,11
6,00	0,060	0,038	0,090	0,08
7,00	0,044	0,028	0,066	0,06
7,50	0,038	0,024	0,058	0,05

**Figura 3.4** Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según ASCE/SEI 07-16



**Figura 3.5** Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según ASCE/SEI 07-16



**Tabla 3.16** *Coficiente de respuesta sísmica C según ACI 350-06*

Periodo	C. Impulsiva		C. Convectiva	
	Elástico	Inelástico	Elástico	Inelástico
0,00	1,32	0,825	1,98	2,48
0,05	1,32	0,825	1,98	2,48
0,10	1,32	0,825	1,98	2,48
0,15	1,32	0,825	1,98	2,48
0,20	1,32	0,825	1,98	2,48
0,25	1,32	0,825	1,98	2,48
0,30	1,32	0,825	1,98	2,48
0,35	1,32	0,825	1,98	2,48
0,40	1,32	0,825	1,98	2,48
0,45	1,20	0,750	1,80	2,25
0,50	1,08	0,675	1,62	2,03
0,55	0,98	0,614	1,47	1,84
0,60	0,90	0,563	1,35	1,69
0,65	0,83	0,519	1,25	1,56
0,70	0,77	0,482	1,16	1,45
0,75	0,72	0,450	1,08	1,35
0,80	0,68	0,422	1,01	1,27
0,85	0,64	0,397	0,95	1,19
0,90	0,60	0,375	0,90	1,13
0,95	0,57	0,355	0,85	1,07
1,00	0,54	0,338	0,81	1,01
2,00	0,27	0,169	0,41	0,51
<b>2,40</b>	<b>0,23</b>	<b>0,141</b>	<b>0,34</b>	<b>0,42</b>
3,00	0,18	0,113	0,27	0,34
4,00	0,14	0,084	0,20	0,25
5,00	0,11	0,068	0,13	0,16
6,00	0,09	0,056	0,09	0,11
7,00	0,08	0,048	0,06	0,08
7,50	0,07	0,045	0,06	0,07



Figura 3.6 Espectro sísmico de respuesta – componente impulsiva según ACI 350-06

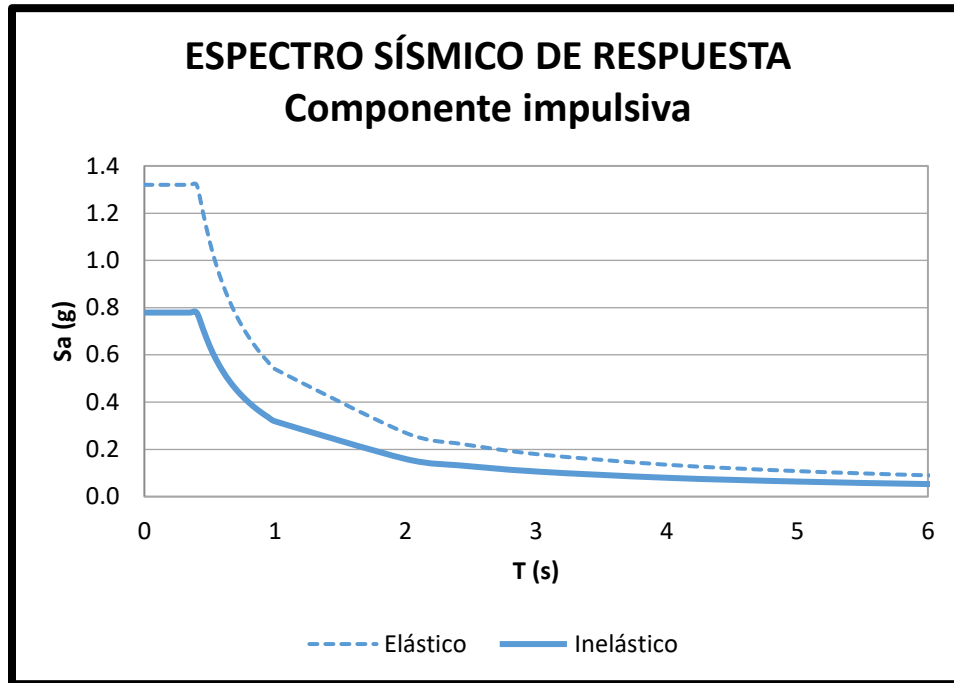
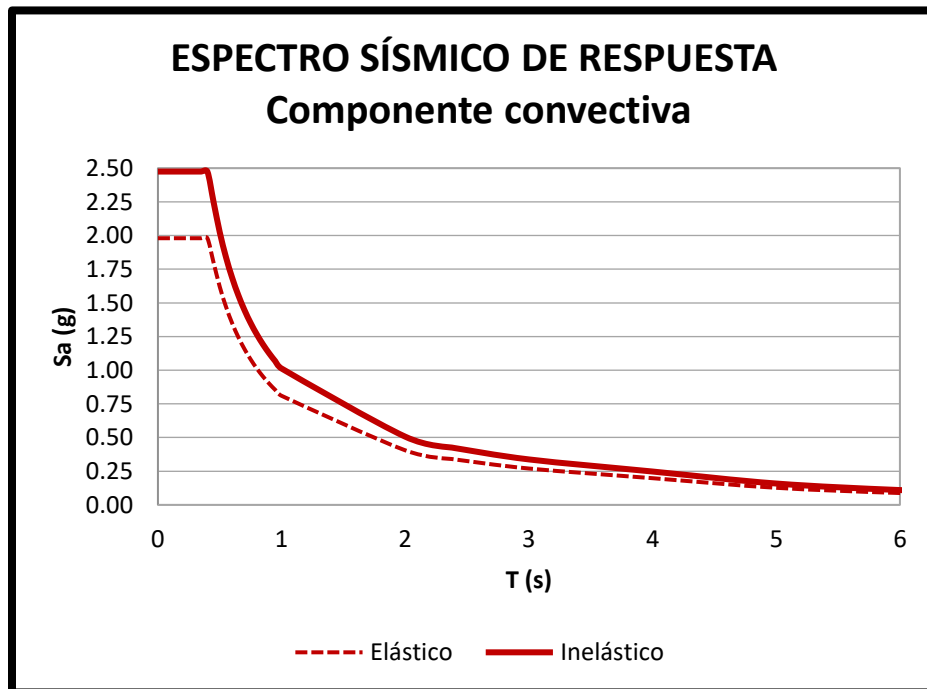


Figura 3.7 Espectro sísmico de respuesta – componente convectiva según ACI 350-06



### 3.7.3.6. Cortante del suelo

En la sección 2.3.7.3 se describió la condición activa y pasiva del suelo para determinar la cortante de éste en base a dichas condiciones. Martos (2014) precisa que la condición activa ocasiona desplazamientos excesivos únicamente en reservorios enterrados o para muros de contención en voladizo, lo cual no es el caso de esta investigación. Por lo tanto, el cortante del suelo se determinó bajo la condición de reposo, por lo que se emplearon las ecuaciones Ec. (2.102), Ec. (2.106) y Ec. (2.107). Los resultados son mostrados en la Tabla 3.17 y Tabla 3.18.

**Tabla 3.17** *Cortante del suelo en reservorio circular*

<b>Cortante del suelo</b>	
Ángulo de fricción del suelo:	29 °
Coefficiente de suelo en reposo, Ko:	0,515
Presión del suelo, Po:	723,06 kg/m
Cortante sísmica del suelo, Vs:	24 419,36 kg

**Tabla 3.18** *Cortante del suelo en reservorio rectangular*

<b>Cortante del suelo</b>	
Coefficiente de suelo en reposo, Ko:	0,515
Presión del suelo, Po:	723,06 kg/m
Cortante sísmica del suelo longitudinal, Vs:	14 461,25 kg
Cortante sísmica del suelo transversal, Vs:	15 184,32 kg

### 3.7.3.7. Cortante basal total

Los cortantes de la componente impulsiva y convectiva se calcularon según las propiedades dinámicas determinadas en la sección 3.7.3.4, añadiéndose el cortante del suelo mediante el uso de la combinación modal SRSS. Para ello, se emplearon la Ec. (2.88), desde la Ec. (2.92) a la Ec. (2.101) y la Ec. (2.108). Los resultados son mostrados en la Tabla 3.19, Tabla 3.20, Tabla 3.21, Tabla 3.22, Tabla 3.23, Tabla 3.24, Tabla 3.25, Tabla 3.26, Tabla 3.27,

Tabla 3.28, Tabla 3.29 y Tabla 3.30.

### 3.7.3.7.1. *Reservorio circular*

➤ Análisis estático

**Tabla 3.19** *Cortante estático en reservorio circular según NTE E.030*

<b>Cortante Estático por Fuerza Lateral Equivalente - NTE E.030</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	2,5	0,095
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,84375	0,064
Cortante estático, V (kg):	1 776 540,49	103 561,25
Cortante estático total, Vb (kg):	1 779 556,41	

**Tabla 3.20** *Cortante estático en reservorio circular según ASCE/SEI 07-16*

<b>Cortante Estático Por Fuerza Lateral Equivalente - ASCE/SEI 07-16</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,825	1,65
Coefficiente de respuesta sísmica máxima, Cs-máx:	7,130	0,103
Coefficiente de respuesta sísmica mínima, Cs-mín:	0,253	0,506
Cortante estático, V (kg):	1 737 062	165 698
Cortante estático total, Vb (kg):	1 744 946,86	

**Tabla 3.21** *Cortante estático en reservorio circular según ACI 350-06*

<b>Cortante Estático por Fuerza Lateral Equivalente - ACI 350-06</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
Periodo, T:	0,047	5,122
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	1,32	0,121
Cortante basal, V (kg):	1 737 061,81	243 023,73
Cortante basal total, Vb (kg):	1 753 979,55	

➤ Análisis dinámico

**Tabla 3.22** Cortante dinámico en reservorio circular según NTE E.030

<b>Cortante Dinámico - NTE E.030</b>	
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,047 s
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	1,125 g
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,122 s
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,043 g
Peso impulsivo total, $W_{IT}$ :	2 105 529,46 kg
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 609 748,95 kg
Cortante impulsiva, $V_i$ :	1 776 540 kg
Cortante convectiva, $V_c$ :	103 561,25 kg
Cortante del suelo, $V_s$ :	24 419,36 kg
Cortante dinámico total, $V$ :	1 779 723,95 kg

**Tabla 3.23** Cortante dinámico en reservorio circular según ASCE/SEI 07-16

<b>Cortante Dinámico - ASCE/SEI 07-16</b>	
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,047 s
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	1,320 g
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,122 s
Aceleración espectral convectiva, $S_a$ :	0,124 g
Peso impulsivo total, $W_{IT}$ :	2 105 529,46 kg
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 609 748,95 kg
Cortante impulsiva, $V_i$ :	1 737 061,81 kg
Cortante convectiva, $V_c$ :	165 698,00 kg
Cortante del suelo, $V_s$ :	24 419,36 kg
Cortante dinámico total, $V$ :	1 745 117,72 kg

**Tabla 3.24** Cortante dinámico en reservorio circular según ACI 350-06

<b>Cortante Dinámico - ACI 350-06</b>	
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,047 s
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	1,320 g
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,122 s
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,121 g
Peso impulsivo total, $W_{IT}$ :	2 105 529,46 kg
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 609 748,95 kg
Cortante impulsiva, $V_i$ :	1 737 061,81 kg

Cortante convectiva, Vc:	243 023,73 kg
Cortante del suelo, Vs:	24 419,36 kg
Cortante dinámico total, V:	1 754 149,53 kg

### 3.7.3.7.2. *Reservorio rectangular*

➤ Análisis estático

**Tabla 3.25** Cortante estático en reservorio rectangular según NTE E.030

<b>Cortante Estático por Fuerza Lateral Equivalente - NTE E.030</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
<u>Dirección Longitudinal</u>		
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	2,500	0,076
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,84375	0,051
Cortante estático, V (kg):	1 917 028,66	96 490,15
Cortante estático total, Vb (kg):	1 919 455,45	
<u>Dirección Transversal</u>		
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	2,50	0,081
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,84375	0,055
Cortante estático, V (kg):	1 966 380,62	100 943,15
Cortante estático total, Vb (kg):	1 968 969,85	

**Tabla 3.26** Cortante estático en reservorio rectangular según ASCE/SEI 07-16

<b>Cortante Estático por Fuerza Lateral Equivalente - ASCE/SEI 07-16</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
<u>Dirección Longitudinal</u>		
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,825	1,650
Coefficiente de respuesta sísmica máxima, Cs-máx:	6,966	0,082
Coefficiente de respuesta sísmica mínima, Cs-mín:	0,253	0,506
Cortante estático, V (kg):	1 874 428,02	154 384,23
Cortante estático total, Vb (kg):	1 880 775,08	
<u>Dirección Transversal</u>		
Coefficiente de respuesta sísmica, Cs:	0,825	1,650
Coefficiente de respuesta sísmica máxima, Cs-máx:	10,189	0,088
Coefficiente de respuesta sísmica mínima, Cs-mín:	0,253	0,506
Cortante estático, V (kg):	1 922 683,28	161 509,03
Cortante estático total, Vb (kg):	1 929 454,88	

**Tabla 3.27** Cortante estático en reservorio rectangular según ACI 350-06

<b>Cortante Estático por Fuerza Lateral Equivalente - ACI 350-06</b>		
Descripción	Impulsivo	Convectivo
<u>Dirección Longitudinal</u>		
Periodo, T:	0,048	5,745
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	1,3200	0,0960
Cortante basal, V (kg):	1 874 428,02	226 430,21
Cortante basal total, Vb (kg):	1 888 054,83	
<u>Dirección Transversal</u>		
Periodo, T:	0,033	5,544
Coefficiente de respuesta sísmica, C:	1,3200	0,1031
Cortante basal, V (kg):	1 922 683,28	236 879,92
Cortante basal total, Vb (kg):	1 937 220,45	

➤ Análisis dinámico

**Tabla 3.28** Cortante dinámico en reservorio rectangular según NTE E.030

<b>Cortante Dinámico - NTE E.030</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Periodo impulsivo, Ti:	0,048 s	0,033 s
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	1,1250 g	1,1250 g
Periodo convectivo, Tc:	5,745 s	5,544 s
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,0341 g	0,0366 g
Peso impulsivo total, Wi <sub>T</sub> :	2 272 033,97 kg	2 330 525,18 kg
Peso convectivo del agua, Wc:	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Cortante impulsiva, Vi:	1 917 028,66 kg	1 966 380,62 kg
Cortante convectiva, Vc:	96 490,15 kg	100 943,15 kg
Cortante del suelo, Vs:	14 461,25 kg	15 184,32 kg
Cortante dinámica total, Vb:	1 919 509,93 kg	1 969 028,40 kg

**Tabla 3.29** Cortante dinámico en reservorio rectangular según ASCE/SEI 07-16

<b>Cortante Dinámico - ASCE/SEI 07-16</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Periodo impulsivo, Ti:	0,048 s	0,033 s
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	1,3200 g	1,3200 g
Periodo convectivo, Tc:	5,745 s	5,544 s
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,0982 g	0,1054 g

Peso impulsivo total, $W_{IT}$ :	2 272 033,97 kg	2 330 525,18 kg
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Cortante impulsiva, $V_i$ :	1 874 428,02 kg	1 922 683,28 kg
Cortante convectiva, $V_c$ :	154 384,23 kg	161 509,03 kg
Cortante del suelo, $V_s$ :	14 461,25 kg	15 184,32 kg
Cortante dinámica total, $V$ :	1 880 830,68 kg	1 929 514,63 kg

**Tabla 3.30** Cortante dinámico en reservorio rectangular según ACI 350-06

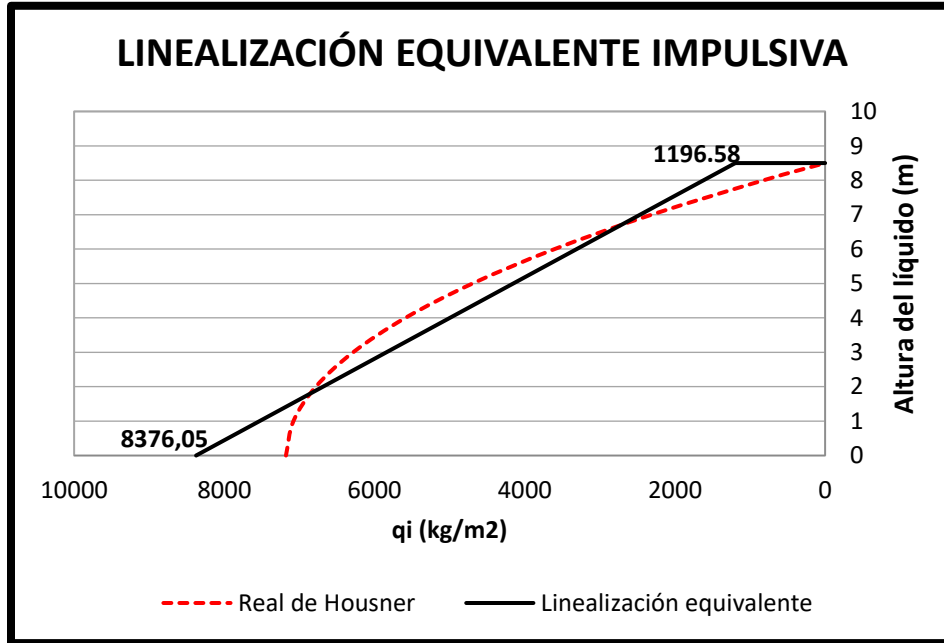
<b>Cortante Dinámico - ACI 350-06</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Periodo impulsivo, $T_i$ :	0,048 s	0,033 s
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	1,3200 g	1,3200 g
Periodo convectivo, $T_c$ :	5,745 s	5,544 s
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,0960 g	0,1031 g
Peso impulsivo total, $W_{IT}$ :	2 272 033,97 kg	2 330 525,18 kg
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Cortante impulsiva, $V_i$ :	1 874 428,02 kg	1 922 683,28 kg
Cortante convectiva, $V_c$ :	226 430,21 kg	236 879,92 kg
Cortante del suelo, $V_s$ :	14 461,25 kg	15 184,32 kg
Cortante dinámica total, $V$ :	1 888 110,21 kg	1 937 279,96 kg

### 3.7.3.8. Presiones hidrodinámicas en muros

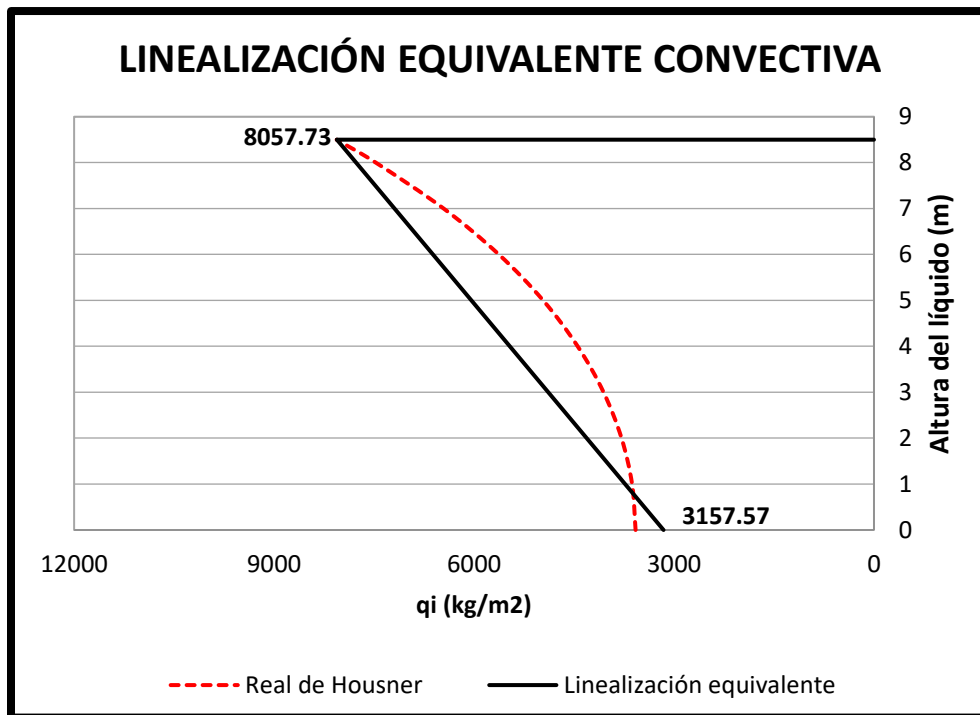
La investigación empleó la linealización equivalente de la distribución real de las presiones hidrodinámicas tanto para la componente impulsiva como para la convectiva con la finalidad de facilitar los cálculos (ver sección 2.3.8) por lo que se usaron desde la Ec. (2.109) hasta la Ec. (2.127). La Figura 3.8, Figura 3.9, Figura 3.10, Figura 3.11, Figura 3.12 y Figura 3.13 grafican las presiones hidrodinámicas en función de la aceleración horizontal sísmica, ya que estas aceleraciones son ingresadas directamente en el modelamiento del reservorio en el software de ingeniería. Los resultados se muestran en la Tabla 3.31, Tabla 3.32, Tabla 3.33, Tabla 3.34, Tabla 3.35, Tabla 3.36, Tabla 3.37 y Tabla 3.38.

3.7.3.8.1. *Reservorio circular*

**Figura 3.8** *Linealización equivalente de la presión impulsiva del reservorio circular*



**Figura 3.9** *Linealización equivalente de la presión convectiva del reservorio circular*





**Tabla 3.31** *Presión impulsiva y convectiva del reservorio circular*

<b>Presiones Hidrodinámicas</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<b>Componente impulsiva</b>			
Carga equivalente, ai:	7 067,29 kg/m <sup>2</sup>	6 910,24 kg/m <sup>2</sup>	11 056,39 kg/m <sup>2</sup>
Carga equivalente, bi:	1 009,61 kg/m <sup>2</sup>	987,18 kg/m <sup>2</sup>	1 579,48 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qi:	34 326,86 kg/m <sup>2</sup>	33 564,04 kg/m <sup>2</sup>	53 702,46 kg/m <sup>2</sup>
<b>Componente convectiva</b>			
Carga equivalente, ac:	203,14 kg/m <sup>2</sup>	325,02 kg/m <sup>2</sup>	381,36 kg/m <sup>2</sup>
Carga equivalente, bc:	518,38 kg/m <sup>2</sup>	829,41 kg/m <sup>2</sup>	973,18 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qc:	3 066,47 kg/m <sup>2</sup>	4 906,35 kg/m <sup>2</sup>	5 756,79 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 3.32** *Presión inercial impulsiva del reservorio circular*

<b>Presión Inercial Impulsiva</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Peso inercial debido a muros, P <sub>wi</sub> :		1 440 kg/m <sup>2</sup>	
Peso inercial debido al techo, P <sub>ri</sub> :		120 kg/m <sup>2</sup>	
Peso inercial total, P <sub>WT</sub> :		1 560 kg/m <sup>2</sup>	
Peso inercial total, P <sub>WT</sub> :	1 316 kg/m <sup>2</sup>	1 287 kg/m <sup>2</sup>	2 059,2 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 3.33** *Presión por aceleración vertical del reservorio circular*

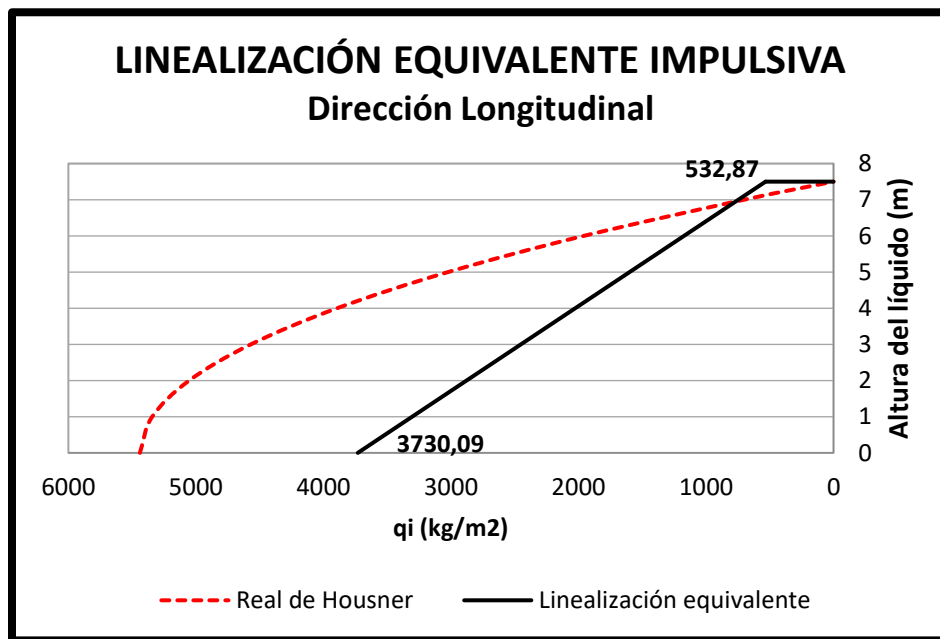
<b>Presión por Aceleración Vertical</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Carga hidrostática, q <sub>hy</sub> :		8 500 kg/m <sup>2</sup>	
Periodo vertical, T <sub>v</sub> :		0,045 g	
Coefficiente de respuesta sísmica, S <sub>av</sub> :	1,125 g	1,32 g	1,32 g
Aceleración espectral efectiva, ü <sub>v</sub> :	0,563 g	0,550 g	0,550 g
Presión por aceleración vertical, p <sub>vy</sub> :	4 781,25 kg/m <sup>2</sup>	4 675 kg/m <sup>2</sup>	4 675 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 3.34** Presión hidrodinámica total del reservorio circular

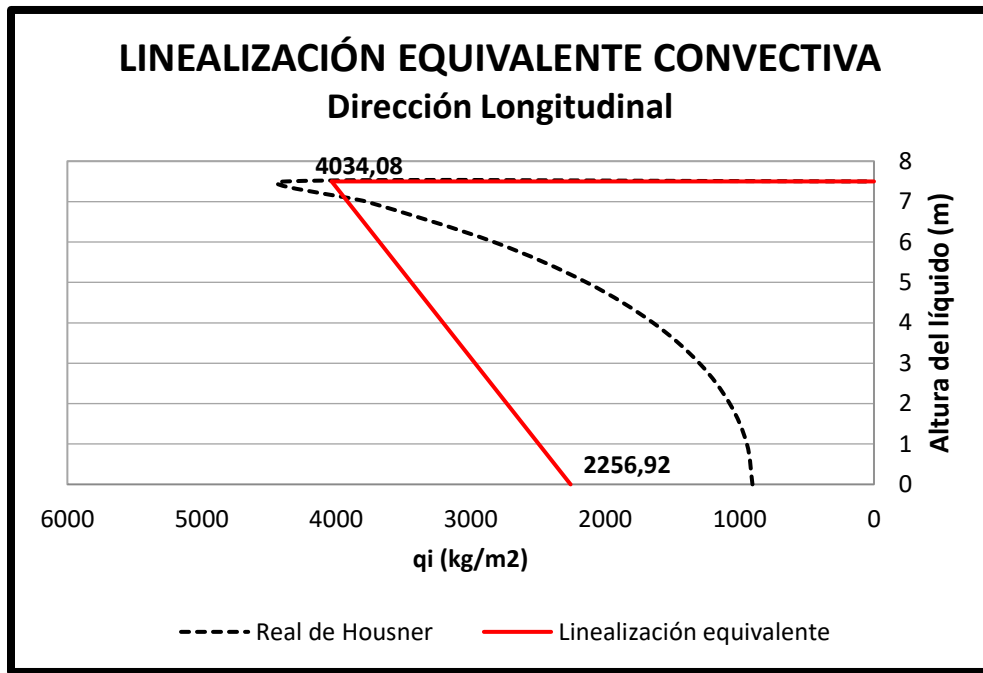
Descripción	Presión Hidrodinámica Total		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Presión dinámica impulsiva, pwi:	7 067,29 kg/m <sup>2</sup>	6 910,24 kg/m <sup>2</sup>	11 056,39 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	203,14 kg/m <sup>2</sup>	325,02 kg/m <sup>2</sup>	381,36 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	1 316,25 kg/m <sup>2</sup>	1 287,00 kg/m <sup>2</sup>	2 059,20 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	4 781,25 kg/m <sup>2</sup>	4 675,00 kg/m <sup>2</sup>	4 675,00 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	9 653,26 kg/m <sup>2</sup>	9 442,25 kg/m <sup>2</sup>	13 929,10 kg/m <sup>2</sup>

**3.7.3.8.2. Reservorio rectangular**

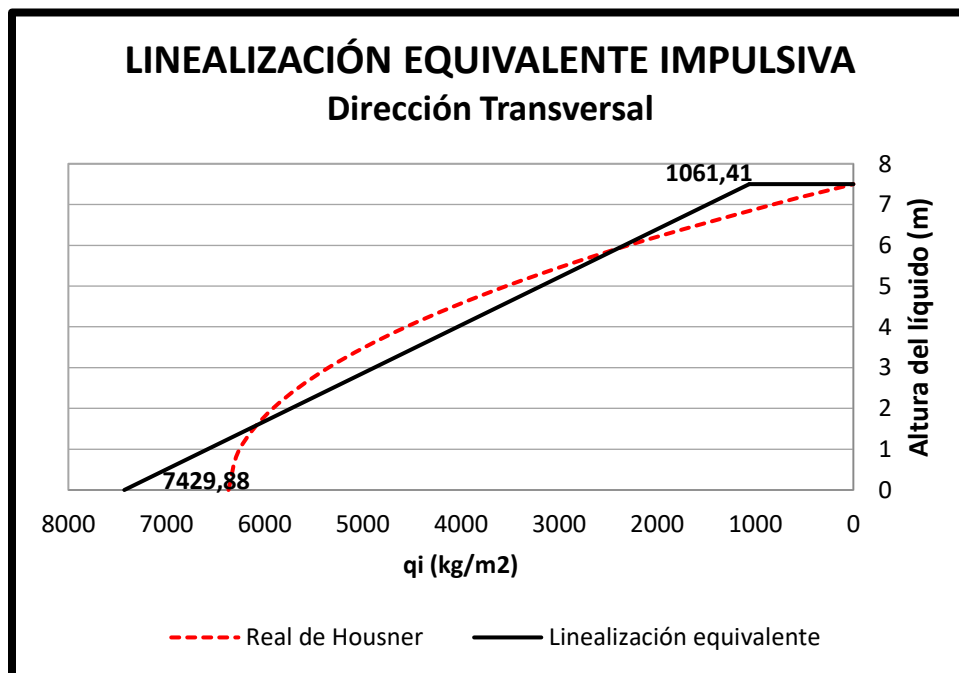
**Figura 3.10** Linealización equivalente de la presión impulsiva - dirección longitudinal del reservorio rectangular



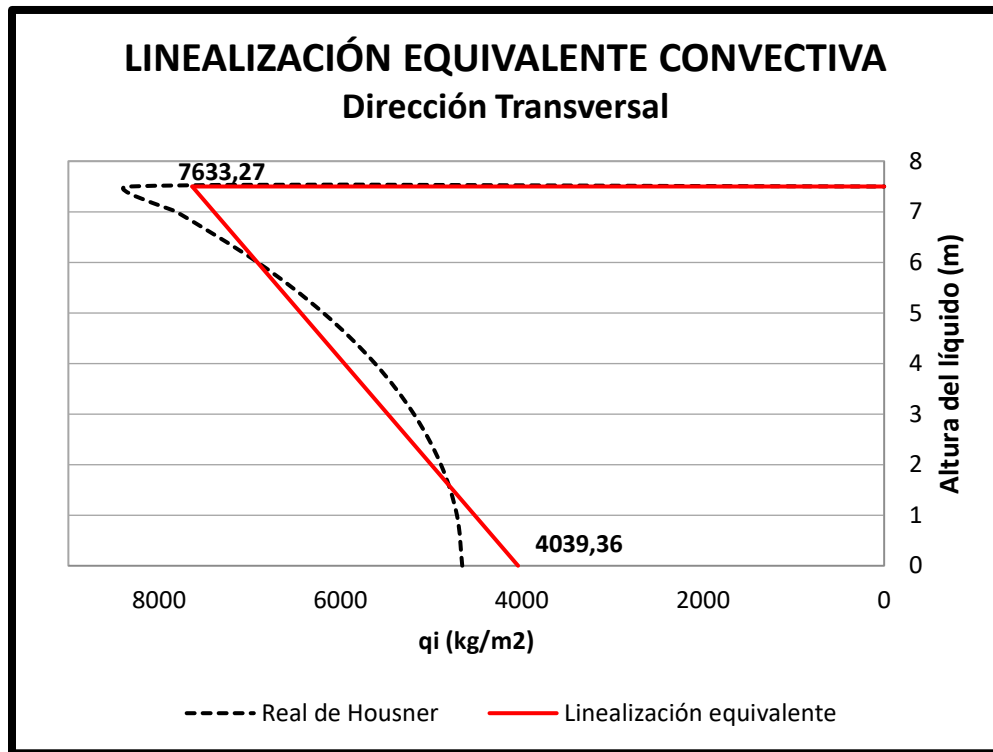
**Figura 3.11** Linealización equivalente de la presión convectiva - dirección longitudinal del reservorio rectangular



**Figura 3.12** Linealización equivalente de la presión impulsiva - dirección transversal del reservorio rectangular



**Figura 3.13** Linealización equivalente de la presión convectiva - dirección transversal del reservorio rectangular



**Tabla 3.35** Presión impulsiva y convectiva del reservorio rectangular

Descripción	Presiones Hidrodinámicas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Componente impulsiva			
Carga equivalente, ai:	<b>3 147,26 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>3 077,32 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>4 923,71 kg/m<sup>2</sup></b>
Carga equivalente, bi:	449,61 kg/m <sup>2</sup>	439,62 kg/m <sup>2</sup>	703,39 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qi:	13 488,26 kg/m <sup>2</sup>	13 188,52 kg/m <sup>2</sup>	21 101,63 kg/m <sup>2</sup>
Componente convectiva			
Carga equivalente, ac:	<b>115,39 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>184,62 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>216,62 kg/m<sup>2</sup></b>
Carga equivalente, bc:	206,25 kg/m <sup>2</sup>	329,99 kg/m <sup>2</sup>	387,19 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qc:	1 206,13 kg/m <sup>2</sup>	1 929,80 kg/m <sup>2</sup>	2 264,30 kg/m <sup>2</sup>

Dirección Transversal

## Componente impulsiva

Carga equivalente, ai:	<b>6 268,96 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>6 129,65 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>9 807,44 kg/m<sup>2</sup></b>
Carga equivalente, bi:	895,57 kg/m <sup>2</sup>	875,66 kg/m <sup>2</sup>	1 401,06 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qi:	26 866,97 kg/m <sup>2</sup>	26 269,93 kg/m <sup>2</sup>	42 031,88 kg/m <sup>2</sup>

## Componente convectiva

Carga equivalente, ac:	<b>221,79 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>354,86 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>416,37 kg/m<sup>2</sup></b>
Carga equivalente, bc:	419,12 kg/m <sup>2</sup>	670,59 kg/m <sup>2</sup>	786,83 kg/m <sup>2</sup>
Carga máxima equivalente, qc:	2 403,41 kg/m <sup>2</sup>	3 845,45 kg/m <sup>2</sup>	4 512,00 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 3.36** *Presión inercial impulsiva del reservorio rectangular*

<b>Presión Inercial Impulsiva</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Peso inercial debido a muros, Pw:		743,49 kg/m <sup>2</sup>	
Peso inercial debido al techo, Pr:			
Peso inercial total, pt:	<b>627,32 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>613,38 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>981,41 kg/m<sup>2</sup></b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Peso inercial debido a muros, Pw:		726,17 kg/m <sup>2</sup>	
Peso inercial debido al techo, Pr:			
Peso inercial total, pt:	<b>612,71 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>599,09 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>958,55 kg/m<sup>2</sup></b>

**Tabla 3.37** *Presión por aceleración vertical del reservorio rectangular*

<b>Presión por Aceleración Vertical</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Carga hidrostática, qhy:		7 500 kg/m <sup>2</sup>	
Coficiente de respuesta sísmica, Ct:	0,45 g	0,528 g	0,528 g
Aceleración espectral efectiva, üv:	0,225 g	0,264 g	0,264 g
Presión por aceleración vertical, pvy:	<b>1 687,5 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>1 980 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>1 980 kg/m<sup>2</sup></b>

**Tabla 3.38** Presión hidrodinámica total del reservorio rectangular

<b>Presión Hidrodinámica Total</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Presión dinámica impulsiva, pwi:	3 147,26 kg/m <sup>2</sup>	3 077,32 kg/m <sup>2</sup>	4 923,71 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	115,39 kg/m <sup>2</sup>	184,62 kg/m <sup>2</sup>	216,62 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	627,32 kg/m <sup>2</sup>	613,38 kg/m <sup>2</sup>	981,41 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	1 687,50 kg/m <sup>2</sup>	1 980,00 kg/m <sup>2</sup>	1 980 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	<b>4 136,24 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>4 192,35 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>6 232,00 kg/m<sup>2</sup></b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Presión dinámica impulsiva, pwi:	6 268,96 kg/m <sup>2</sup>	6 129,65 kg/m <sup>2</sup>	9 807,44 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	221,79 kg/m <sup>2</sup>	354,86 kg/m <sup>2</sup>	416,37 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	612,71 kg/m <sup>2</sup>	599,09 kg/m <sup>2</sup>	958,55 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	1 687,50 kg/m <sup>2</sup>	1 980,00 kg/m <sup>2</sup>	1980 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	<b>7 089,02 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>7 022,98 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>10 954,46 kg/m<sup>2</sup></b>

### 3.7.3.9. Altura de desborde

El cálculo de la altura de desborde permitió verificar el borde libre mínimo según las recomendaciones dadas en la sección 2.3.9 de la investigación y para ello, se utilizó la Ec. (2.128). Los resultados se muestran en la Tabla 3.39 y Tabla 3.40.

**Tabla 3.39** Altura de desborde del reservorio circular

<b>Altura de Desborde</b>		
Descripción	Códigos	
	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Diámetro, D:	21,5 m	22 m
Altura de desborde, $\delta_s$ :	1,394 m	1,623 m
Valor de SDS:	1,32	1,32
Caso en función del SDS:	$0,50 \leq \text{SDS}$	$0,50 \leq \text{SDS}$
Categoría de ocupación:	III	III
Factor para borde libre:	0,7	0,7
Borde libre mínimo:	<b>0,98 m</b>	<b>1,14 m</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.40** *Altura de desborde del reservorio rectangular*

<b>Altura De Desborde</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Longitud, L:	21 m	20 m
Altura de desborde, $\delta_s$ :	0,3758 m	0,3843 m
Valor de SDS:	1,32	1,32
Caso en función del SDS:	$0,50 \leq \text{SDS}$	$0,50 \leq \text{SDS}$
Categoría de ocupación:	III	III
Factor para borde libre:	0,7	0,7
Borde libre mínimo:	<b>0,26 m</b>	<b>0,27 m</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**3.7.3.10. Momentos de flexión y volteo**

Con las aceleraciones horizontales determinadas se procedió a calcular los momentos, tanto de flexión como de volteo, teniendo en cuenta las alturas impulsivas y convectivas bajo la condición IBP. Este procedimiento se describe en la sección 2.3.10 de la investigación y se emplearon las ecuaciones Ec. (2.129), Ec. (2.130), Ec. (2.131), Ec. (2.132), Ec. (2.133), Ec. (2.134), Ec. (2.135), Ec. (2.136), Ec. (2.137), Ec. (2.138), Ec. (2.139) y Ec. (2.140). Además, se analizaron los reservorios en dos situaciones: estado lleno (hasta la altura del líquido definido) y estado vacío. Los resultados se muestran en la Tabla 3.41, Tabla 3.42, Tabla 3.43, Tabla 3.44, Tabla 3.45, Tabla 3.46, Tabla 3.47 y Tabla 3.48.

**Tabla 3.41** Momentos flectores y de volteo del reservorio circular - estado lleno

Descripción	Momentos Flectores y Momentos de Volteo		
	NTE E.030	Códigos ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Peso impulsivo del agua, $W_i$ :		1 373 974,21 kg	
Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :		3,188 m	
Altura de aplicación impulsiva (IBP), $h'_i$ :		8,483 m	
Peso de los muros, $W_w$ :		884 805,69 kg	
Altura de aplicación de $W_w$ , $h_w$ :		4,425 m	
Peso de la viga anular, $W_b$ :		121 059,39 kg	
Altura de aplicación de $W_b$ , $h_b$ :		9,3 m	
Peso de la cúpula, $W_r$ :		92 834,06 kg	
Altura de aplicación de $W_r$ , $h_r$ :		11,220 m	
Peso de la losa de fondo, $W_s$ :		339 433,38 kg	
Espesor de losa de fondo, $t_s$ :		0,30 m	
		1 609	
Peso convectivo del agua, $W_c$ :		748,95 kg	
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :		4,87 m	
Altura de aplicación convectiva (IBP), $h'_c$ :		9,02 m	
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	0,844 g	0,825 g	1,320 g
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,064 g	0,103 g	0,121 g
Momento flector impulsivo, $M_i$ :	8 827,50 t-m	8631,33 t-m	13810,13 t-m
Momento de volteo impulsivo, $M'_i$ :	15 635,31 t-m	15 287,86 t-m	24 460,58 t-m
Momento flector convectivo, $M_c$ :	504,24 t-m	806,78 t-m	946,62 t-m
Momento de volteo convectivo, $M'_c$ :	965,35 t-m	1 544,56 t-m	1 812,28 t-m
Momento flector total, $M_b$ :	8 841,89 t-m	8 668,96 t-m	13 842,54 t-m
Momento de volteo total, $M'_o$ :	15665,08 t-m	15 365,69 t-m	24 527,62 t-m



**Tabla 3.42** Momentos flectores y de volteo del reservorio circular - estado vacío

Descripción	CÓDIGOS		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Peso impulsivo del agua, $W_i$ :		0,00 kg	
Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :		0,00 m	
Altura de aplicación impulsiva (IBP), $h'_i$ :		0,00 m	
Peso de los muros, $W_w$ :		884 805,69 kg	
Altura de aplicación de $W_w$ , $h_w$ :		4,43 m	
Peso de la viga anular, $W_b$ :		121 059,39 kg	
Altura de aplicación de $W_b$ , $h_b$ :		9,30 m	
Peso de la cúpula, $W_r$ :		92 834,06 kg	
Altura de aplicación de $W_r$ , $h_r$ :		11,22 m	
Peso de la losa de fondo, $W_s$ :		339 433,38 kg	
Espesor de losa de fondo, $t_s$ :		0,30 m	
Peso convectivo del agua, $W_c$ :		0,00 kg	
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :		0,00 m	
Altura de aplicación convectiva (IBP), $h'_c$ :		0,00 m	
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	0,844 g	0,825 g	1,320 g
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,064 g	0,103 g	0,121 g
Momento flector impulsivo, $M_i$ :	5 132,26 t-m	5 018,21 t-m	8 029,14 t-m
Momento de volteo impulsivo, $M'_i$ :	5 453,33 t-m	5 332,14 t-m	8 531,43 t-m
Momento flector convectivo, $M_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, $M'_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, $M_b$ :	5 132,26 t-m	5 018,21 t-m	8 029,14 t-m
Momento de volteo total, $M'_o$ :	5 453,33 t-m	5 332,14 t-m	8 531,43 t-m

**Tabla 3.43** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según NTE E.030*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - NTE E.030</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	0,844 g	0,844 g
Peso impulsivo del agua, Wi:	1 278 886,87 kg	1 337 378,09 kg
Altura de aplicación impulsiva, hi:	2,813 m	2,813 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), h'i:	8,299 m	7,895 m
Peso de los muros, Ww:	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de Ww, hw:	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, Wr:	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de Wr, hr:	8,625 m	8,625 m
Peso de la losa de fondo, Ws:	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, ts:	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,051 g	0,055 g
Peso convectivo del agua, Wc:	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Altura de aplicación convectiva, hc:	4,103 m	4,135 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), h'c:	8,953 m	8,447 m
Momento flector impulsivo, Mi:	9 269,05 t-m	9 407,85 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	16 061,19 t-m	16 032,19 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	395,91 t-m	417,39 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	897,68 t-m	887,98 t-m
Momento flector total, Mb:	9 277,50 t-m	9 417,11 t-m
Momento de volteo total, M'o:	16 086,25 t-m	16 056,77 t-m

**Tabla 3.44** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según ASCE/SEI 07-16*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - ASCE/SEI 07-16</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Longitudinal</b>	<b>Transversal</b>
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	0,825 g	0,825 g
Peso impulsivo del agua, Wi:	1 278 886,87 kg	1 337 378,09 kg
Altura de aplicación impulsiva, hi:	2,813 m	2,813 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), h'i:	8,299 m	7,895 m
Peso de los muros, Ww:	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de Ww, hw:	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, Wr:	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de Wr, hr:	8,625 m	8,625 m
Peso de la losa de fondo, Ws:	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, ts:	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,082 g	0,088 g
Peso convectivo del agua, Wc:	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Altura de aplicación convectiva, hc:	4,103 m	4,135 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), h'c:	8,953 m	8,447 m
Momento flector impulsivo, Mi:	9 063,07 t-m	9 198,79 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	15 704,27 t-m	15 675,92 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	633,46 t-m	667,82 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	1 436,28 t-m	1 420,77 t-m
Momento flector total, Mb:	9 085,18 t-m	9 223,00 t-m
Momento de volteo total, M'o:	15 769,82 t-m	15 740,18 t-m

**Tabla 3.45** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado lleno según ACI 350-06*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - ACI 350-06</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	1,320 g	1,320 g
Peso impulsivo del agua, Wi:	1 278 886,87 kg	1 337 378,09 kg
Altura de aplicación impulsiva, hi:	2,813 m	2,813 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), h'i:	8,299 m	7,895 m
Peso de los muros, Ww:	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de Ww, hw:	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, Wr:	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de Wr, hr:	8,63 m	8,625 m
Peso de la losa de fondo, Ws:	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, ts:	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,096 g	0,103 g
Peso convectivo del agua, Wc:	1 887 302,36 kg	1 838 438,57 kg
Altura de aplicación convectiva, hc:	4,103 m	4,135 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), h'c:	8,953 m	8,447 m
Momento flector impulsivo, Mi:	14 500,91 t-m	14 718,06 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	25 126,84 t-m	25 081,48 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	743,26 t-m	783,57 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	1 685,24 t-m	1 667,04 t-m
Momento flector total, Mb:	14 519,95 t-m	14 738,91 t-m
Momento de volteo total, M'o:	25 183,29 t-m	25 136,82 t-m

**Tabla 3.46** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según NTE E.030*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - NTE E.030</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Aceleración espectral impulsiva, Sai:	0,844 g	0,844 g
Peso impulsivo del agua, Wi:	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación impulsiva, hi:	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), h'i:	0,00 m	0,00 m
Peso de los muros, Ww:	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de Ww, hw:	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, Wr:	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de Wr, hr:	8,63 m	8,63 m
Peso de la losa de fondo, Ws:	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, ts:	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, Sac:	0,051 g	0,055 g
Peso convectivo del agua, Wc:	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación convectiva, hc:	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), h'c:	0,00 m	0,00 m
Momento flector impulsivo, Mi:	6 234,19 t-m	6 234,19 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	6 728,34 t-m	6 728,34 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, Mb:	6 234,19 t-m	6 234,19 t-m
Momento de volteo total, M'o:	6 728,34 t-m	6 728,34 t-m

**Tabla 3.47** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según ASCE/SEI 07-16*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - ASCE/SEI 07-16</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	0,825 g	0,825 g
Peso impulsivo del agua, $W_i$ :	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), $h'_i$ :	0,00 m	0,00 m
Peso de los muros, $W_w$ :	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de $W_w$ , $h_w$ :	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, $W_r$ :	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de $W_r$ , $h_r$ :	8,63 m	8,63 m
Peso de la losa de fondo, $W_s$ :	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, $t_s$ :	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,082 g	0,088 g
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), $h'_c$ :	0,00 m	0,00 m
Momento flector impulsivo, $M_i$ :	6 095,65 t-m	6 095,65 t-m
Momento de volteo impulsivo, $M'_i$ :	6 578,82 t-m	6 578,82 t-m
Momento flector convectivo, $M_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, $M'_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, $M_b$ :	6 095,65 t-m	6 095,65 t-m
Momento de volteo total, $M'_o$ :	6 578,82 t-m	6 578,82 t-m

**Tabla 3.48** *Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular - estado vacío según ACI 350-06*

<b>Momentos Flectores y Momentos de Volteo - ACI 350-06</b>		
Descripción	Longitudinal	Transversal
Aceleración espectral impulsiva, $S_{ai}$ :	1,320 g	1,320 g
Peso impulsivo del agua, $W_i$ :	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación impulsiva, $h_i$ :	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación impulsiva (IBP), $h'_i$ :	0,00 m	0,00 m
Peso de los muros, $W_w$ :	1 175 958 kg	1 175 958 kg
Altura de aplicación de $W_w$ , $h_w$ :	4,25 m	4,25 m
Peso del techo, $W_r$ :	277 200 kg	277 200 kg
Altura de aplicación de $W_r$ , $h_r$ :	8,63 m	8,63 m
Peso de la losa de fondo, $W_s$ :	440 294,40 kg	440 294,40 kg
Espesor de losa de fondo, $t_s$ :	0,35 m	0,35 m
Aceleración espectral convectiva, $S_{ac}$ :	0,096 g	0,103 g
Peso convectivo del agua, $W_c$ :	0,00 kg	0,00 kg
Altura de aplicación convectiva, $h_c$ :	0,00 m	0,00 m
Altura de aplicación convectiva (IBP), $h'_c$ :	0,00 m	0,00 m
Momento flector impulsivo, $M_i$ :	9 753,05 t-m	9 753,05 t-m
Momento de volteo impulsivo, $M'_i$ :	10 526,11 t-m	10 526,11 t-m
Momento flector convectivo, $M_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, $M'_c$ :	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, $M_b$ :	9 753,05 t-m	9 753,05 t-m
Momento de volteo total, $M'_o$ :	10 526,11 t-m	10 526,11 t-m

### 3.7.3.11. Estabilidad lateral

Los momentos de volteo calculados sirvieron para verificar la estructura por volteo, cuyo factor de seguridad debe ser mayor o igual a 1,50. Por otro lado, los cortantes dinámicos calculados sirvieron para determinar la verificación por deslizamiento, cuyo factor de seguridad debe ser mayor o igual a 1,25. La sección 2.3.11 de la investigación detalla el procedimiento a seguir y se emplearon las ecuaciones Ec. (2.141) y Ec. (2.142). Los resultados se muestran en la Tabla 3.49, Tabla 3.50, Tabla 3.51, Tabla 3.52, Tabla 3.53, Tabla 3.54, Tabla 3.55 y Tabla 3.56.

**Tabla 3.49** Verificación por deslizamiento del reservorio circular - estado lleno

<b>Verificación por Deslizamiento</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Peso de reservorio lleno, W:	4 524,06 t	4 524,06 t	4 524,06 t
Cortante basal, V:	1 779,72 t	1 745,12 t	1 754,15 t
Fuerza de fricción, f:	2 937,96 t	2 937,96 t	2 937,96 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,65</b>	<b>1,68</b>	<b>1,67</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.50** Verificación por vuelco del reservorio circular - estado lleno

<b>Verificación por Vuelco</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Brazo de palanca:	12,25 m	12,25 m	12,25 m
Momento resistente, MR:	55 419,74 t-m	55 419,74 t-m	55 419,74 t-m
Momento de volteo total, M'o:	15 665,08 t-m	15 365,69 t-m	24 527,62 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,54</b>	<b>3,61</b>	<b>2,26</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.51** Verificación por deslizamiento del reservorio circular - estado vacío

<b>Verificación por Deslizamiento</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Peso de reservorio vacío, W:	1 438,13 t	1 438,13 t	1 438,13 t
Cortante basal, V:	617,73 t	604,03 t	604,03 t
Fuerza de fricción, f:	933,93 t	933,93 t	933,93 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,51</b>	<b>1,55</b>	<b>1,55</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>



**Tabla 3.52 Verificación por vuelco del reservorio circular - estado vacío**

Descripción	Verificación por Vuelco		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Brazo de palanca:	12,25 m	12,25 m	12,25 m
Momento resistente, MR:	17 617,12 t-m	17 617,12 t-m	17 617,12 t-m
Momento de volteo total, M'o:	5 453,33 t-m	5 332,14 t-m	8 531,43 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,23</b>	<b>3,30</b>	<b>2,06</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.53 Verificación por deslizamiento del reservorio rectangular - estado lleno**

Descripción	Verificación por Deslizamiento		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Peso de reservorio lleno, W:	5 043,45 t	5 043,45 t	5 043,45 t
Cortante basal, V:	1 919,51 t	1 880,83 t	1 888,11 t
Fuerza de fricción, f:	3 275,26 t	3 275,26 t	3 275,26 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,71</b>	<b>1,74</b>	<b>1,73</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Peso de reservorio lleno, W:	5 043,45 t	5 043,45 t	5 043,45 t
Cortante basal, V:	1 969,03 t	1 929,51 t	1 937,28 t
Fuerza de fricción, f:	3 275,26 t	3 275,26 t	3 275,26 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,66</b>	<b>1,70</b>	<b>1,69</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.54 Verificación por vuelco del reservorio rectangular - estado lleno**

<b>Verificación por Vuelco</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Brazo de palanca:	11,70 m	11,70 m	11,70 m
Momento resistente, MR:	59 008,39 t-m	59 008,39 t-m	59 008,39 t-m
Momento de volteo total, M'o:	16 086,25 t-m	15 769,82 t-m	25 183,29 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,67</b>	<b>3,74</b>	<b>2,34</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Brazo de palanca:	11,20 m	11,20 m	11,20 m
Momento resistente, MR:	56 486,67 t-m	56 486,67 t-m	56 486,67 t-m
Momento de volteo total, M'o:	16 056,77 t-m	15 740,18 t-m	25 136,82 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,52</b>	<b>3,59</b>	<b>2,25</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.55 Verificación por deslizamiento del reservorio rectangular - estado vacío**

<b>Verificación por Deslizamiento</b>			
Descripción	Códigos		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Peso de reservorio vacío, W:	1 893,45 t	1 893,45 t	1 893,45 t
Cortante basal, V:	838,09 t	819,47 t	819,47 t
Fuerza de fricción, f:	1 229,62 t	1 229,62 t	1 229,62 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,47</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Peso de reservorio vacío, W:	1 893,45 t	1 893,45 t	1 893,45 t
Cortante basal, V:	838,11 t	819,49 t	819,49 t
Fuerza de fricción, f:	1 229,62 t	1 229,62 t	1 229,62 t
Factor de seguridad, FS:	<b>1,47</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.56 Verificación por vuelco del reservorio rectangular - estado vacío**

Descripción	Verificación por Vuelco		
	CÓDIGOS		
	NTE E0.30	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
Brazo de palanca:	11,7 m	11,7 m	11,7 m
Momento resistente, MR:	22 153,39 t-m	22 153,39 t-m	22 153,39 t-m
Momento de volteo total, M'o:	6 728,34 t-m	6 578,82 t-m	10 526,11 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,29</b>	<b>3,37</b>	<b>2,10</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<u>Dirección Transversal</u>			
Brazo de palanca:	11,2 m	11,20 m	11,2 m
Momento resistente, MR:	21 206,67 t-m	21 206,67 t-m	21 206,67 t-m
Momento de volteo total, M'o:	6 728,34 t-m	6 578,82 t-m	10 526,11 t-m
Factor de seguridad, FS:	<b>3,15</b>	<b>3,22</b>	<b>2,01</b>
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>

### 3.7.3.12. Combinaciones de carga

La sección 2.3.12.3 de la investigación detalla las combinaciones de carga recomendadas para estructuras que almacenan líquidos expuestas al medio ambiente. De acuerdo a los factores de exposición medioambiental, se utilizó los siguientes valores de  $S_d$  en la Tabla 3.57.

**Tabla 3.57 Valores de  $S_d$  para flexión y cortante**

Esfuerzo por	EMA Normal	EMA Severo
Flexión y tensión	20 000 psi	17 000 psi
Cortante	24 000 psi	20 000 psi
$S_d$ (M/T)	2,70	3,18
$S_d$ (V)	2,25	2,70

Con ello, las combinaciones de carga finales son mostradas a continuación, teniendo en cuenta que las cargas sísmicas no deben ser amplificadas y que solo deben trabajar al 100% del sismo (ver Tabla 3.58 y Tabla 3.59).

**Tabla 3.58** *Combinaciones de carga para flexión y tensión*

<b>Comb.</b>	<b>D (muerta)</b>	<b>F (líquido)</b>	<b>H (suelo)</b>	<b>Lr (techo)</b>	<b>E (sismo)</b>
1	4,447	4,447	-	-	-
2	3,812	3,812	1,906	1,588	-
3	3,812	-	-	5,082	-
4	3,812	-	-	1,588	-
5	3,812	3,812	1,906	-	1
6	2,859	3,812	1,906	-	-
7	2,859	3,812	1,906	-	1

**Tabla 3.59** *Combinaciones de carga para cortante*

<b>Comb.</b>	<b>D (muerta)</b>	<b>F (líquido)</b>	<b>H (suelo)</b>	<b>Lr (techo)</b>	<b>E (sismo)</b>
1	3,78	3,78	-	-	-
2	3,24	3,24	1,62	1,35	-
3	3,24	-	-	4,32	-
4	3,24	-	-	1,35	-
5	3,24	3,24	1,62	-	1
6	2,43	3,24	1,62	-	-
7	2,43	3,24	1,62	-	1

Como vemos, la combinación 5 es la más crítica para flexión / tensión y cortante, considerando la exposición medioambiental severa por la reiterada y constante presencia de agua. Las combinaciones por cortante se usaron para verificar el espesor del muro, si es necesario aumentarlo o es suficiente para el diseño del reservorio.

Con respecto a las cargas de servicio, el código ASCE/SEI 07-16 presenta en su sección 2.4 las combinaciones de carga por servicio para verificar la cimentación sismo, siendo estas mostradas en la Tabla 3.60.

**Tabla 3.60** *Combinaciones de carga por servicio*

<b>Comb.</b>	<b>D (muerta)</b>	<b>F (líquido)</b>	<b>Lr (techo)</b>	<b>E (sismo)</b>
Servicio 1	1	1	1	-
Servicio 2	1	1	-	0,7
Servicio 3	1	1	0,75	0,525

En el desarrollo de la investigación, la carga viva del techo (cúpula) fue considerada igual a  $50 \text{ kg/m}^2$  para el diseño del reservorio circular y  $100 \text{ kg/m}^2$  para el reservorio rectangular.

### 3.7.4. *Diseño estructural de reservorios*

#### 3.7.4.1. **Reservorio circular**

##### 3.7.4.1.1. *Refuerzo horizontal del muro*

**Tabla 3.61** *Propiedades y cuantía mínima de muros*

<b>Propiedades de los muros</b>	
Densidad del concreto del reservorio:	2 400 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto:	280 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto:	252 902,44 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero:	2 038 901,78 kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero:	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Espesor del muro, t:	60,00 cm
S máx:	30 cm
Cuantía mínima, p <sub>mín</sub> :	0,003

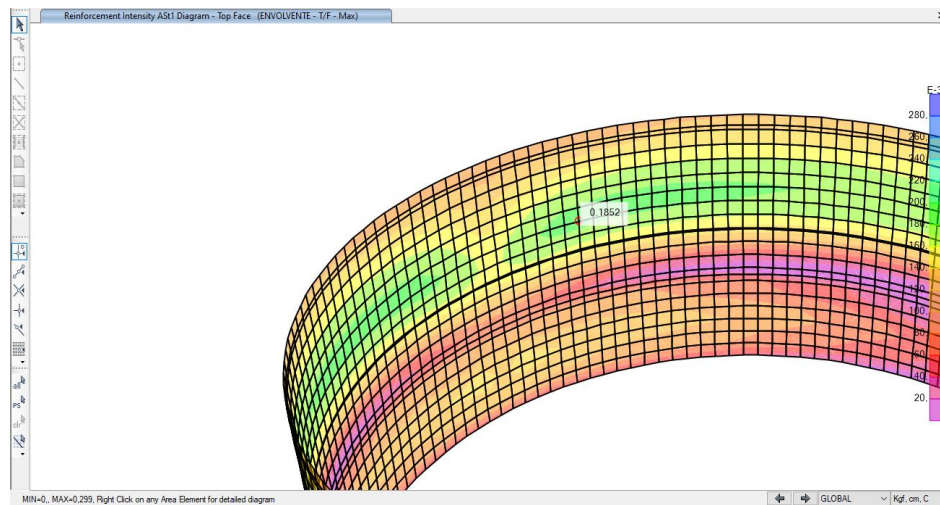
**Tabla 3.62** *Distribución de refuerzo horizontal en muros - Top Face*

<b>Distribución de Acero Horizontal - Top Face</b>								
Ubicación	Ast1 (cm <sup>2</sup> /cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm <sup>2</sup> )	S final (cm)	S a usar (cm)	As final (cm <sup>2</sup> )	Cuantía p	CONDICIÓN
0-4.90 m	0,157	3/4	2,85	18,00	17,50	2,85	0,005	<b>CUMPLE</b>
4,90–8,85 m	0,185	3/4	2,85	15,00	15,00	2,85	0,006	<b>CUMPLE</b>

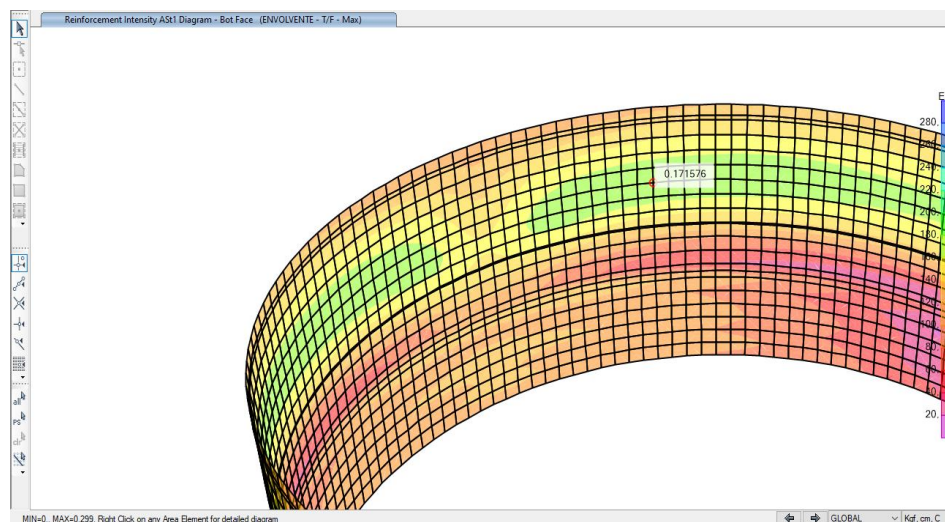
**Tabla 3.63** Distribución de refuerzo horizontal en muros - Bottom Face

Distribución de Acero Horizontal - Bottom Face								
Ubicación	Ast1 (cm <sup>2</sup> /cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm <sup>2</sup> )	S final (cm)	S a usar (cm)	As final (cm <sup>2</sup> )	Cuantía p	CONDICIÓN
0-4.90 m	0,144	3/4	2,85	19,50	17,50	2,85	0,005	<b>CUMPLE</b>
4,90-8,85 m	0,172	3/4	2,85	16,50	15,00	2,85	0,006	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.14** Ast1 para refuerzo horizontal del muro – Top Face



**Figura 3.15** Ast1 para refuerzo horizontal del muro – Bottom Face



### 3.7.4.1.2. Refuerzo vertical del muro

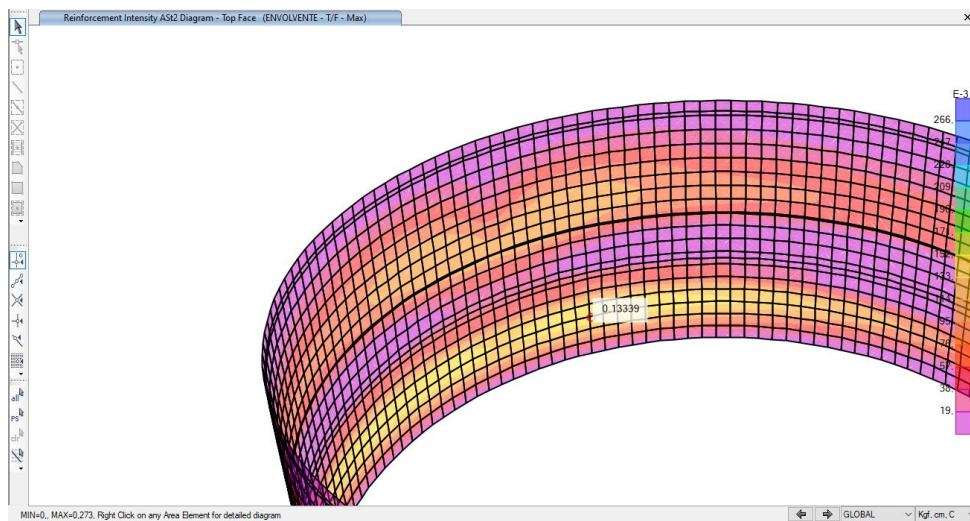
**Tabla 3.64** Distribución de refuerzo vertical en muros - Top Face

Distribución de Acero Vertical - Top Face								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S final (cm)	S a usar (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	CONDICIÓN
0-8,85 m	0,133	3/4	2,85	21,00	20,00	2,85	0,005	<b>CUMPLE</b>

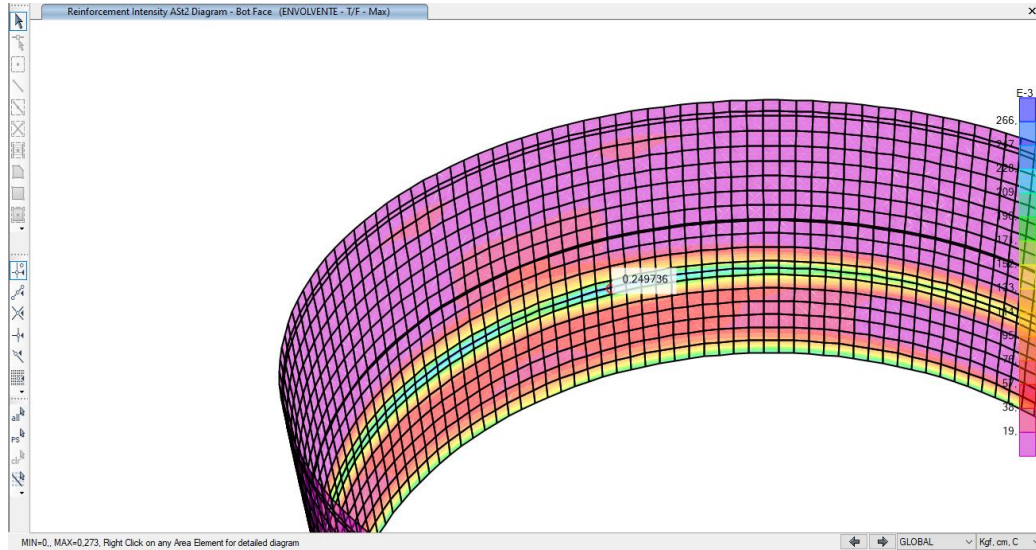
**Tabla 3.65** Distribución de refuerzo vertical en muros - Bottom Face

Distribución de Acero Vertical - Bottom Face								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S final (cm)	S a usar (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	CONDICIÓN
0-8,85 m	0,250	3/4	4,83	20,00	20,00	4,83	0,008	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 3.66** Ast2 para refuerzo vertical del muro – Top Face



**Tabla 3.67** *Ast2 para refuerzo vertical del muro – Bottom Face*



**3.7.4.1.3. Refuerzo de la cúpula**

Para verificar el espesor del domo, se calculó los esfuerzos críticos a compresión y a tensión mediante ecuaciones planteadas según la teoría de placas y láminas de Timoshenko (ver Tabla 3.68).

$$\sigma_{cr} = \frac{E_c t}{R\sqrt{3(1-\nu^2)}} \dots \text{Ec. (3.1)}$$

$$f_t = 2\sqrt{f'c} \dots \text{Ec. (3.2)}$$

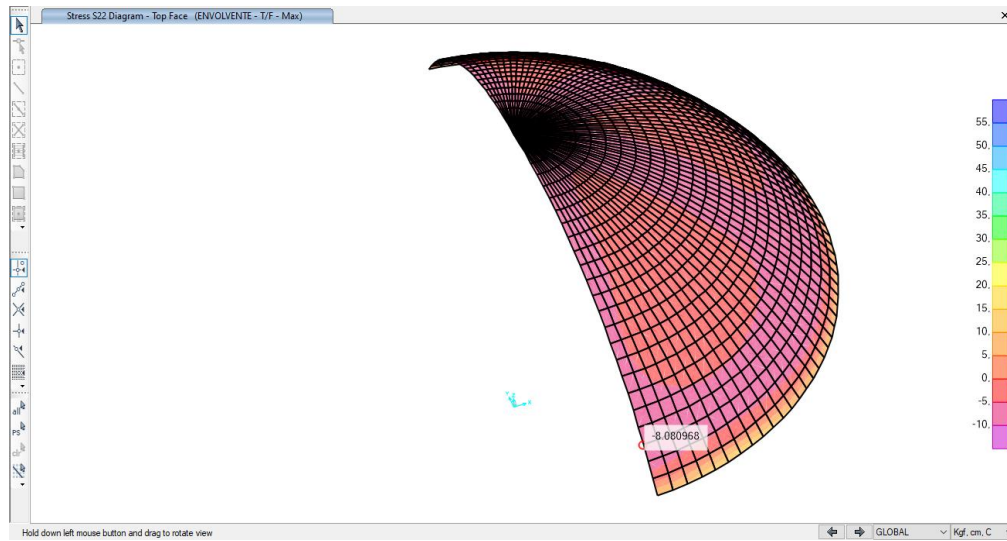
**Tabla 3.68** *Esfuerzos a compresión y a tensión en la cúpula*

Descripción	
Módulo de elasticidad del concreto:	252 902 kg/cm <sup>2</sup>
Espesor de la cúpula, tr:	10,00 cm
Radio del domo, rd:	2 238,64 cm
Módulo de Poisson, v:	0,20
Esfuerzo crítico a compresión, ocr:	665,69 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico a compresión admisible, ocr-adm:	166,42 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo crítico a compresión último, ocr-ult:	8,08 kg/cm <sup>2</sup>

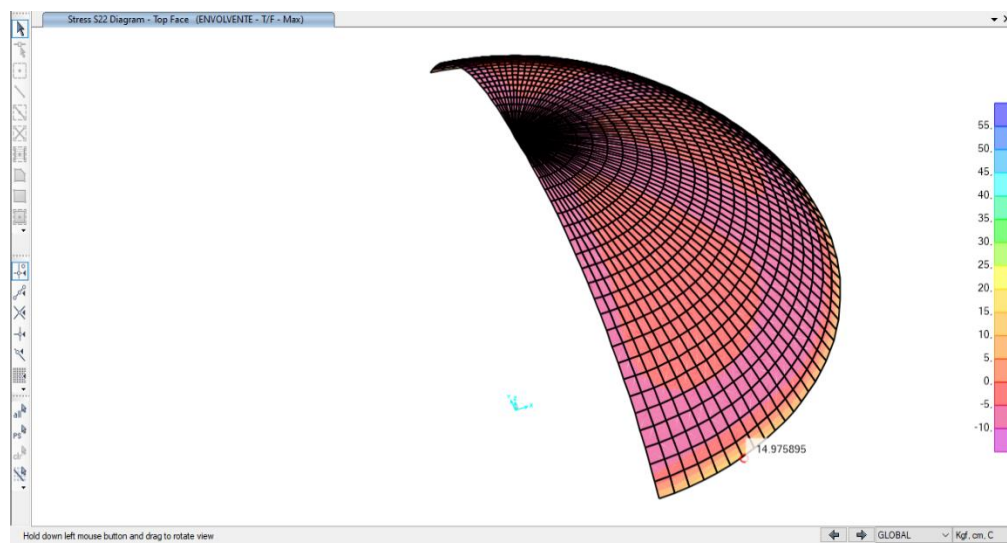


**No es necesario ensanchar el espesor de la cúpula**  
Esfuerzo crítico a tensión admisible, ft: 33,47 kg/cm<sup>2</sup>  
Esfuerzo crítico a tensión actuante, fu: 14,98 kg/cm<sup>2</sup>  
**No es necesario ensanchar el espesor de la cúpula**

**Figura 3.16** Esfuerzo de diseño por compresión - cúpula



**Figura 3.17** Esfuerzo de diseño por tensión - cúpula

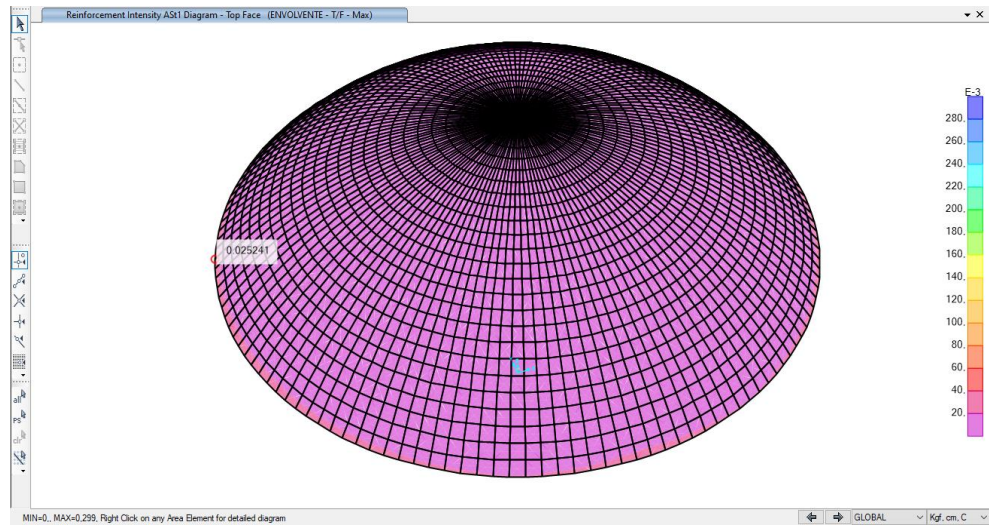


Si bien la cúpula no necesita aumentar su espesor en la unión de viga, debemos garantizar un adecuado empotramiento y no congestionar el acero de refuerzo en dicha zona. Por ello, se consideró un espesor de 35 cm en la zona próxima a la unión cúpula – viga y los detalles se muestran en el anexo 7.4.

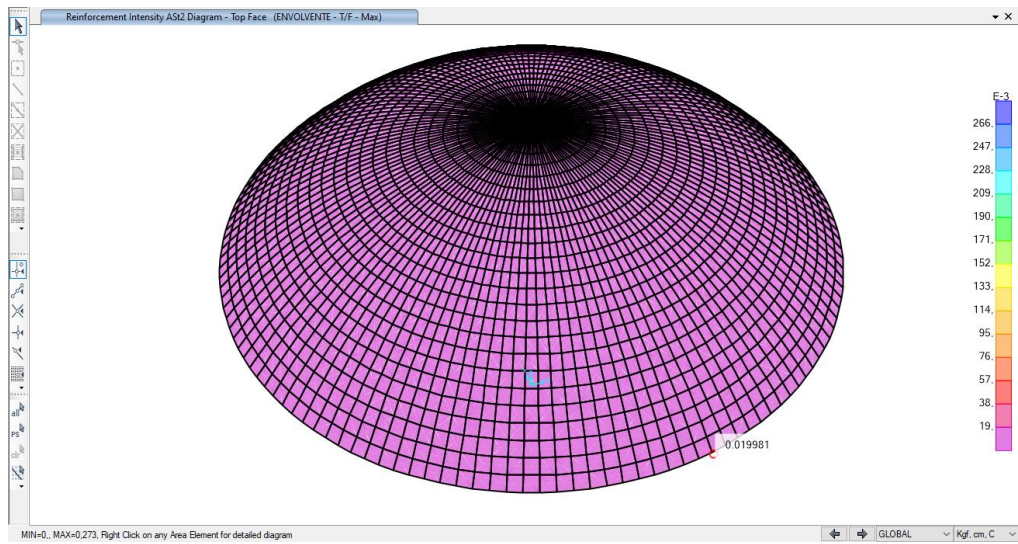
**Tabla 3.69 Refuerzo tangencial y radial de la cúpula**

Descripción	As tangencial	As radial
Ast (cm <sup>2</sup> /cm):	0,025241	0,019981
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		20 cm
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	1/2 "
Área de barra seleccionada:	1,27 cm <sup>2</sup>	1,27 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento calculado:	50,31 cm	63,56 Cm
Espaciamiento seleccionado:	20,00 cm	20,00 Cm
Cuantía p:	0,003	0,003
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 1/2 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 1/2 " @ 20 cm</b>
<b>Por cuantía mínima en cambios bruscos de esfuerzos (unión con viga)</b>		
Cuantía mínima, p mín:		0,0035
Espesor de cálculo, t:		35 cm
Área de acero total mínimo, As mín:		1,23 cm <sup>2</sup>
Diámetro de barra seleccionada:		1/2 "
Área de barra seleccionada:		1,27 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento calculado:		63,56 cm
Espaciamiento final:		20 cm
Cuantía p:		0,004
CONDICIÓN		<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>		<b>1 Ø 1/2 " @ 20 cm</b>

**Figura 3.18** *Ast1 para refuerzo tangencial de la cúpula – Top Face*



**Figura 3.19** *Ast2 para refuerzo radial de la cúpula – Top Face*

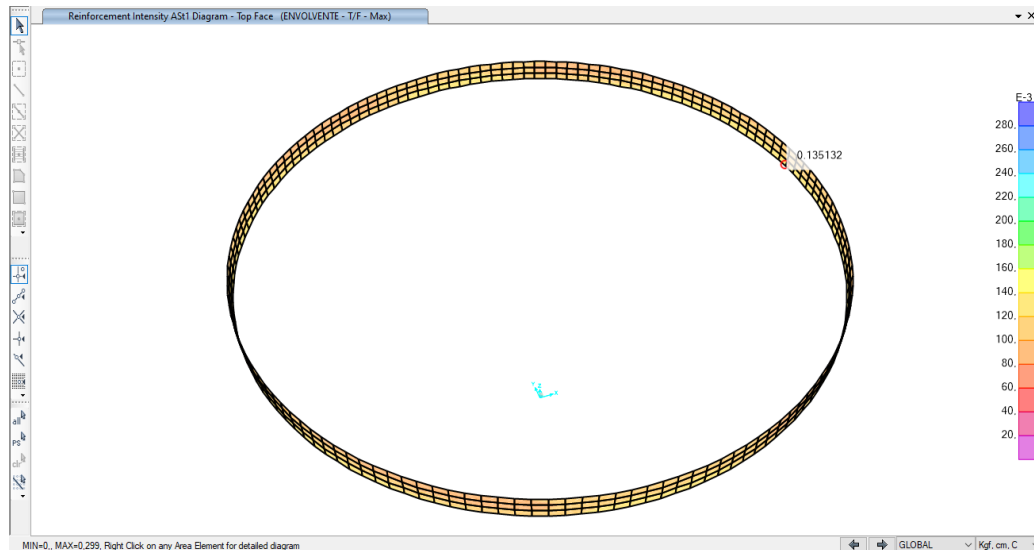


### 3.7.4.1.4. Refuerzo de la viga anular

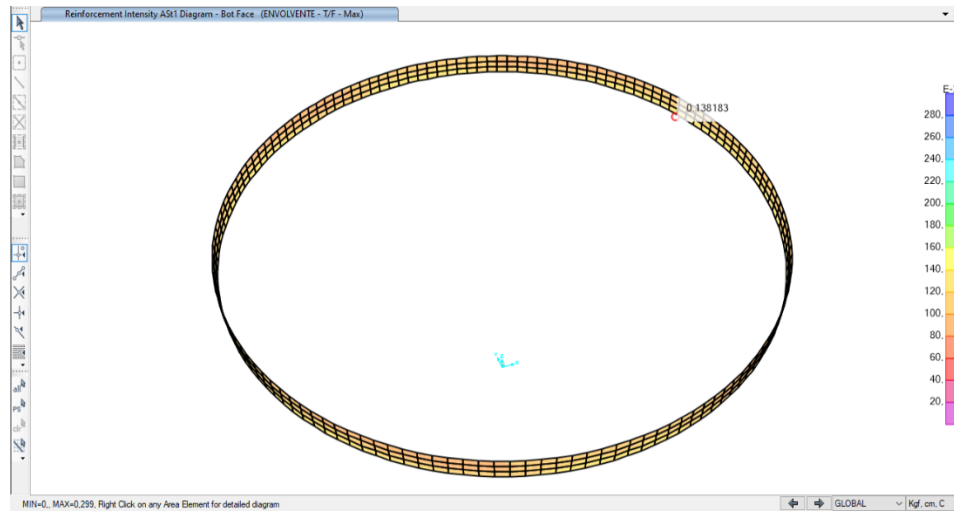
**Tabla 3.70** Refuerzo horizontal y estribos de la viga anular

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2/cm):	0,135	0,138
Ancho de viga, b:	80 cm	
Peralte de viga, h:	90 cm	
Cuantía máxima, p máx:	0,025	
Cuantía mínima, p mín:	0,003	
Diámetro de barra seleccionada:	3/4 "	3/4 "
Área de barra seleccionada:	2,85 cm2	2,85 cm2
Espaciamiento máximo, S máx:	30 cm	
Espaciamiento calculado:	21,08 cm	20,62 Cm
Espaciamiento final:	21 cm	20,5 Cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	20 Cm
Cuantía p:	0,004	0,004
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 3/4 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 3/4 " @ 20 cm</b>
Espaciamiento máximo de estribos, S:	20 Cm	
USAMOS	<b>Ø 3/8 " @ 20 cm</b>	

**Figura 3.20** Ast1 para refuerzo horizontal de la viga anular – Top Face



**Figura 3.21** Ast1 para refuerzo horizontal de la viga anular – Bottom Face

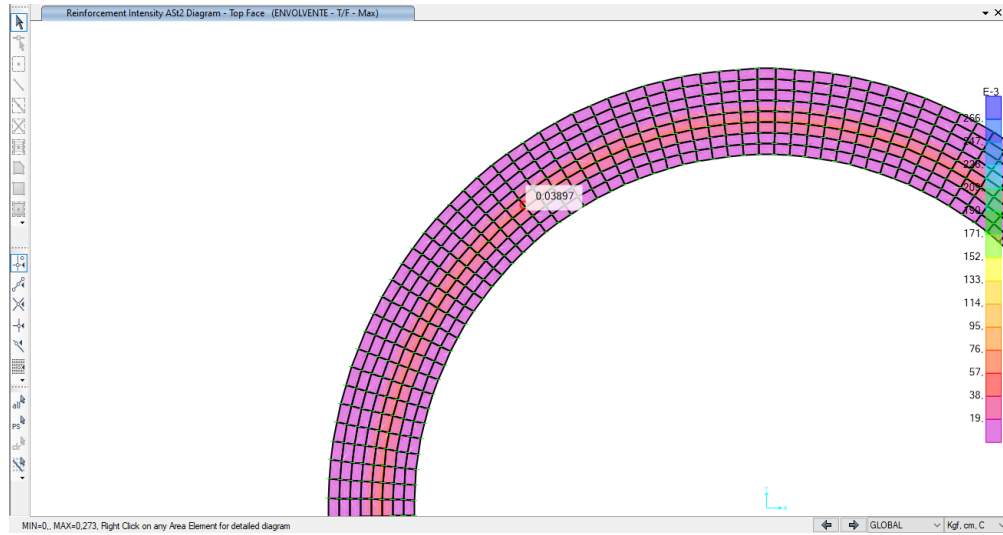


### 3.7.4.1.5. Refuerzo de la zapata

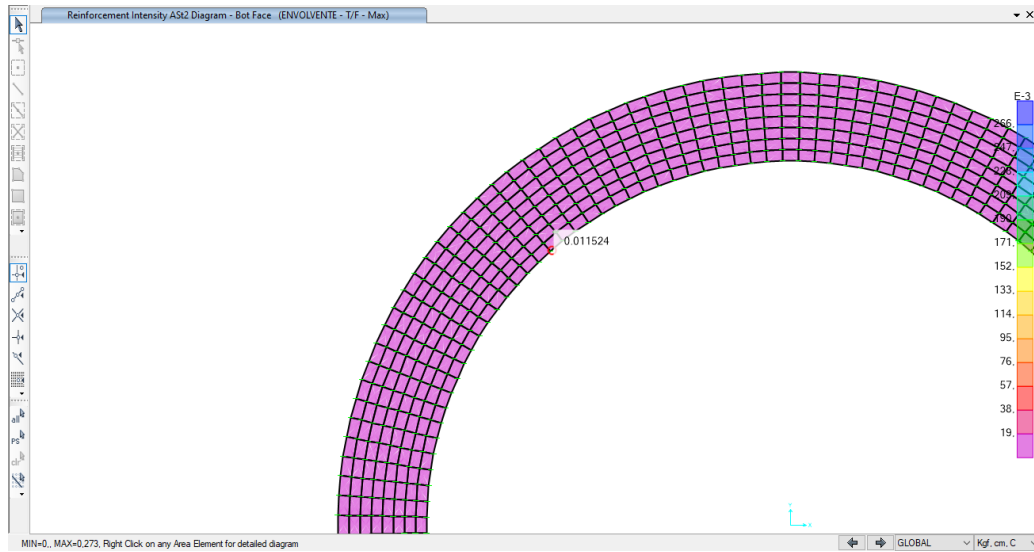
**Tabla 3.71** Refuerzo tangencial de la zapata

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast2 (cm2/cm):	0,03897	0,011524
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		80 cm
Diámetro de barra seleccionada:	3/4 "	3/4 "
Área de barra seleccionada:	2,85 cm2	2,85 cm2
Espaciamiento calculado:	73,13 cm	247,31 cm
Espaciamiento final:	30 cm	30 cm
Espaciamiento a usar, S:	22,50 cm	22,50 cm
Cuantía p:	0,0032	0,0032
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 3/4 " @ 22,50 cm</b>	<b>1 Ø 3/4 " @ 22,50 cm</b>

**Figura 3.22** *Ast2 para refuerzo tangencial de la zapata – Top Face*



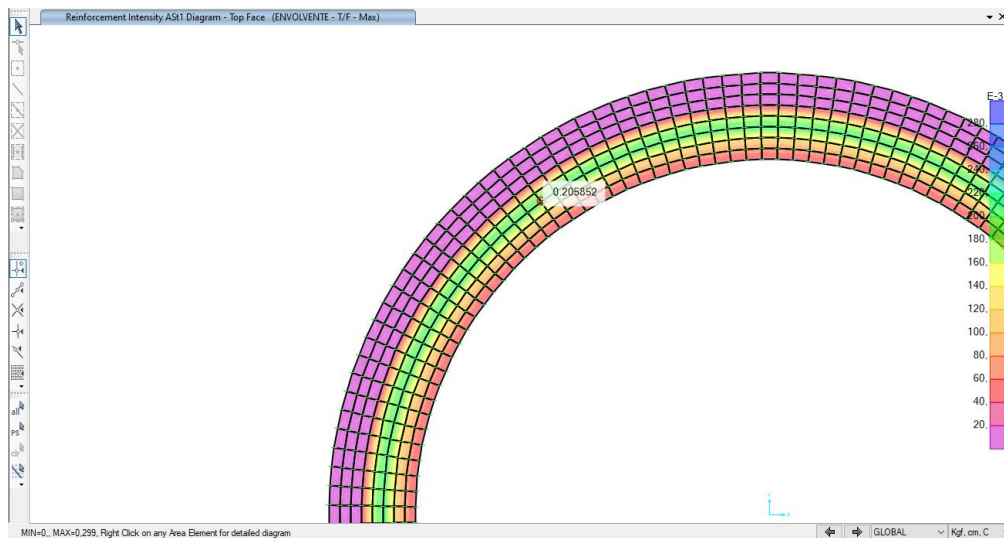
**Figura 3.23** *Ast2 para refuerzo tangencial de la zapata – Bottom Face*



**Tabla 3.72 Refuerzo radial de la zapata**

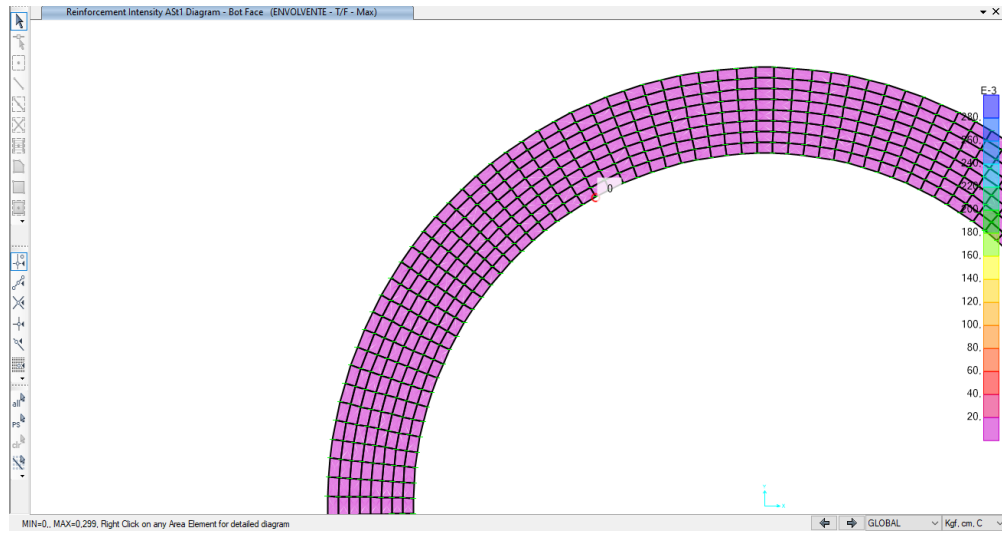
Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2/cm):	0,205852	0,001
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		80 cm
Diámetro de barra seleccionada:	1 "	3/4 "
Área de barra seleccionada:	5,07 cm2	2,85 cm2
Espaciamiento calculado:	24,63 cm	2850 cm
Espaciamiento final:	24,50 cm	30 cm
Espaciamiento a usar, S:	22,50 cm	22,50 cm
Cuantía p:	0,0056	0,0032
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 1 " @ 22,50 cm</b>	<b>1 Ø 3/4 " @ 22,50 cm</b>

**Figura 3.24 Ast1 para refuerzo radial de la zapata – Top Face**





**Figura 3.25** *Ast1 para refuerzo radial de la zapata – Bottom Face*



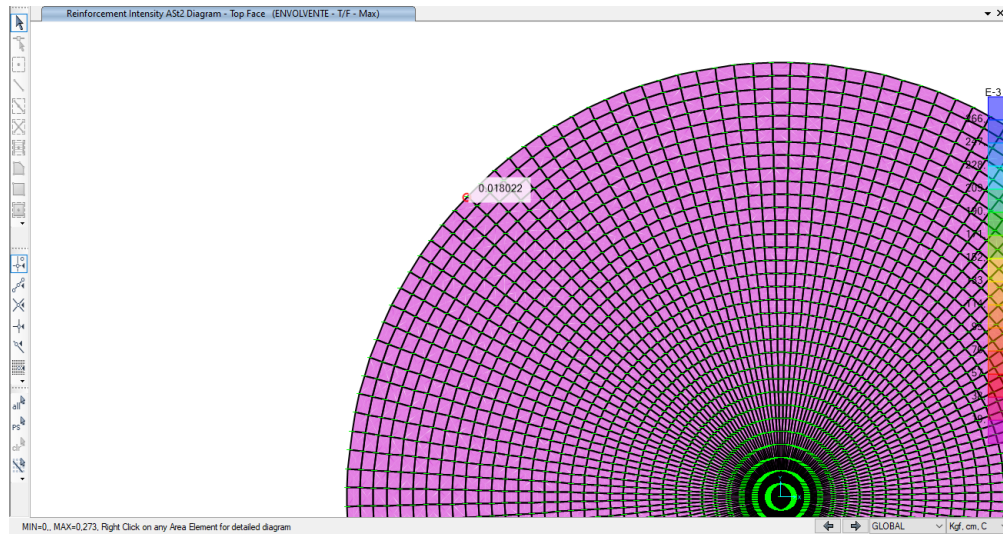
**3.7.4.1.6. Refuerzo de la losa de fondo**

**Tabla 3.73** *Refuerzo tangencial de la losa de fondo*

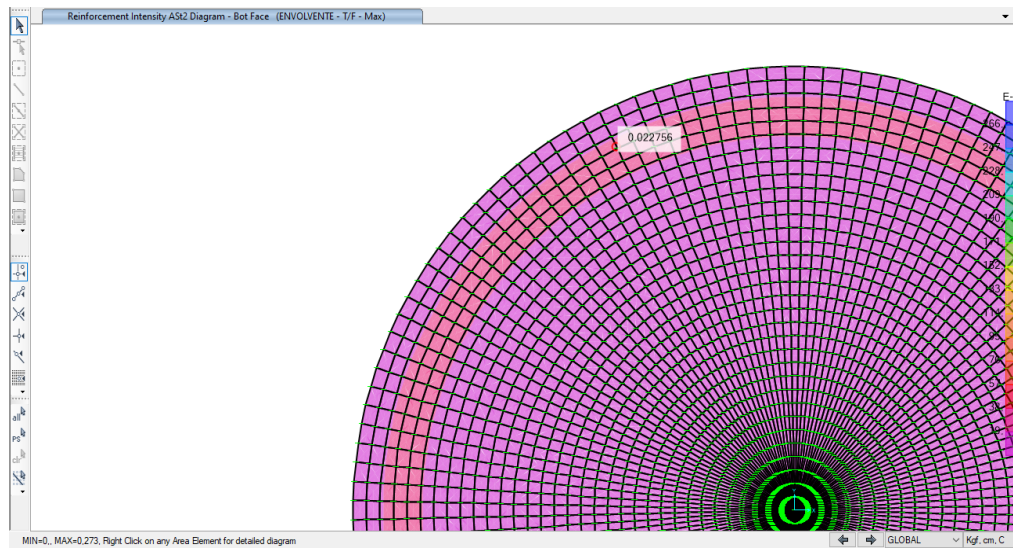
Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast2 (cm2/cm):	0,018022	0,022756
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		30 cm
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	1/2 "
Área de barra seleccionada:	1,27 cm2	1,27 cm2
Espaciamiento calculado:	70,47 cm	55,81 cm
Espaciamiento final:	30 cm	30 cm
Espaciamiento a usar, S:	27,50 cm	27,50 cm
Cuantía p:	0,0031	0,0031
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 1/2 " @ 27,50 cm</b>	<b>1 Ø 1/2 " @ 27,50 cm</b>



**Figura 3.26** *Ast2 para refuerzo tangencial de la losa de fondo–Top Face*



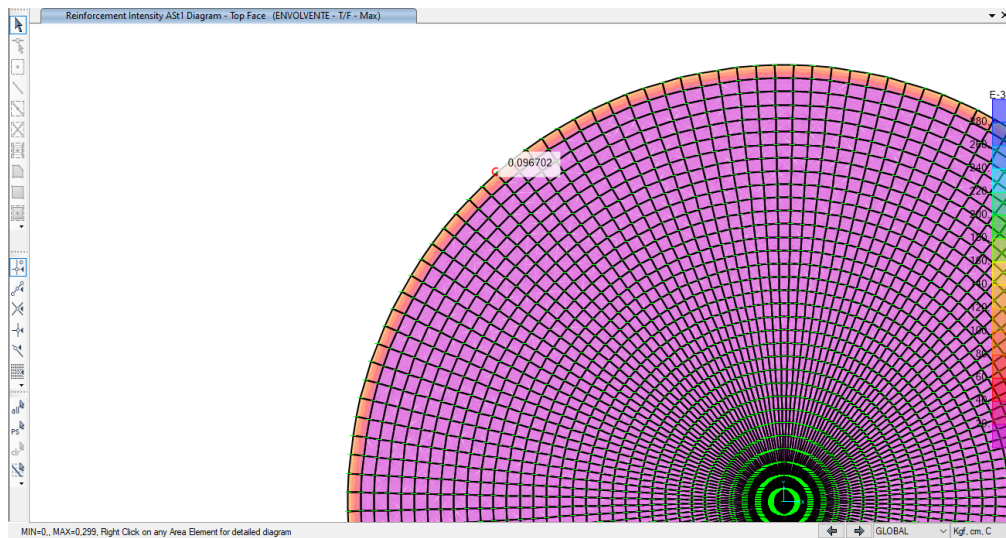
**Figura 3.27** *Ast2 para refuerzo tangencial de la losa de fondo–Bottom Face*



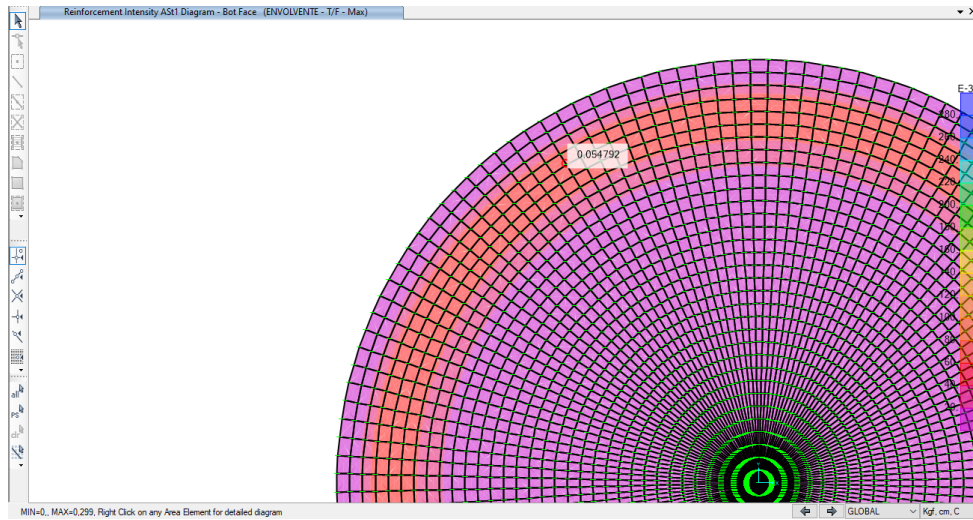
**Tabla 3.74 Refuerzo radial de la losa de fondo**

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2/cm):	0,096702	0,054792
S máx:	30 cm	
Cuantía mínima, p mín:	0,003	
Espesor de cálculo, t:	30 cm	
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	1,98 cm2	1,98 cm2
Espaciamiento calculado:	20,48 cm	36 cm
Espaciamiento final:	20,00 cm	30 cm
Espaciamiento a usar, S:	20,00 cm	30 cm
Cuantía p:	0,0066	0,0044
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 30 cm</b>

**Figura 3.28 Ast1 para refuerzo radial de la losa de fondo–Top Face**



**Figura 3.29** *Ast1 para refuerzo radial de la losa de fondo–Bottom Face*



### 3.7.4.2. Reservorio rectangular

#### 3.7.4.2.1. Refuerzo horizontal del muro

El refuerzo horizontal se diseñó considerando los muros paralelos a la dirección de análisis como muros de corte, según precisa la sección 5.2.1 del código ACI 350.3-06. Por lo tanto, se definieron 2 combinaciones de carga, empleándose su respectiva envolvente, para los muros cortantes mencionados. Dichas combinaciones se definieron como:

$$\text{Comb1} - V - MC = 3.24D + 3.24F + 1.62H + 1E$$

$$\text{Comb2} - V - MC = 2.43D + 3.24F + 1.62H + 1E$$

Los coeficientes de las combinaciones de carga presentadas están basados en el análisis de la sección 3.7.4 de la presente investigación.

La cuantía mínima  $\rho_{\min}$  es igual a 0,003 como en el caso del reservorio circular. Los resultados son mostrados en la Tabla 3.75 y Tabla 3.76.

**Tabla 3.75 Refuerzo horizontal de muros cortantes paralelos–Dirección Longitudinal**

Descripción	
Área horizontal de muro, Acv:	279,001 in2
Resistencia del concreto, f'c:	3 982,54 psi
Cortante nominal del concreto, ØVc:	5 989,79 kg
Cortante último, Vu:	14 658,01 kg
As/S:	0,06247 cm2/cm
Cuantía, p:	0,0025
Espesor de muro, t:	50 cm
Espaciamiento calculado, S:	25 cm
Área de refuerzo, As:	1,875 cm2
USAMOS:	<b>1 Ø 5/8 @ 25 cm</b> <b>(ambas caras)</b>

**Figura 3.30 Reacciones en la base del muro cortante paralelo a la dirección longitudinal**

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-cm	M2 Kgf-cm	M3 Kgf-cm
8519	ENVOLVEN...	Combination	Max	7681,47	9436,05	57852,32	-168975,33	18697,5	20585,34
8524	ENVOLVEN...	Combination	Max	12411,54	13154,13	41590,15	285660,6	28632,99	108,66
8526	ENVOLVEN...	Combination	Max	16162,67	13459,96	46935,44	1213759,04	38168,08	2321,9
8528	ENVOLVEN...	Combination	Max	19439,05	87726,16	144747,29	1451891,98	100944,89	19037,3
8530	ENVOLVEN...	Combination	Max	19864,44	13459,95	46935,43	1213759,06	42838,16	-858,39
8532	ENVOLVEN...	Combination	Max	17408,84	13154,13	41590,15	285660,59	40158,46	198,16
8534	ENVOLVEN...	Combination	Max	17995,91	9436,05	57852,31	-168975,36	406706,22	27877,49
11663	ENVOLVEN...	Combination	Max	9038,72	9565,26	33859,15	10991,35	23116,91	-88,81
11667	ENVOLVEN...	Combination	Max	7206,79	8184,65	36108,49	-138963,15	23007,84	652,83
11673	ENVOLVEN...	Combination	Max	11209,39	8184,65	36108,49	-138963,19	31414,74	440,51
11677	ENVOLVEN...	Combination	Max	14115,42	9565,26	33859,15	10991,33	34596,92	732,97
14079	ENVOLVEN...	Combination	Max	5506,91	46499,63	86161,06	1281583,07	32010,99	15819,25
14083	ENVOLVEN...	Combination	Max	7240,36	31696,07	63257,68	1059216,97	27618,02	13318,51
14087	ENVOLVEN...	Combination	Max	8478,41	26081,76	56153,54	939420,8	29410,31	11682,8
14091	ENVOLVEN...	Combination	Max	9614,7	22592,49	52812,11	900946,4	30275,15	8928,93
14095	ENVOLVEN...	Combination	Max	10443,73	20147,19	50661,5	903721,59	31108,72	7677,06
14099	ENVOLVEN...	Combination	Max	11074,52	18289,37	48954,61	923255,37	31666,23	6513,16
14103	ENVOLVEN...	Combination	Max	11585,23	16810,29	47454,21	946900,77	32226,46	5723,07
14107	ENVOLVEN...	Combination	Max	12010,41	15608,84	46102,41	969090,5	32669,18	5043,68
14111	ENVOLVEN...	Combination	Max	12384,63	14624,68	44891,89	987950,54	33106,08	4469,52
14115	ENVOLVEN...	Combination	Max	12711,15	13817,83	43822,04	1003270,59	33481,51	3980,26
14119	ENVOLVEN...	Combination	Max	13068,2	13157,95	42888,67	1015464,91	33829,57	3524,93
14123	ENVOLVEN...	Combination	Max	13266,41	12621,81	42084,52	1025095,15	34154,78	3138,74
14127	ENVOLVEN...	Combination	Max	13500,2	12190,67	41401,5	1032667,47	34383,89	2761,7
14131	ENVOLVEN...	Combination	Max	13703,7	11852,27	40834,98	1038544,16	34774,41	2460,43
14139	ENVOLVEN...	Combination	Max	17390,43	11852,26	40834,97	1038544,17	38661,03	-876,78
14143	ENVOLVEN...	Combination	Max	17676,83	12190,67	41401,5	1032667,48	39840	-957,48

**Tabla 3.76 Refuerzo horizontal de muros cortantes paralelos–Dirección Transversal**

Descripción	
Área horizontal de muro, Acv:	279,001 in2
Resistencia del concreto, f'c:	3 982,54 psi
Cortante nominal del concreto, ØVc:	5 989,79 kg
Cortante último, Vu:	15 551,85 kg
As/S:	0,06892 cm2/cm
Cuantía, p:	0,00276
Espesor de muro, t:	50 cm
Espaciamiento calculado, S:	25 cm
Área de refuerzo, As:	1,875 cm2
USAMOS:	<b>1 Ø 5/8 @ 25 cm</b> <b>(ambas caras)</b>

**Figura 3.31 Reacciones en la base del muro cortante paralelo a la dirección transversal**

Joint Text	OutputCase	CaseType	StepType	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-cm	M2 Kgf-cm	M3 Kgf-cm
8534	ENVOLVEN...	Combination	Max	17995,91	9438,05	57852,31	-168975,36	406706,22	27877,49
8537	ENVOLVEN...	Combination	Max	13111,78	7838,2	41125,95	-4171,42	-4169,59	18,86
8539	ENVOLVEN...	Combination	Max	11307,14	2823,51	42159,84	-2924,67	-104993,09	-543,29
8541	ENVOLVEN...	Combination	Max	8480,88	1812,05	34954,72	-2539,9	-8484,37	-1087,2
8543	ENVOLVEN...	Combination	Max	11638,87	1996,79	41035,63	-2544,35	-103087,27	-1351,86
8545	ENVOLVEN...	Combination	Max	14223,52	1943,22	36457,68	5746,13	-2980,08	-521,72
8547	ENVOLVEN...	Combination	Max	20021,53	-651,31	49741,57	206164,36	427352,72	31139,97
11698	ENVOLVEN...	Combination	Max	10904,86	7584,03	35300,96	-1108,36	462500,62	1309,12
11699	ENVOLVEN...	Combination	Max	9469,14	7754,7	33530,62	-3861,58	172282,98	141,18
11710	ENVOLVEN...	Combination	Max	10154,92	1799,67	28581,88	6754,02	169511,02	313,65
11711	ENVOLVEN...	Combination	Max	11507,81	2713,02	28777,47	8013,74	476541,76	1038,67
14686	ENVOLVEN...	Combination	Max	15860,25	7465,25	49393,25	-4122	-53185,35	6,99
14687	ENVOLVEN...	Combination	Max	15940,83	6176,58	51158,54	-3799,11	-86231,4	-35,92
14688	ENVOLVEN...	Combination	Max	15557,84	5228,89	51519,25	-3550,82	-105744,24	-111,13
14689	ENVOLVEN...	Combination	Max	15046,68	4565,44	51287,34	-3421,38	-116703,79	-141,65
14690	ENVOLVEN...	Combination	Max	14541,24	4092,84	50708,04	-3334,55	-121975,22	-255,25
14691	ENVOLVEN...	Combination	Max	14085,19	3751,86	50038,79	-3281,31	-123735,33	-292,53
14692	ENVOLVEN...	Combination	Max	13684,07	3491,9	49450,84	-3248,63	-123578,4	-427,08
14693	ENVOLVEN...	Combination	Max	13331,04	3354,74	48999,87	-3212,03	-122503,84	-461,49
14720	ENVOLVEN...	Combination	Max	13881,18	2385,71	47424,21	-2725,42	-119134,9	-1408,54
14721	ENVOLVEN...	Combination	Max	14422,44	2501,75	47602,41	-2666,24	-119095,39	-1313,18
14722	ENVOLVEN...	Combination	Max	15037,06	2612,46	47868,58	-2575,85	-118435,97	-1206,68
14723	ENVOLVEN...	Combination	Max	15714,46	2700,51	48180,4	-2461,13	-116285,1	-1093,43
14724	ENVOLVEN...	Combination	Max	16422,57	2740,69	48296,6	-2302,75	-111164,01	-988
14725	ENVOLVEN...	Combination	Max	17081,18	2704,17	47989,7	-1985,14	-100943,16	-880,64
14726	ENVOLVEN...	Combination	Max	17511,25	2568,46	46960,84	78,05	-82643,79	-788,08
14727	ENVOLVEN...	Combination	Max	17339,2	2351,68	44335,72	2989,77	-50952,79	-865,44

**3.7.4.2.2. Refuerzo vertical del muro**

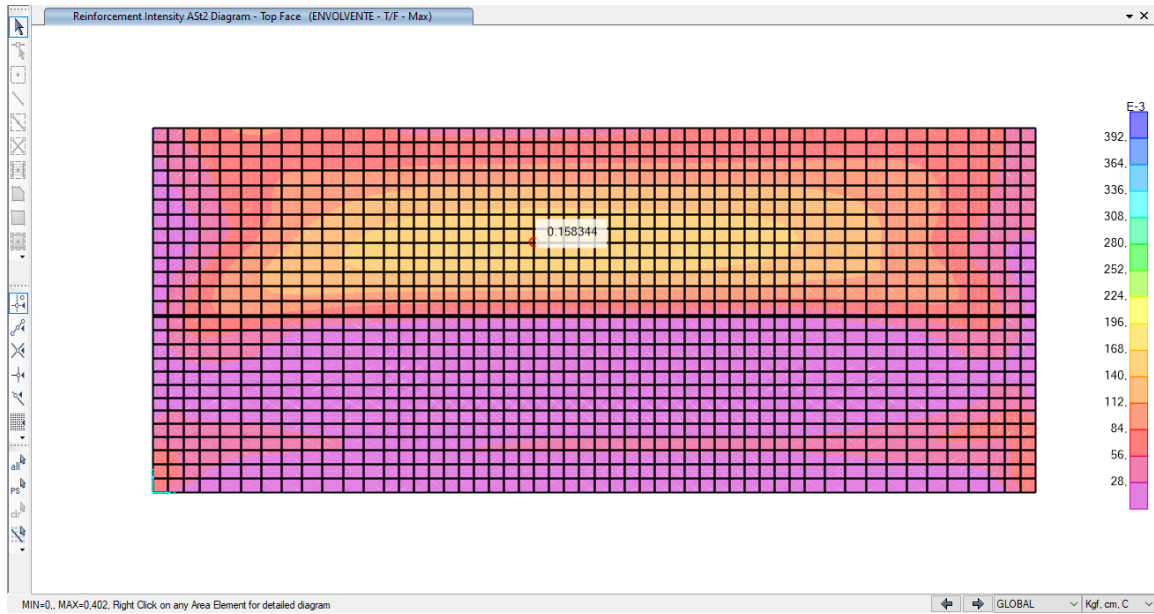
El refuerzo vertical de los muros fue diseñado de igual manera que en el reservorio circular, detallado en la sección 3.7.7.1 de la presente investigación.



**Tabla 3.77 Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Top Face**

<b>Distribución de Acero Vertical De Muro Exterior - Top Face</b>								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S (cm)	S final (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	Condición
0 - 20 m	0,158	3/4	2,85	18,00	17,50	2,85	0,0065	<b>CUMPLE</b>

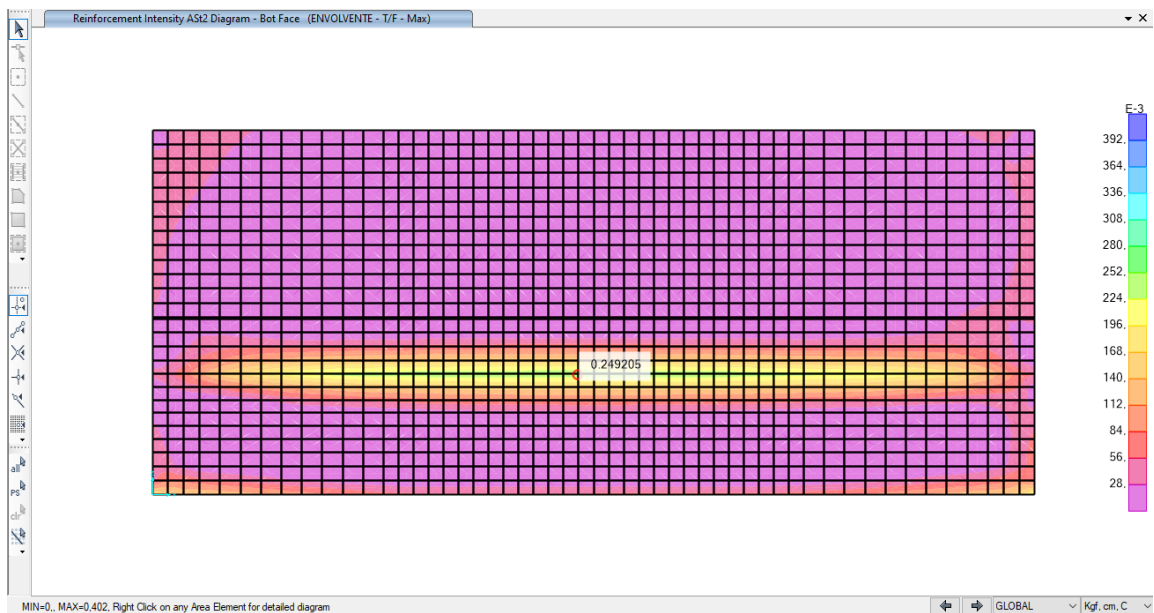
**Figura 3.32 Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Top Face**



**Tabla 3.78** Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Bottom Face

Distribución de Acero Vertical de Muro Exterior - Bottom Face								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S (cm)	S final (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	Condición
0 - 20 m	0,249	3/4	4,83	19,38	17,50	4,83	0,0110	<b>CUMPLE</b>

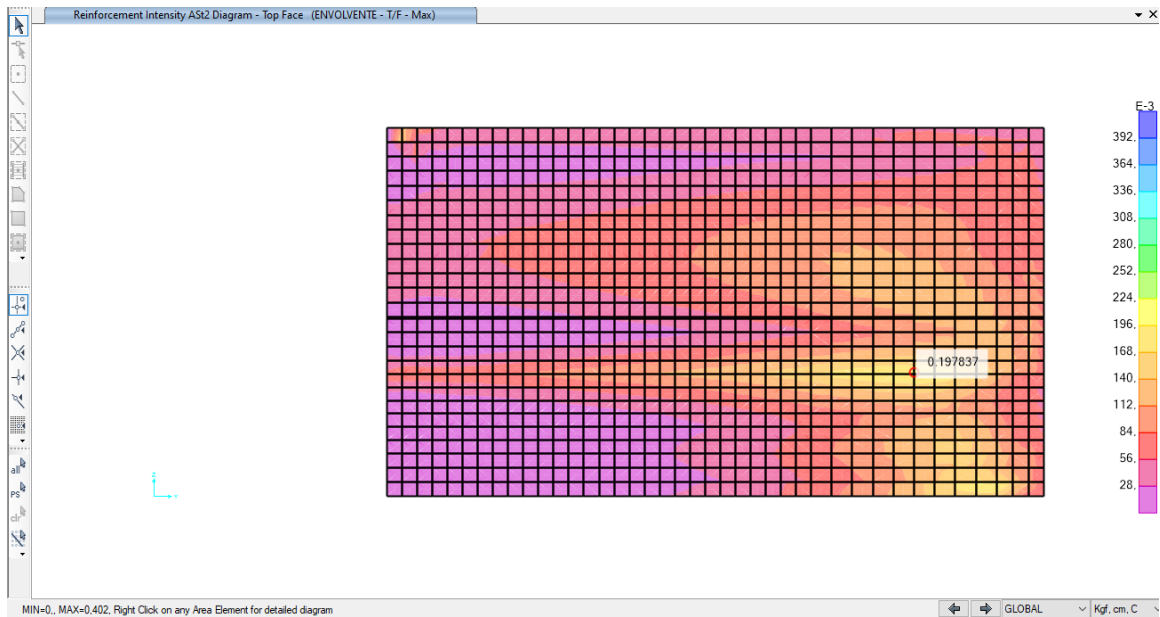
**Figura 3.33** Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección longitudinal–Bottom Face



**Tabla 3.79** Refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Top Face

Distribución de Acero Vertical de Muro Interior - Top Face								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S (cm)	S final (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	Condición
0 - 7,5 m	0,198	5/8	3,96	20,01	20,00	3,96	0,0113	<b>CUMPLE</b>
7,5 - 15 m	0,130	5/8	3,96	30,50	30,00	3,96	0,0075	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.34** Ast2 para refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Top Face

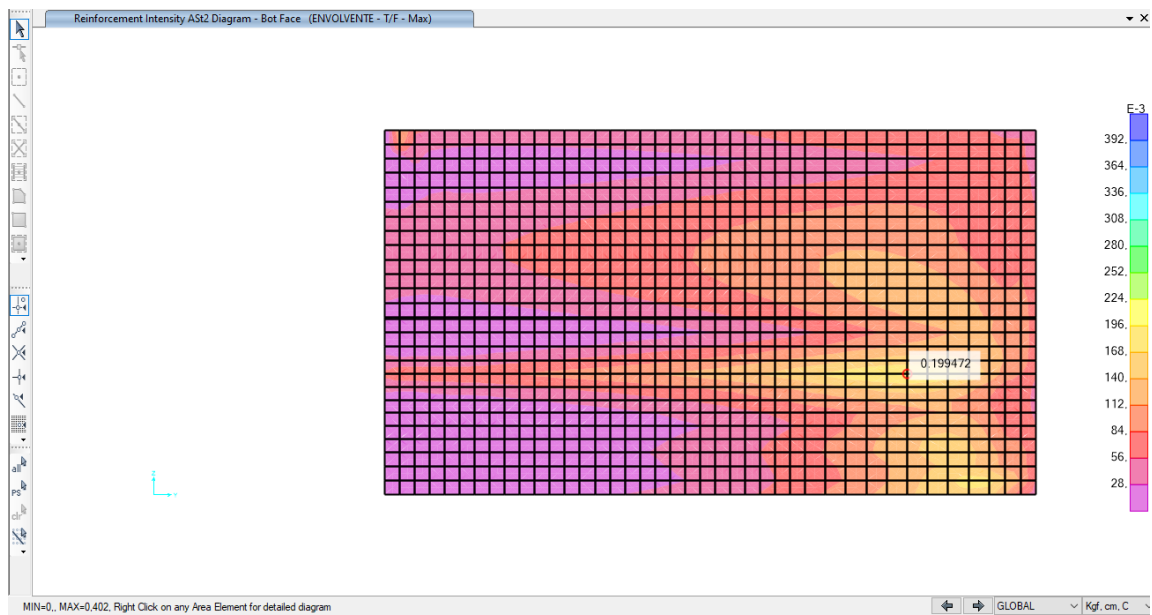




**Tabla 3.80** Refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Bottom Face

<b>Distribución De Acero Vertical De Muro Interior - Bottom Face</b>								
Ubicación	Ast2 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S (cm)	S final (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	Condición
0 - 7,5 m	0,199	5/8	3,96	19,85	20,00	3,96	0,0113	<b>CUMPLE</b>
7,5 - 15 m	0,130	5/8	3,96	30,50	30,00	3,96	0,0075	<b>CUMPLE</b>

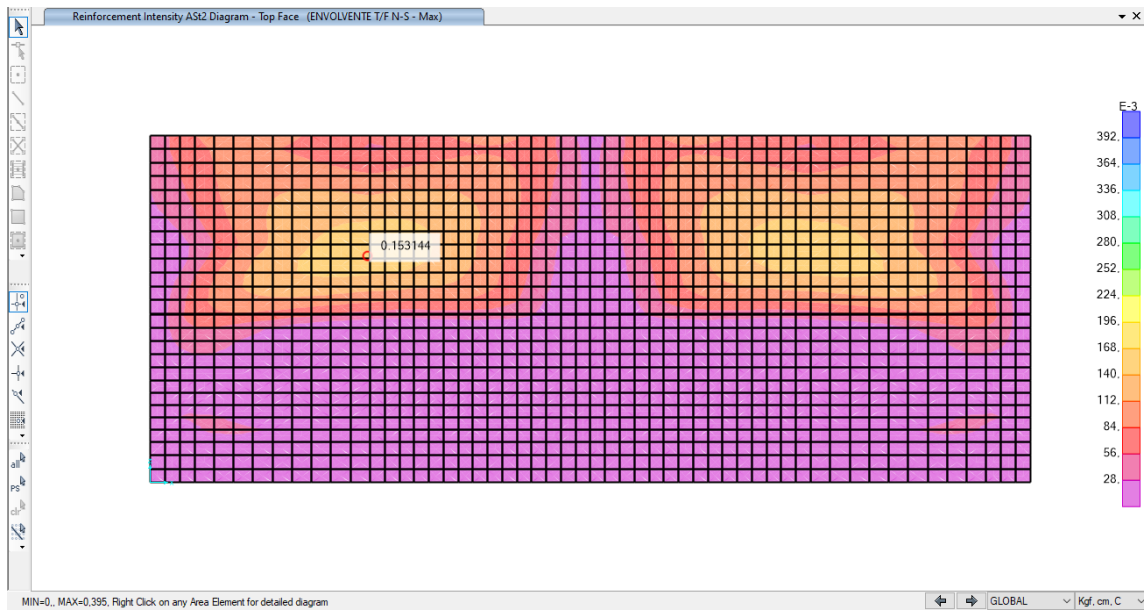
**Figura 3.35** Ast2 para refuerzo vertical del muro interior en la dirección longitudinal–Bottom Face



**Tabla 3.81** Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Top Face

<b>Distribución De Acero Vertical De Muro Exterior - Top Face</b>								
Ubicación	Ast2 (cm <sup>2</sup> /cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm <sup>2</sup> )	S (cm)	S final (cm)	As final (cm <sup>2</sup> )	Cuantía p	Condición
0 - 21 m	0,153	3/4	2,85	18,61	17,50	2,85	0,007	<b>CUMPLE</b>

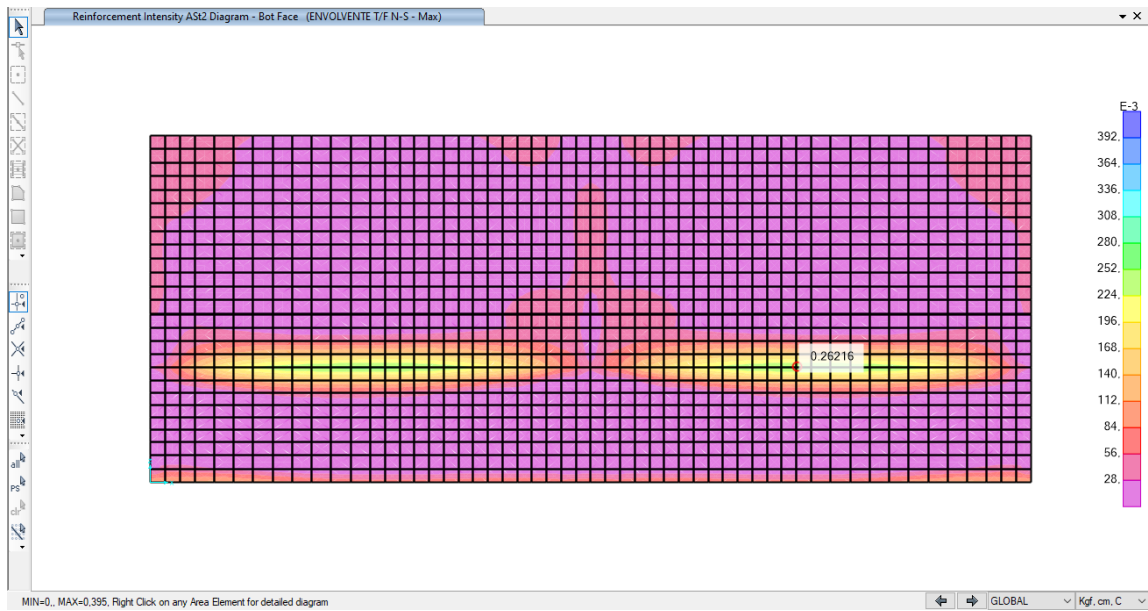
**Figura 3.36** Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Top Face



**Tabla 3.82** Refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Bottom Face

Distribución de Acero Vertical de Muro Exterior - Bottom Face								
Ubicación	Ast2 SAP2000 (cm2/cm)	Diámetro de barra (")	Área de barra (cm2)	S (cm)	S final (cm)	As final (cm2)	Cuantía p	Condición
0 - 21 m	0,262	3/4	4,83	18,46	17,50	4,83	0,0110	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.37** Ast2 para refuerzo vertical del muro exterior en la dirección transversal–Bottom Face

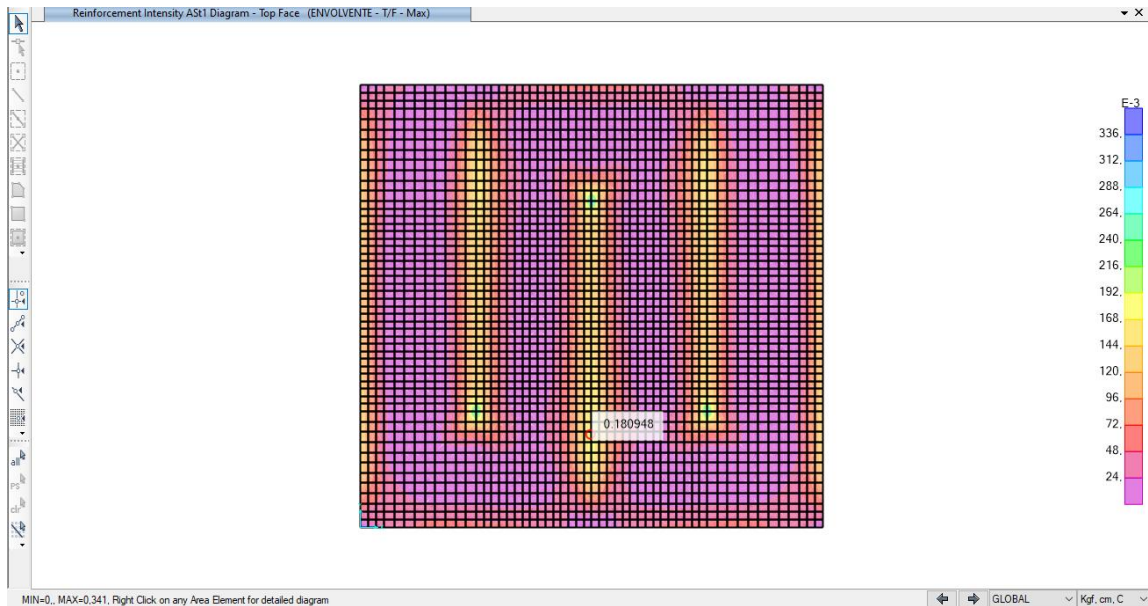


### 3.7.4.2.3. Refuerzo del techo

**Tabla 3.83** Refuerzo longitudinal del techo

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2 / cm):	0,180948	0,095183
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		25,00 cm
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	3,96 cm2	1,98 cm2
Espaciamiento calculado:	21,88 cm	20,80 cm
Espaciamiento final:	21,50 cm	20,50 cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	20 cm
Cuantía p:	0,0158	0,0079
CONDICIÓN	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
USAMOS	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>

**Tabla 3.84** Ast1 para refuerzo longitudinal del techo-Top Face



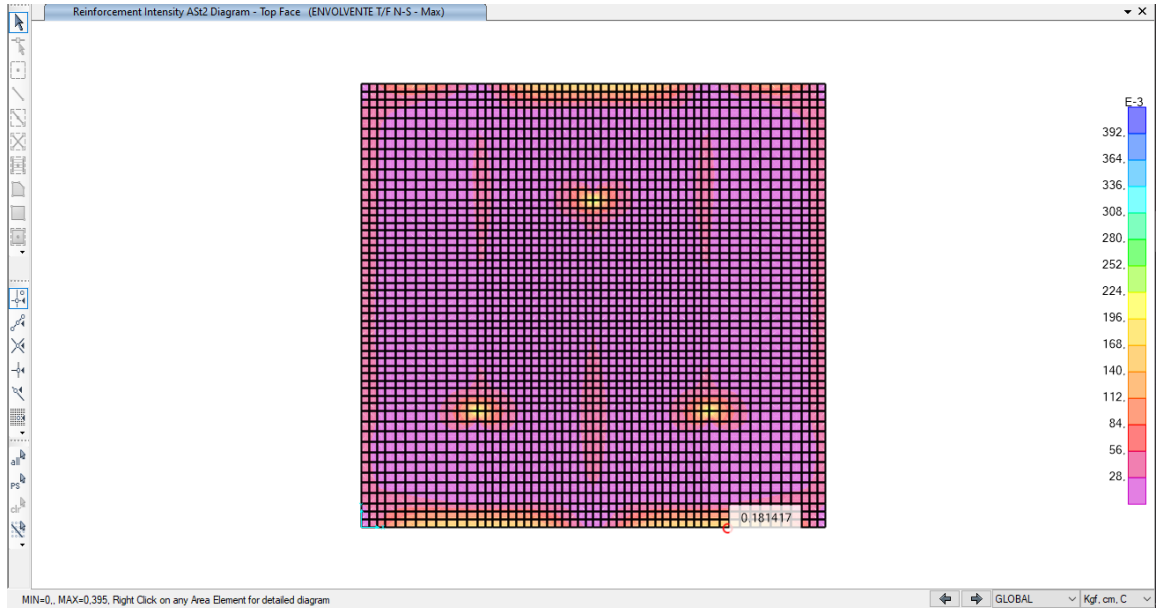
**Tabla 3.85** *Ast1 para refuerzo longitudinal del techo-Bottom Face*



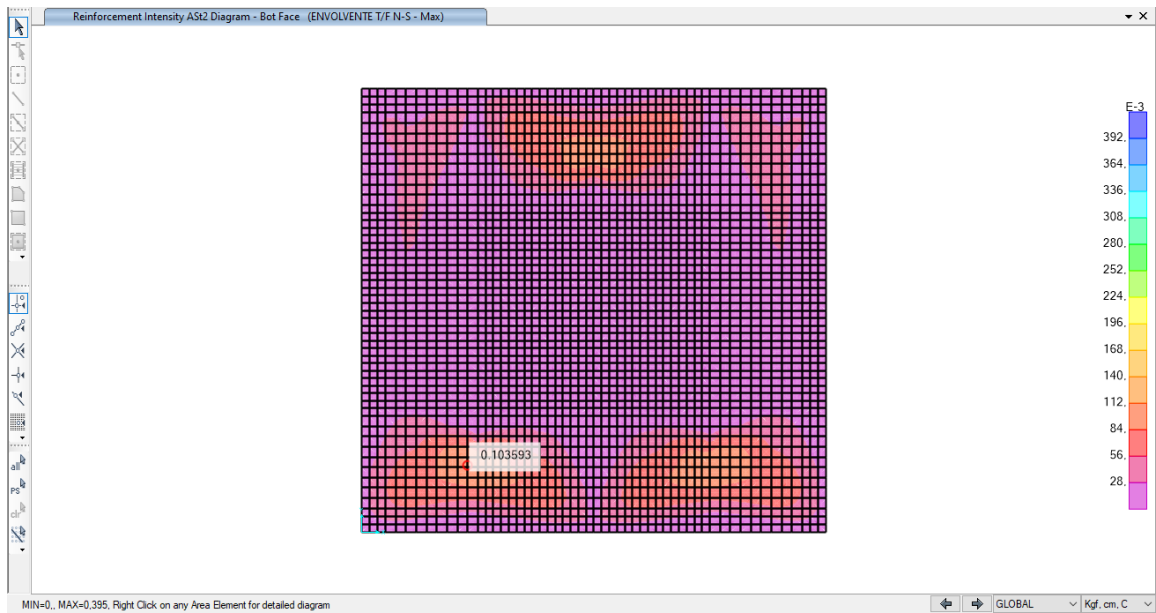
**Tabla 3.86** *Refuerzo transversal del techo*

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast2 (cm2 / cm):	0,181417	0,103594
S máx:	30 cm	
Cuantía mínima, p mín:	0,003	
Espesor de cálculo, t:	25,00 cm	
Diámetro de barra seleccionada:	1/2 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	4,12 cm2	1,98 cm2
Espaciamiento calculado:	22,71 cm	19,11 cm
Espaciamiento final:	22,50 cm	19,00 cm
Espaciamiento a usar, S:	17,50 cm	20,00 cm
Cuantía p:	0,0188	0,0079
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 1/2" @ 17,50 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>

**Figura 3.38** Ast2 para refuerzo transversal del techo-Top Face



**Figura 3.39** Ast2 para refuerzo transversal del techo-Bottom Face

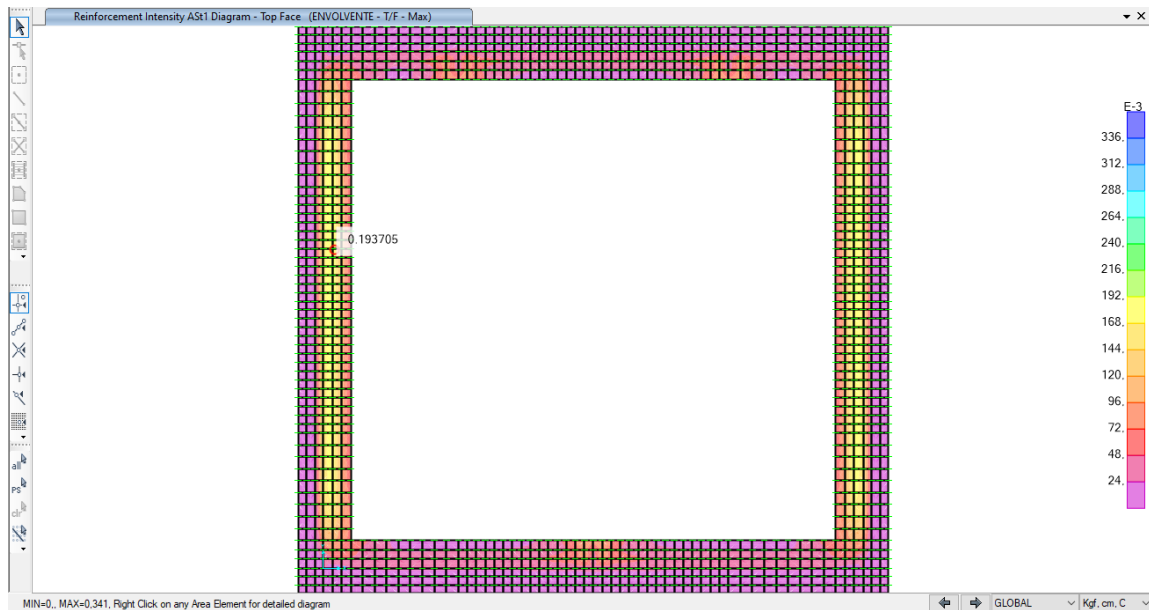


### 3.7.4.2.4. Refuerzo de la zapata

**Tabla 3.87** Refuerzo longitudinal de la zapata

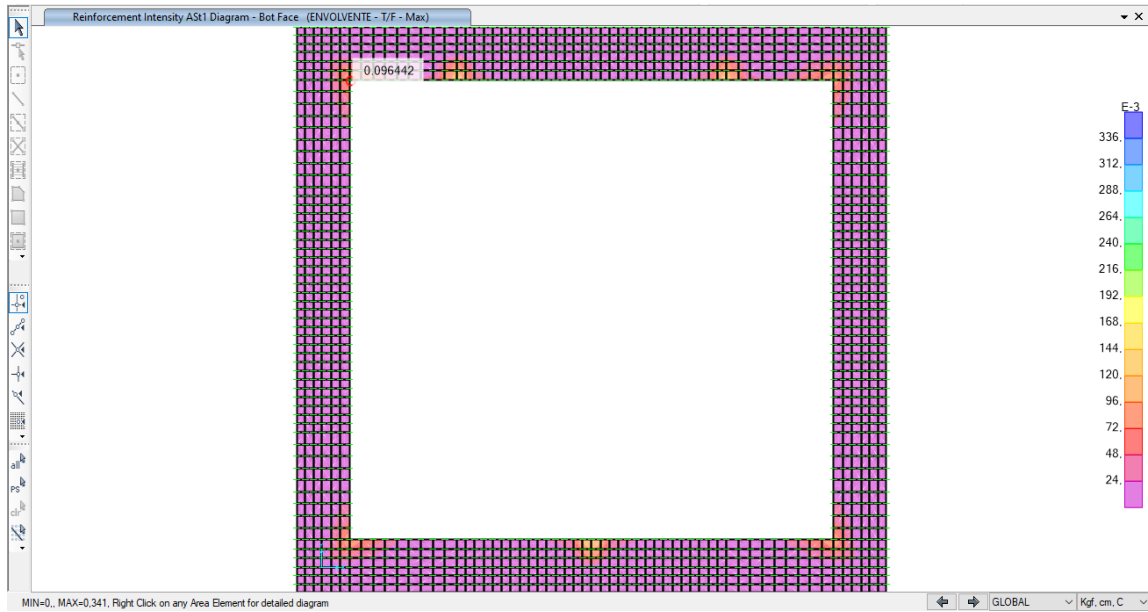
Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2 / cm):	0,193705	0,096442
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		70 cm
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	3,96 cm2	1,98 cm2
Espaciamiento calculado:	20,44 cm	20,53 cm
Espaciamiento final:	20 cm	20,50 cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	17,50 cm
Cuantía p:	0,0057	0,0032
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 17,50 cm</b>

**Figura 3.40** Ast1 para refuerzo longitudinal de la zapata-Top Face





**Figura 3.41** Ast1 para refuerzo longitudinal de la zapata-Bottom Face

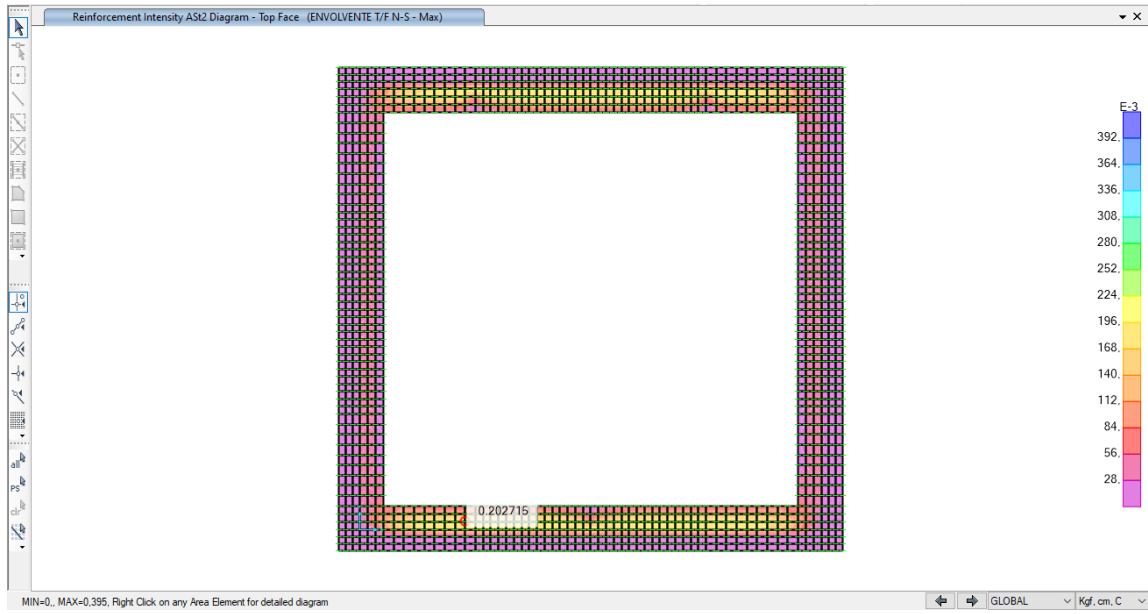


**Tabla 3.88** Refuerzo transversal de la zapata

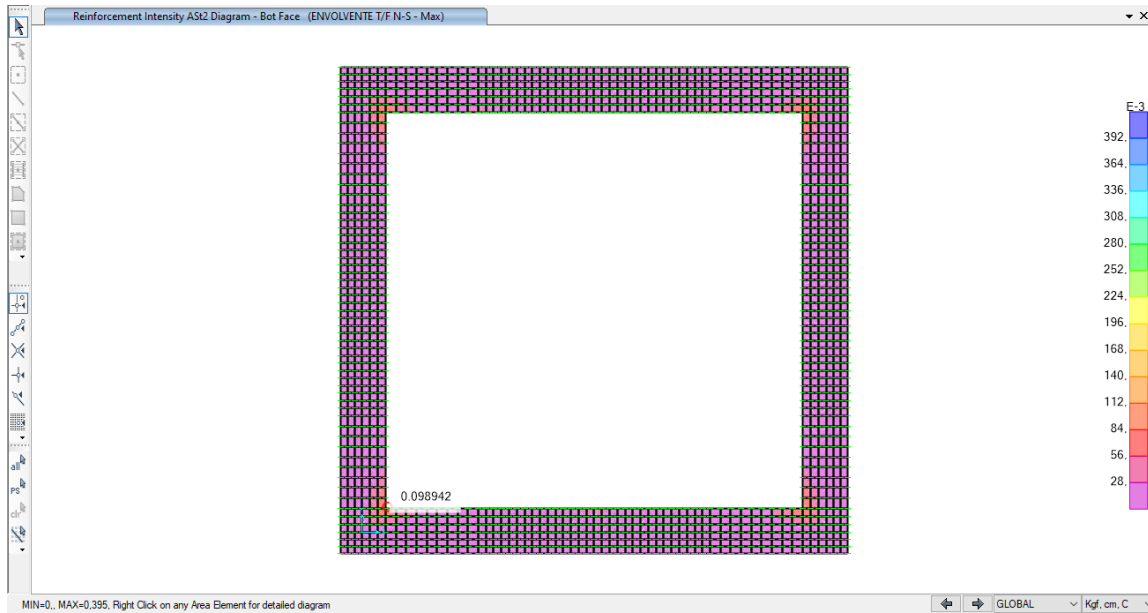
Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast2 (cm2 / cm):	0,202715	0,098942
S máx:	30 cm	
Cuantía mínima, p mín:	0,003	
Espesor de cálculo, t:	70 cm	
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	3,96 cm2	1,98 cm2
Espaciamiento calculado:	19,53 cm	20 cm
Espaciamiento final:	19,50 cm	20 cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	17,5 cm
Cuantía p:	0,0057	0,0032
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 17,50 cm</b>



**Figura 3.42** Ast2 para refuerzo transversal de la zapata-Top Face



**Figura 3.43** Ast2 para refuerzo transversal de la zapata-Bottom Face



### 3.7.4.2.5. Refuerzo de la losa de fondo

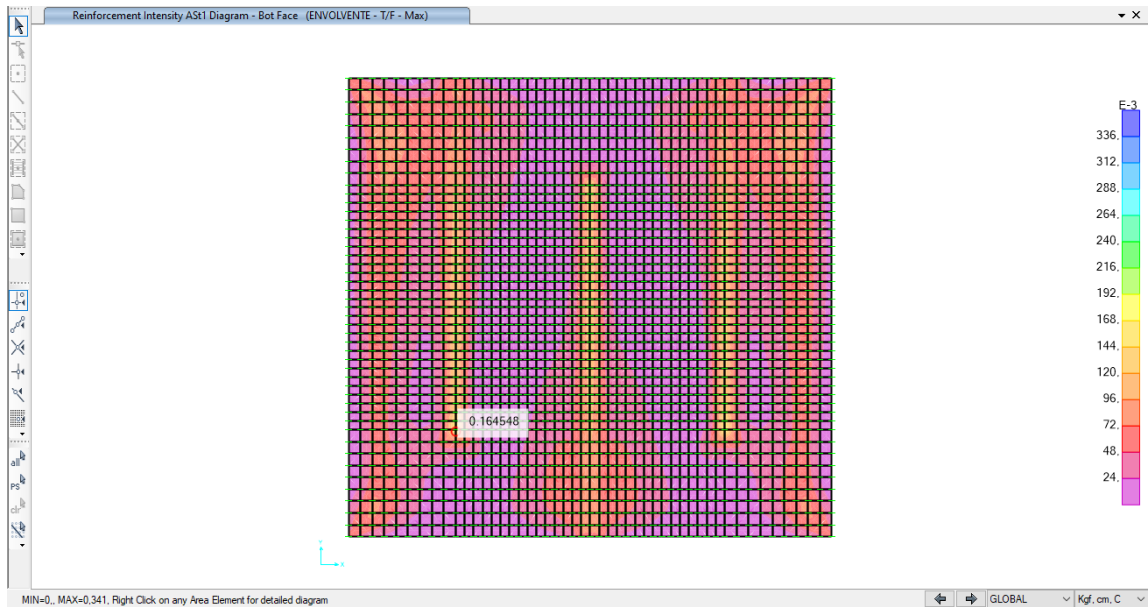
**Tabla 3.89** Refuerzo longitudinal de la losa de fondo

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast1 (cm2 / cm):	0,150743	0,164548
S máx:	30 cm	
Cuantía mínima, p mín:	0,003	
Espesor de cálculo, t:	35 cm	
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	3,96 cm2	3,96 cm2
Espaciamiento calculado:	26,27 cm	24,07 cm
Espaciamiento final:	26 cm	24 cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	20 cm
Cuantía p:	0,0113	0,0113
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>

**Figura 3.44** Ast1 para refuerzo longitudinal de la losa de fondo-Top Face



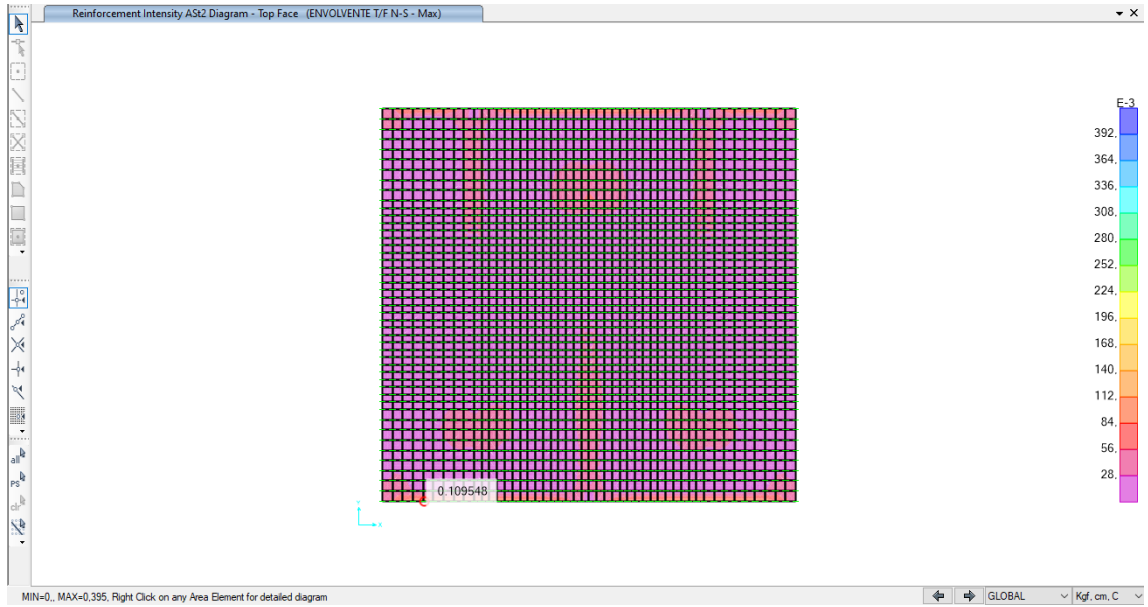
**Figura 3.45** Ast1 para refuerzo longitudinal de la losa de fondo-Bottom Face



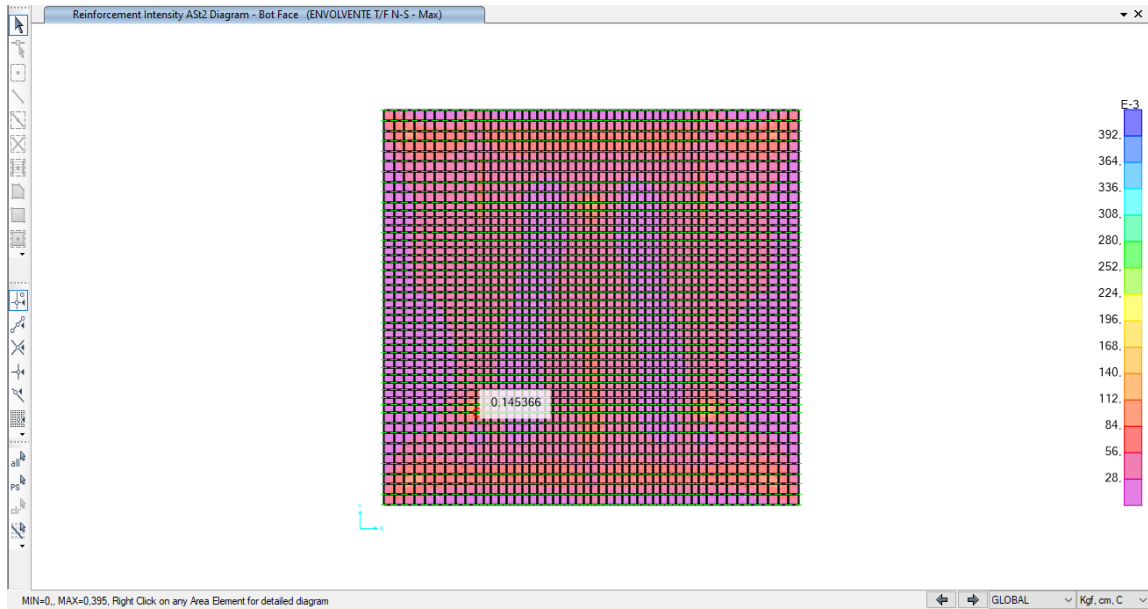
**Tabla 3.90** Refuerzo transversal de la losa de fondo

Descripción	Cara	
	Top	Bottom
Ast2 (cm2 / cm):	0,109548	0,145366
S máx:		30 cm
Cuantía mínima, p mín:		0,003
Espesor de cálculo, t:		35 cm
Diámetro de barra seleccionada:	5/8 "	5/8 "
Área de barra seleccionada:	3,96 cm2	3,96 cm2
Espaciamiento calculado:	36,15 cm	27 cm
Espaciamiento final:	30,00 cm	27 cm
Espaciamiento a usar, S:	20 cm	25 cm
Cuantía p:	0,0113	0,0091
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
<b>USAMOS</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 20 cm</b>	<b>1 Ø 5/8 " @ 25 cm</b>

**Figura 3.46** Ast2 para refuerzo transversal de la losa de fondo-Top Face



**Figura 3.47** Ast2 para refuerzo transversal de la losa de fondo-Bottom Face



### 3.7.5. *Chequeos y verificaciones*

#### 3.7.5.1. **Reservorio circular**

##### 3.7.5.1.1. *Dimensionamiento y punzonamiento de la zapata*

Con el modelamiento del reservorio realizado en SAP2000, se verifica el predimensionamiento inicial utilizando las siguientes expresiones:

$$P = PP + PA + PS + L \quad \dots \text{ Ec. (3.3)}$$

$$A_Z = \frac{P}{q_{neta-adm}} \quad \dots \text{ Ec. (3.4)}$$

$$D' = \sqrt{D^2 - 4 \frac{A_Z}{\pi}} \quad \dots \text{ Ec. (3.5)}$$

Donde:

$P$  : Carga total que soporta la cimentación

$PP$  : Carga por peso propio

$PA$  : Carga por peso del agua

$PS$  : Carga por peso del relleno

$L$  : Carga viva en la cúpula

$q_{neta-adm}$  : Capacidad admisible neta del suelo

$A_Z$  : Área de la zapata de cimentación

$D$  : Diámetro exterior del reservorio (incluye voladizo inferior)

$D'$  : Diámetro interior del reservorio

Luego, calculamos el peralte efectivo mínimo  $d$  y el espesor final de la zapata  $h_z$  para verificar la zapata por punzonamiento, empleándose las siguientes ecuaciones y la tabla 22.6.5.2 del ACI 318-2014:

$$d \geq \sqrt{\left(\frac{a+b}{4}\right)^2 + \frac{P_u}{12\phi\sqrt{f'c}} - \left(\frac{a+b}{4}\right)} \dots \text{Ec. (3.6)}$$

$$\sigma_u = \left(\frac{P_u}{A_z}\right) \frac{(A_z - 0.5b_o(t+d))}{b_o d} \dots \text{Ec. (3.7)}$$

$$\sigma_{c1} = 4\lambda\sqrt{f'c} \dots \text{Ec. (3.8)}$$

$$\sigma_{c2} = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'c} \dots \text{Ec. (3.9)}$$

$$\sigma_{c3} = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'c} \dots \text{Ec. (3.10)}$$

Donde:

$b_o$  : Perímetro de la sección crítica

$\beta$  : Coeficiente entre lado largo y corto

$\alpha_s$  : Factor de muro tipo esquina

$\lambda$  : Factor para concreto de peso normal, igual a 1

**Tabla 3.91** Verificación por punzonamiento de la zapata de cimentación

Descripción	
<b><u>Predimensionamiento</u></b>	
Presión neta admisible, $\sigma$ adm:	13,48 kg/cm <sup>2</sup>
Peso por servicio, P:	5 096 232,5 kg
Área de la zapata, $A_z$ :	378 028,13 cm <sup>2</sup>
Diámetro mayor, D:	2 450 cm
Diámetro menor, D':	2 349,72 cm
Ancho de la zapata:	0,50 m
<b>Ancho final de la zapata:</b>	<b>2,4 m</b>
<b>Área final de la zapata:</b>	<b>1 666 300,7 cm<sup>2</sup></b>
<b><u>Verificación por Punzonamiento</u></b>	
Lado mayor, diámetro del muro, a:	2 733,43 in
Lado menor, ancho de muro, b:	23,62 in
Carga factorada última de diseño, $P_u$ :	6 221 394,9 kg
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Peralte efectivo mínimo, d:	43,94 cm

Espesor de la zapata, hz:	52,40 cm
Diámetro de barra, db:	3/4 "
<b>Espesor final de la zapata, hz:</b>	<b>80 cm</b>
<b>Peralte efectivo final, d:</b>	<b>71,55 cm</b>
<b>Verificación mediante Tabla 22.6.5.2 del ACI 318-14</b>	
Perímetro de la sección crítica, bo:	13 885,84 cm
Relación entre lado largo y corto, b:	115,72
Factor de muro tipo esquina, as:	20
Para concreto de pesos normales:	1 cm
oc 1:	13,31 kg/cm2
oc 2:	6,77 kg/cm2
oc 3:	6,87 kg/cm2
oc-mín:	6,77 kg/cm2
<b>oc-últ:</b>	<b>2,83 kg/cm2</b>
Relación Demanda-capacidad, D/C:	<b>0,42</b>
<b>CONDICIÓN</b>	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.48** Carga total  $P$  y carga total amplificada  $P_u$  en la zapata de cimentación

OutputCase	CaseType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCe
P	Combination	-1,16E-09	-2,58E-08	5096232,53	2,222E-06	4,114E-07	4,037E-08	0	0	0	0
Pu	Combination	-2,543E-09	-3,19E-08	6221394,9	2,679E-06	4,868E-07	5,075E-08	0	0	0	0

### 3.7.5.1.2. Presiones en el suelo

La verificación de las presiones del suelo se obtuvo para los 3 casos por cargas de servicio, establecidos en el modelamiento del reservorio en el software. Los resultados son mostrados a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 3.92 Verificación por presiones de servicio del suelo**

Descripción	
Cargas por servicio	
Carga por Servicio 1, q1:	4 853 937,9 kg
Carga por Servicio 2, q2:	4 831 442,9 kg
Carga por Servicio 3, q3:	4 848 314,1 kg
Presiones de servicio	
Presión de servicio 1, o1:	2,91 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de servicio 2, o2:	2,90 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de servicio 3, o3:	2,91 kg/cm <sup>2</sup>
Presión Neta admisible, o neta-adm:	<b>13,48 kg/cm<sup>2</sup></b>
Presión admisible por sismo, o sis:	<b>18,15 kg/cm<sup>2</sup></b>

**El suelo soporta las presiones de servicio**

**Figura 3.49 Reacción máxima en la base para cargas de servicio**

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
SERVICIO 1	Combination		3,631E-07	-2,919E-07	4859937,88	-3,557E-06	2,207E-06	3,822E-07	0	0	0
SERVICIO 2	Combination	Max	1503246,88	2,766E-06	4831442,88	1,893E-05	5111409,29	1,301E-06	0	0	0
SERVICIO 2	Combination	Min	-1503246,88	-3,345E-06	4831442,88	-1,188E-05	-5111409,29	-5,479E-07	0	0	0
SERVICIO 3	Combination	Max	1127435,16	2E-06	4848314,13	1,51E-05	3833556,97	1,074E-06	0	0	0
SERVICIO 3	Combination	Min	-1127435,16	-2,583E-06	4848314,13	-8,005E-06	-3833556,97	-3,125E-07	0	0	0

### 3.7.5.1.3. Asentamiento diferencial y tolerable

La tabla N° 8 de la norma NTE E0.50 precisa las distorsiones angulares para analizar los asentamientos tolerables, según los efectos de la estructura sobre la cimentación. Se consideró una distorsión de 1/500 como límite para cimentaciones rígidas circulares o anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas o esbeltas y con ello, se calculó el asentamiento



permisible máximo. Para determinar el asentamiento diferencial máximo e inmediato, se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\frac{1}{500} \geq \frac{\delta_{m\acute{a}x}}{l} \quad \dots \text{ Ec. (3.11)}$$

$$\delta_i = \frac{B\sigma_{neta-adm}}{E_s} (1 - \nu^2) I_p \quad \dots \text{ Ec. (3.12)}$$

**Tabla 3.93** *Distorsión angular  $\alpha$*

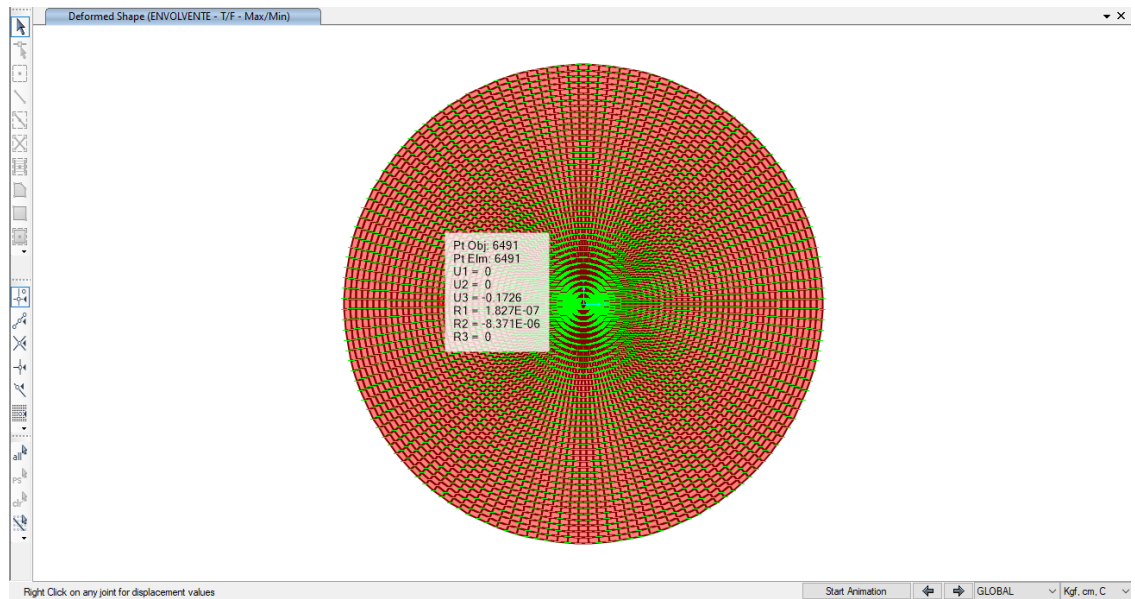
TABLA 8 DISTORSIÓN ANGULAR = $\alpha$	
$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Nota. Tomado de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2014

**Tabla 3.94** Verificación por asentamiento diferencial y tolerable

Descripción	
Longitud entre eje de muro, l:	2 210 cm
<b>Asentamiento diferencial máximo, <math>\delta</math> máx:</b>	<b>4,42 cm</b>
<b>Asentamiento diferencial máximo en software:</b>	<b>0,1726 cm</b>
Presión neta admisible, o neta-adm:	13,48 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho de la cimentación, B:	2,4 m
Módulo de elasticidad del suelo, Es:	5 098,581 kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de Influencia, Ip:	0,82
Módulo de Poisson del suelo, v:	0,25
<b>Asentamiento inmediato, <math>\delta_i</math>:</b>	<b>0,488 cm</b>
<b>Cumple con el asentamiento máximo</b>	

**Figura 3.50** Asentamiento diferencial máximo en cimentación



#### 3.7.5.1.4. Deformación máxima del muro

La sección 14.8.4 del código ACI 350-06 señala que las deflexiones debido a cargas de servicio no deben exceder a la altura total del muro dividida por 150. Para obtener una deflexión más crítica, se ha considerado las deformaciones por efecto de sismo, la cual es representada

como la combinación de diseño “COMB-5 T/F” en el modelamiento del reservorio en SAP2000.

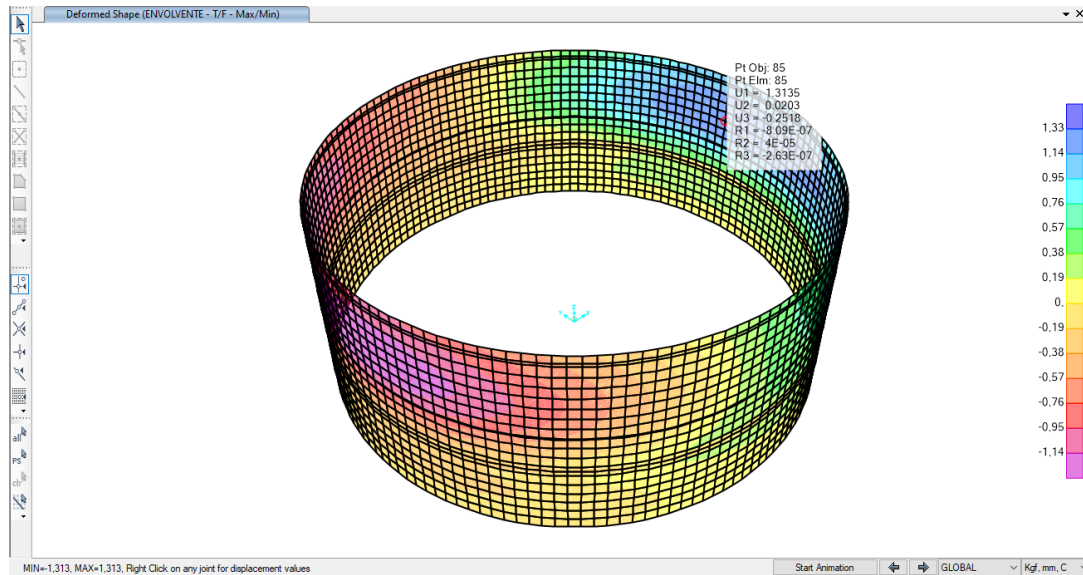
La deformación máxima crítica se expresa como:

$$\Delta = \frac{H_w}{1500} \dots \text{Ec. (3.13)}$$

**Tabla 3.95** Verificación por deformación máxima en muro

Descripción	
Asentamiento diferencial máximo en software:	1,31 mm
Asentamiento diferencial máximo, $\delta$ máx:	65,00 mm
<b>El espesor de muro es adecuado</b>	

**Figura 3.51** Deformación máxima en muros



### 3.7.5.1.5. Espesor del muro por tensión anular

La verificación del espesor del muro por tensión anular se establece mediante la siguiente ecuación:

$$t = \left( \frac{CE_s + f_s - n f_r}{f_r f_s} \right) T_{m\acute{a}x} \dots \text{Ec. (3.14)}$$

Donde:

$C$  : Coeficiente de contracción del concreto colado.

$E_s$  : Módulo de elasticidad del acero de refuerzo.

$f_s$  : Esfuerzo de tensión anular del acero de refuerzo.

$n$  : Relación modular

$f_r$  : Módulo de ruptura del concreto

$T_{m\acute{a}x}$  : Tensión máxima en el refuerzo por carga de servicio.

La sección 10.6.4 del código ACI 350-06 precisa determinar  $f_s$  de acuerdo a la exposición medioambiental conforme lo siguiente:

Exposición normal

$$f_s = \frac{320}{\beta \sqrt{s^2 + 4(2 + \frac{d_b}{2})^2}} \text{ (psi)} \quad \dots \text{ Ec. (3.15)}$$

$$f_s \text{ máx} \geq \begin{cases} 20000 \text{ psi, 1 dirección} \\ 24000 \text{ psi, 2 direcciones} \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (3.16)}$$

Exposición severa

$$f_s = \frac{260}{\beta \sqrt{s^2 + 4(2 + \frac{d_b}{2})^2}} \text{ (psi)} \quad \dots \text{ Ec. (3.17)}$$

$$f_s \text{ máx} \geq \begin{cases} 17000 \text{ psi, 1 dirección} \\ 20000 \text{ psi, 2 direcciones} \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (3.18)}$$

Donde:

$4(2 + \frac{d_b}{2})^2$  puede ser tomado como 25, según ACI 350-06

$\beta$  : Factor de amplificación de gradiente de tensión

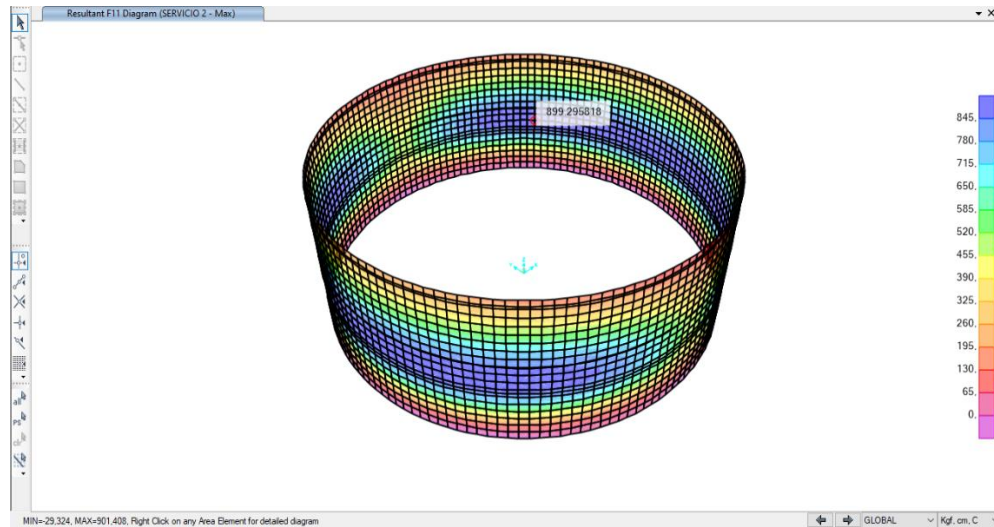
$$\beta = \begin{cases} 1,20 ; t \geq 16 \text{ in} \\ 1,35 ; t < 16 \text{ in} \end{cases} \quad \dots \text{ Ec. (3.19)}$$

**Tabla 3.96** Verificación por tensión anular del espesor del muro

Descripción	
Exposición medioambiental:	Severa
Tensión máxima de servicio, T máx:	899,296 kg/cm
Coefficiente de contracción del C°, C:	0,0008
Módulo de elasticidad del acero, Es:	2 038 901,78 kg/cm <sup>2</sup>
Relación modular, n:	8,062
Factor de amplificación, b:	1,2
Espaciamiento del refuerzo, S:	5,906 in
Esfuerzo de tensión anular mínimo:	17 ksi
Esfuerzo de tensión anular calculado:	28,00 ksi
Esfuerzo de tensión anular, fs-máx:	1 968,64 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de ruptura a la tensión, fr:	33,47 kg/cm <sup>2</sup>
Determinación del espesor, t:	45,45 cm
Espesor de muro seleccionado:	60,00 cm

**El espesor de muro es adecuado**

**Figura 3.52** Tensión máxima anular por cargas de servicio



### 3.7.5.1.6. Espesor del muro por cortante

La sección 15.7.6.1.6 del código ASCE/SEI 7-16 precisa que la transferencia local del cortante desde el techo al muro y desde el muro a la base debe ser considerada, por lo que, el cortante tangencial pico por unidad para reservorios cilíndricos se expresa como:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{2V}{\pi D} \dots \text{Ec. (3.20)}$$

Se debe verificar que el cortante nominal resistente en la base del muro sea mayor al cortante actuante. El cortante \u00faltimo se obtiene de acuerdo al modelamiento del reservorio en SAP2000, mientras que el cortante nominal resistente, seg\u00fan la secci\u00f3n 21.7.4.1 del c\u00f3digo ACI 350-06, se expresa como:

$$V_n = A_{cv}(\alpha_c \sqrt{f'c} + \rho_n f_y) \dots \text{Ec. (3.21)}$$

$$\rho_n = \frac{A_{sh-e} + A_{sh-i}}{S_{vt}} \dots \text{Ec. (3.22)}$$

$$\alpha_c = \begin{cases} 3 & \text{para } h_w/l_w \leq 1.5 \\ 2 & \text{para } h_w/l_w \leq 2.0 \end{cases} \text{ (psi)} \dots \text{Ec. (3.23)}$$

$$\alpha_c = \begin{cases} 0.80 & \text{para } h_w/l_w \leq 1.5 \\ 0.53 & \text{para } h_w/l_w \leq 2.0 \end{cases} \text{ (kg/cm)} \dots \text{Ec. (3.23)}$$

$$V_n \leq 2.12 A_{cv} \sqrt{f'c} \dots \text{Ec. (3.24)}$$

Donde:

$V_n$  : Cortante nominal resistente

$A_{cv}$  : \u00c1rea horizontal del muro

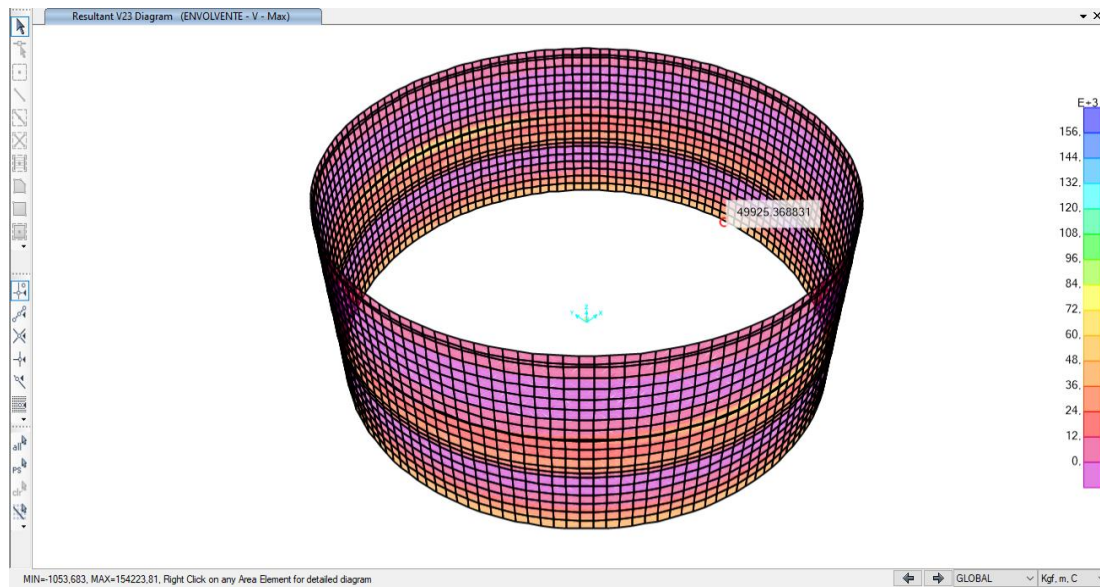
$\rho_n$  : Cuant\u00eda nominal de refuerzo

$\alpha_c$ : Coeficiente de c\u00e1lculo

**Tabla 3.97** Verificación de unión muro-base

Descripción	
Área horizontal de muro, $A_{cv}$ :	6 000 cm <sup>2</sup>
Coefficiente de cálculo, $a_c$ :	0,8
Resistencia del concreto, $f'c$ :	280 kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero, $f_y$ :	4 200 kg/cm <sup>2</sup>
Cuantía nominal de refuerzo, $p_n$ :	0,00543
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	16 2847,79 kg/m
q máx:	49 925,369 kg/m
CONDICIÓN:	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.53** Cortante máximo V23 en el muro



### 3.7.5.1.7. Cortante en la viga anular

**Tabla 3.98** Verificación por cortante en viga anular

Descripción	
Cortante último, $V_u$ :	4 461,62 kg/m
Altura de la viga, $h$ :	90,00 cm
Peralte de cálculo, $d$ :	74,0475 cm
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	44 327,07 kg/m

**No es necesario refuerzo de corte**

**Figura 3.54** Cortante máximo  $V_{23}$  en viga anular





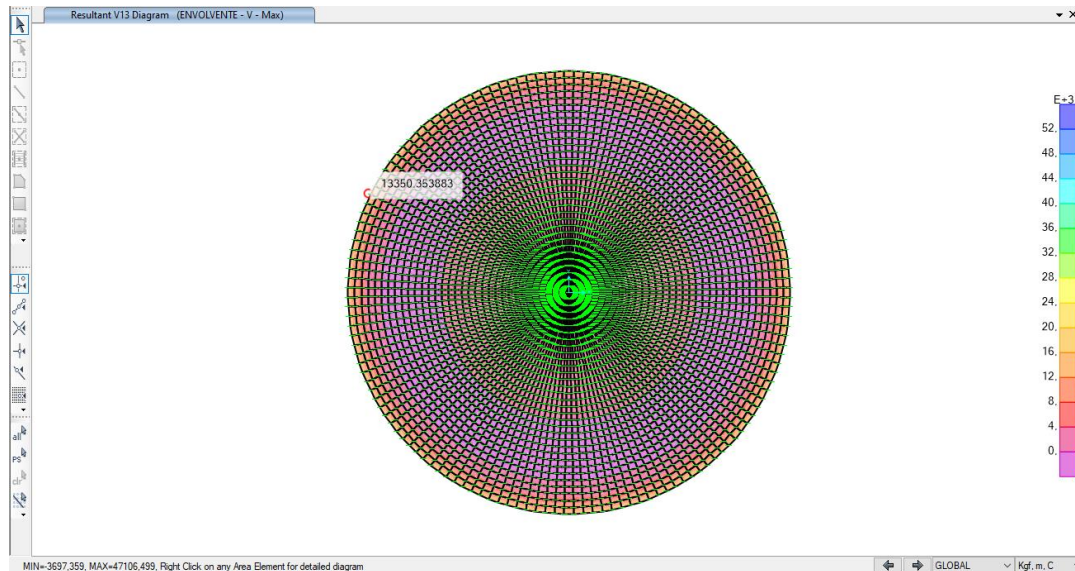
### 3.7.5.1.8. Cortante en la losa de fondo

**Tabla 3.99** Verificación por cortante en losa de fondo

Descripción	
Cortante último, $V_u$ :	13 350,5 kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	100 cm
Peralte de cálculo, $d$ :	21,865 cm
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	14 543,39 kg/m

**No es necesario refuerzo de corte**

**Figura 3.55** Cortante máximo  $V_{13}$  en losa de fondo



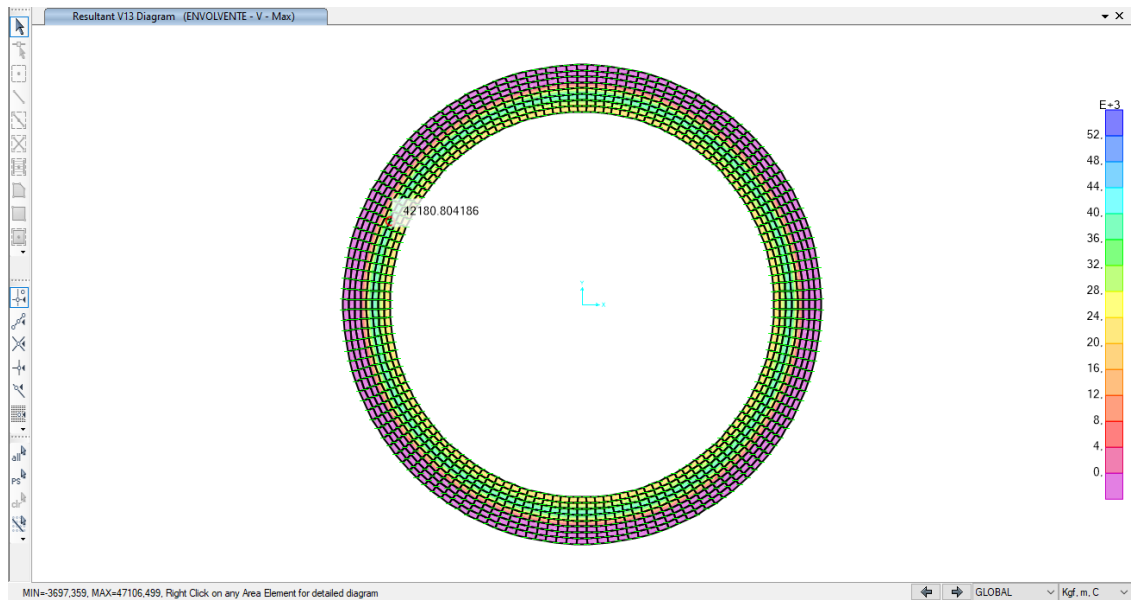
### 3.7.5.1.9. Cortante en la zapata

**Tabla 3.100** Verificación por cortante en zapata

Descripción	
Cortante último, $V_u$ :	42 180,80 kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	100 cm
Peralte de cálculo, $d$ :	71,5475 cm
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	47 589,44 kg/m

**No es necesario refuerzo de corte**

**Figura 3.56** Cortante máximo  $V_{13}$  en zapata



### 3.7.5.2. Reservorio rectangular

#### 3.7.5.2.1. Dimensionamiento y punzonamiento de la zapata

**Tabla 3.101** Verificación del punzonamiento en la zapata de cimentación

<b>Descripción</b>	
<b><u>Predimensionamiento</u></b>	
Presión neta admisible, $\sigma$ adm:	13,48 kg/cm <sup>2</sup>
Peso por servicio, P:	5 637 150,94 kg
Área de la zapata, Az:	418 152,35 cm <sup>2</sup>
Largo del reservorio, L:	2 100 cm
Ancho del reservorio, B:	2 000 cm
Ancho de la zapata:	0,523 m
<b>Ancho final de la zapata:</b>	<b>2,00 m</b>
<b>Área final de la zapata:</b>	<b>1 480 000 cm<sup>2</sup></b>
<b><u>Verificación por Punzonamiento</u></b>	
Lado mayor, largo del muro, a:	2 913,39 in
Lado menor, ancho de muro, b:	19,69 in
Carga factorada última de diseño, Pu:	6 881 635,05 kg
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Peralte efectivo mínimo, d:	45,70 cm
Espesor de la zapata, hz:	54,16 cm
Diámetro de barra, db:	3/4 "
<b>Espesor final de la zapata, hz:</b>	<b>70 cm</b>
<b>Peralte efectivo final, d:</b>	<b>61,55 cm</b>
<b>Verificación mediante Tabla 22.6.5.2 del ACI 318-14</b>	
Perímetro de la sección crítica, bo:	16 000 cm
Relación entre lado largo y corto, b:	148,00
Factor de muro tipo esquina, as:	20
Para concreto de pesos normales:	1
oc 1:	13,31 kg/cm <sup>2</sup>
oc 2:	6,75 kg/cm <sup>2</sup>
oc 3:	6,85 kg/cm <sup>2</sup>
oc-mín:	6,75 kg/cm <sup>2</sup>
<b>oc-últ:</b>	<b>2,40 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Relación Demanda-capacidad, D/C:</b>	<b>0,36</b>
<b>Condición</b>	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.57** Carga P y carga última Pu

OutputCase	CaseType	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m	XCe
P	Combination	-1,065E-07	-1,811E-06	5637150,94	58355821,75	-60881267	-1,745E-05	0	0	0	0
Pu	Combination	-1,316E-07	-2,216E-06	6881635,05	71232641,48	-74321703	-2,128E-05	0	0	0	0

### 3.7.5.2.2. Presiones en el suelo

**Tabla 3.102** Presión en el suelo

<b>Descripción</b>	
<b>Cargas por servicio</b>	
Carga por Servicio 1, q1:	5 389 012,14 kg
Carga por Servicio 2, q2:	5 344 516,14 kg
Carga por Servicio 3, q3:	5 377 888,14 kg
<b>Presiones de servicio</b>	
Presión de servicio 1, o1:	3,64 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de servicio 2, o2:	3,61 kg/cm <sup>2</sup>
Presión de servicio 3, o3:	3,63 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Presión Neta admisible, o neta-adm:</b>	<b>13,48 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Presión admisible por sismo, o sis:</b>	<b>18,15 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>El suelo soporta las presiones de servicio</b>	

**Figura 3.58** *Combinaciones por servicio*

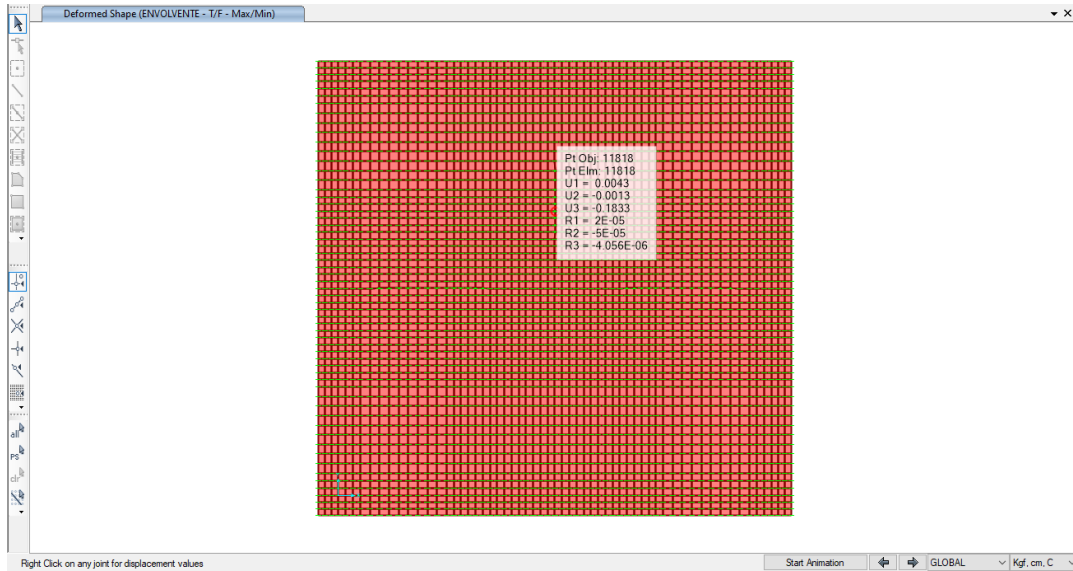
OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-m	GlobalMY Kgf-m	GlobalMZ Kgf-m	GlobalX m	GlobalY m	GlobalZ m
Servicio 1	Combination		-4,47E-07	-5,85E-06	5389012,14	55799992,11	-58201368	-5,04E-05	0	0	0
Servicio 2	Combination	Max	1701354,38	-5,584E-06	5344516,14	55341683,31	-52372850	17734826,91	0	0	0
Servicio 2	Combination	Min	-1701354,38	-5,904E-06	5344516,14	55341683,31	-63068773	-17734826,9	0	0	0
Servicio 3	Combination	Max	1276015,78	-5,703E-06	5377888,14	55685414,91	-54070258	13301120,18	0	0	0
Servicio 3	Combination	Min	-1276015,78	-5,943E-06	5377888,14	55685414,91	-62092200	-13301120,2	0	0	0

**3.7.5.2.3. Asentamiento diferencial y tolerable**

**Tabla 3.103** *Asentamiento diferenciable*

<b>Descripción</b>	
Longitud entre eje de muro, l:	2 150 cm
<b>Asentamiento diferencial máximo, <math>\delta</math> máx:</b>	<b>4,3 cm</b>
<b>Asentamiento diferencial máximo en software:</b>	<b>0,1833 cm</b>
Presión neta admisible, o neta-adm:	13,48 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho de la cimentación, B:	2,00 m
Módulo de elasticidad del suelo, Es:	5 098,581 kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de Influencia, Ip:	0,82
Módulo de Poisson del suelo, v:	0,25
<b>Asentamiento inmediato, <math>\delta_i</math>:</b>	<b>0,407 cm</b>
<b>Cumple con el asentamiento máximo</b>	

**Figura 3.59** Asentamiento diferencial máximo en cimentación

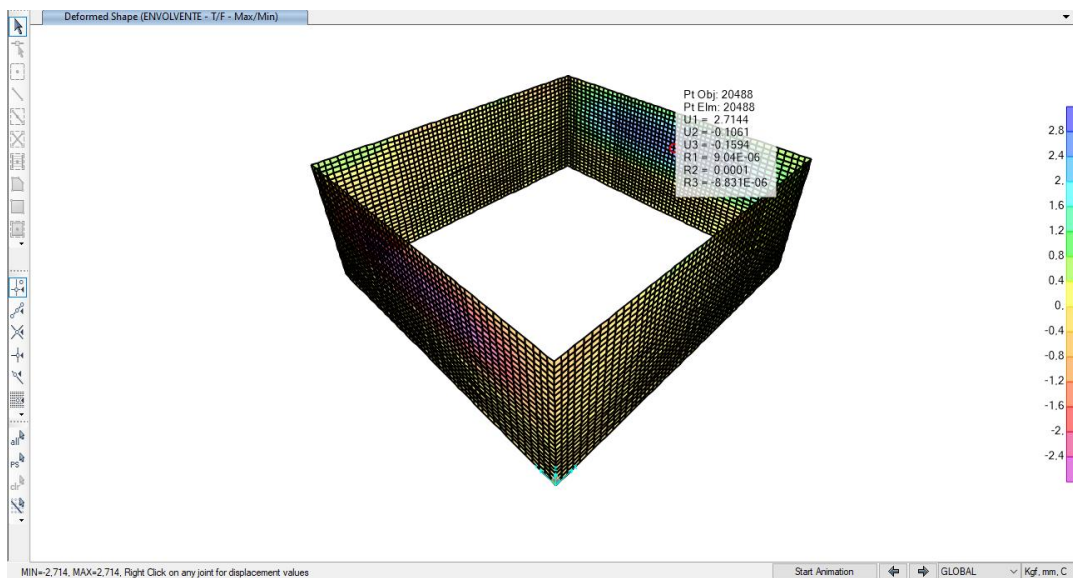


#### 3.7.5.2.4. Deformación máxima del muro

**Tabla 3.104** Deformación máxima en el muro

Descripción	
Asentamiento diferencial máximo en software:	2,71 mm
Asentamiento diferencial máximo, $\delta$ máx:	56,67 mm
<b>El espesor de muro es adecuado</b>	

**Figura 3.60** Deformación máxima del muro

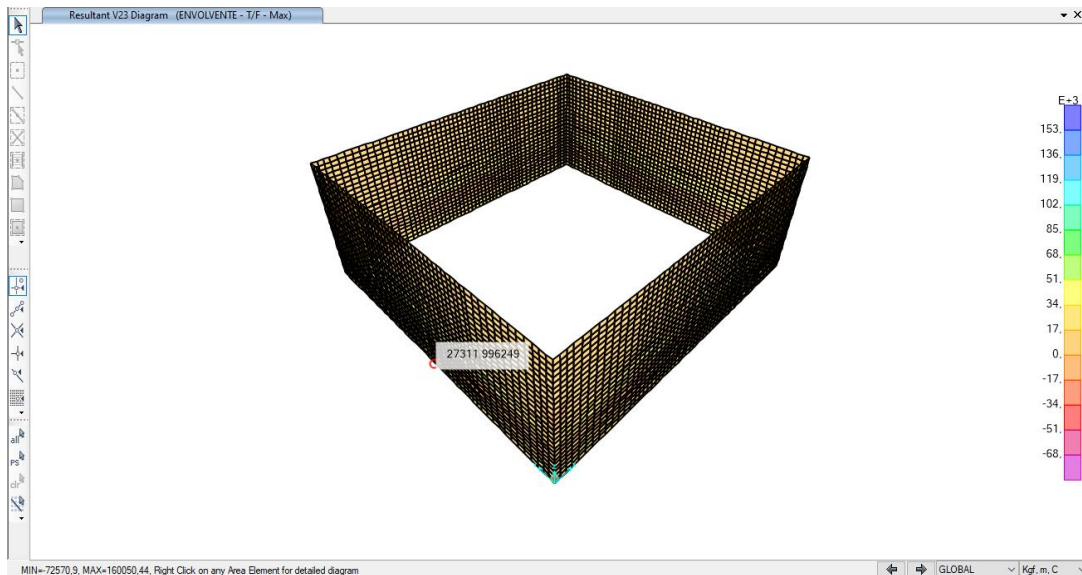


### 3.7.5.2.5. *Espesor del muro por cortante*

**Tabla 3.105** *Espesor del muro por cortante*

<b>Descripción</b>	
Área horizontal de muro, $A_{cv}$ :	5 000 cm <sup>2</sup>
Coefficiente de cálculo, $a_c$ :	0,8
Resistencia del concreto, $f'c$ :	280 kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero, $f_y$ :	4 200 kg/cm <sup>2</sup>
Cuantía nominal de refuerzo, $p_n$ :	0,00317
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	100 078,619 kg/m
$q$ máx:	27 311,996 kg/m
CONDICIÓN:	<b>CUMPLE</b>

**Figura 3.61** *Cortante máximo V23 en muro*

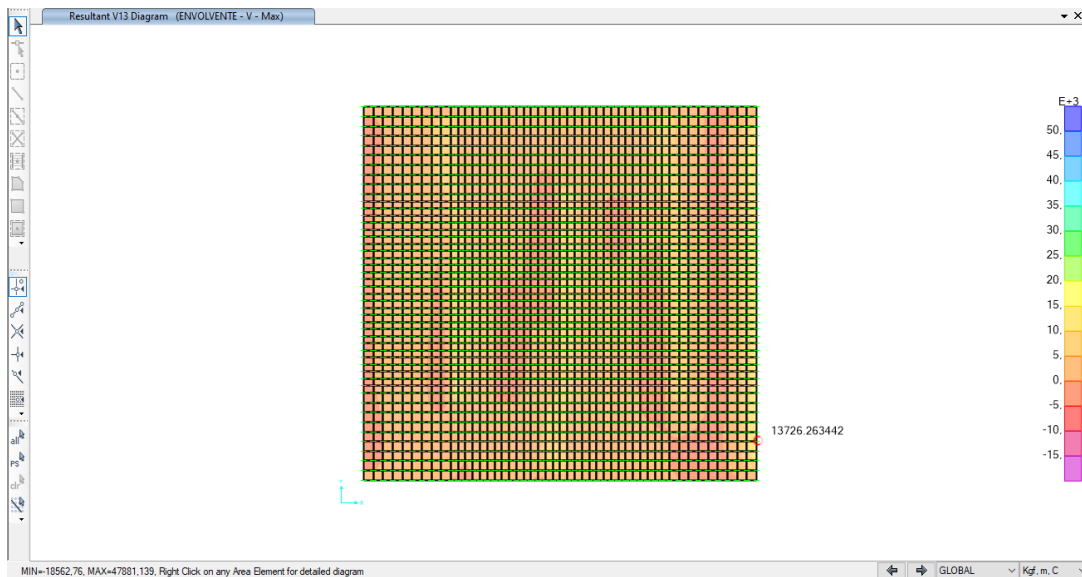


### 3.7.5.2.6. Cortante en la losa de fondo

**Tabla 3.106** Cortante en la losa de fondo

Descripción	
Cortante último, Vu:	13 726,26 kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	100 cm
Peralte de cálculo, d:	26,706 cm
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	17 763,52 kg/m
<b>No es necesario refuerzo de corte</b>	

**Figura 3.62** Cortante V13 en la losa de fondo



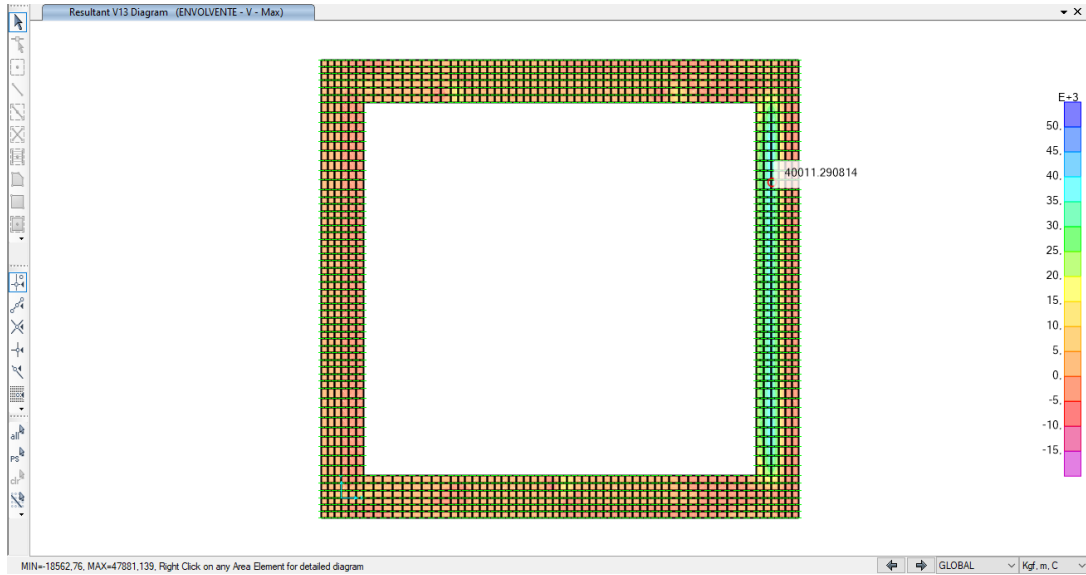
### 3.7.5.2.7. Cortante en la zapata

**Tabla 3.107** Cortante en la zapata de cimentación

Descripción	
Cortante último, Vu:	40011,29 kg/m
Longitud de cálculo del elemento:	100 cm
Peralte de cálculo, d:	61,706 cm
Reducción de la resistencia-cortante:	0,75
Cortante nominal resistente, $\phi V_n$ :	41043,59 kg/m
<b>No es necesario refuerzo de corte</b>	



**Figura 3.63** Cortante *V13* en la zapata de cimentación



### 3.8. Presupuesto

El presupuesto de los reservorios se encuentra en el anexo 7.7 del presente informe.

## 4. Resultados y Discusiones

### 4.1. Presentación de Resultados

#### 4.1.1. Volumen de almacenamiento

El volumen de almacenamiento es la suma de 3 tipos de volúmenes: el volumen de regulación, el volumen contra incendio y el volumen de reserva. Se restó el volumen existente para determinar la demanda actual de la zona de estudio. La Tabla 4.1 muestra el resultado obtenido, siendo el volumen de diseño igual a 6000 m<sup>3</sup>.

**Tabla 4.1** *Volumen de almacenamiento*

<b>Volumen de almacenamiento</b>	
Tipo	Cantidad (m <sup>3</sup> )
Volumen de regulación	13 586
Volumen de reserva	4 945
Volumen contra incendio	100
Volumen demandado	18 631
Volumen existente	13 000
<b>Volumen requerido</b>	<b>5 631</b>

#### 4.1.2. Estudio de mecánica de suelos

- Se identificó 2 estratos en la zona de estudio: arena fina mal graduada y lecho rocoso de granodiorita.
- El 2° estrato es donde se cimentará los reservorios proyectados, el cual se encuentra aproximadamente a 0,70 m del terreno natural; por lo que la profundidad de cimentación (Df) será 1,30 m para losas y 1,80 m para zapatas.

- El peso específico promedio de la roca fracturada granodiorita es 2295 kg/m<sup>3</sup> y el peso específico del suelo es 2807 kg/m<sup>3</sup>, según el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio de la Universidad Nacional del Santa.

### 4.1.3. *Análisis estructural*

#### 4.1.3.1. **Reservorio circular**

Debido a la simetría del reservorio circular, el análisis se realizó en una dirección.

##### 4.1.3.1.1. *Cortante basal dinámico*

El mayor cortante basal dinámico se obtuvo aplicando la norma NTE E0.30 con respecto a los otros códigos usados (ASCE SEI 7-16 y ACI 350-06). Existe poca diferencia entre las cortantes basales dinámicas obtenidas de éstos 2 últimos códigos, teniendo en cuenta que el código ACI 350-06 se basa en algunos parámetros del código ASCE/SEI 7-16. Cabe precisar que el diseño del reservorio se realizó utilizando el código ACI 350-06. La Tabla 4.2 muestra los resultados mencionados.

**Tabla 4.2** *Cortante basal dinámico del reservorio circular*

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Cortante impulsiva, Vi:	1776,54 t	1737,06 t	1737,06 t
Cortante convectiva, Vc:	103,56 t	165,70 t	243,02 t
Cortante del suelo, Vs:	24,42 t	24,42 t	24,42 t
Cortante basal dinámico, V:	1779,72 t	1745,12 t	1754,15 t

##### 4.1.3.1.2. *Presión hidrodinámica*

La presión hidrodinámica total en la base del reservorio circular, en cualquiera de los códigos o normas usados, es mayor a la presión hidrostática (8500 kg/m<sup>2</sup>). El diseño del

reservorio circular se basó en las presiones hidrodinámicas obtenidas del código ACI 350-06. La Tabla 4.3 muestra las presiones hidrodinámicas involucradas.

**Tabla 4.3** *Presión hidrodinámica total en la base del reservorio circular*

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Presión dinámica impulsiva, pwi:	7067,29 kg/m <sup>2</sup>	6910,24 kg/m <sup>2</sup>	11056,39 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	203,14 kg/m <sup>2</sup>	325,02 kg/m <sup>2</sup>	381,36 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	1316,25 kg/m <sup>2</sup>	1287,00 kg/m <sup>2</sup>	2059,20 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	4781,25 kg/m <sup>2</sup>	4675,00 kg/m <sup>2</sup>	4675,00 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	9653,26 kg/m <sup>2</sup>	9442,25 kg/m <sup>2</sup>	13929,10 kg/m <sup>2</sup>

#### 4.1.3.1.3. *Momento de volteo*

Los momentos de volteo, obtenidos incluyendo la condición IBP, cumplen con el mínimo factor de seguridad para la estabilidad vertical del reservorio circular. La Tabla 4.4 muestra los momentos calculados, tanto para el caso de reservorio lleno, así como vacío.

**Tabla 4.4** *Momentos flectores y de volteo del reservorio circular*

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<i>Estado lleno</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	8827,50 t-m	8631,33 t-m	13810,13 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	15635,31 t-m	15287,86 t-m	24460,58 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	504,24 t-m	806,78 t-m	946,62 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	965,35 t-m	1544,56 t-m	1812,28 t-m
Momento flector total, Mb:	8841,89 t-m	8668,96 t-m	13842,54 t-m
Momento de volteo total, M'o:	15665,08 t-m	15365,69 t-m	24527,62 t-m
<i>Estado vacío</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	5132,26 t-m	5018,21 t-m	8029,14 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	5453,33 t-m	5332,14 t-m	8531,43 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	0 t-m	0 t-m	0 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	0 t-m	0 t-m	0 t-m
Momento flector total, Mb:	5132,26 t-m	5018,21 t-m	8029,14 t-m
Momento de volteo total, M'o:	5453,33 t-m	5332,14 t-m	8531,43 t-m

#### 4.1.3.1.4. *Altura de desborde*

La altura de desborde diseñada es mayor a la mínima calculada al emplear los códigos ASCE/SEI 7-16 y ACI 350-06, con lo cual cumple con dicha condición a tener en cuenta. La Tabla 4.5 muestra los resultados mencionados.

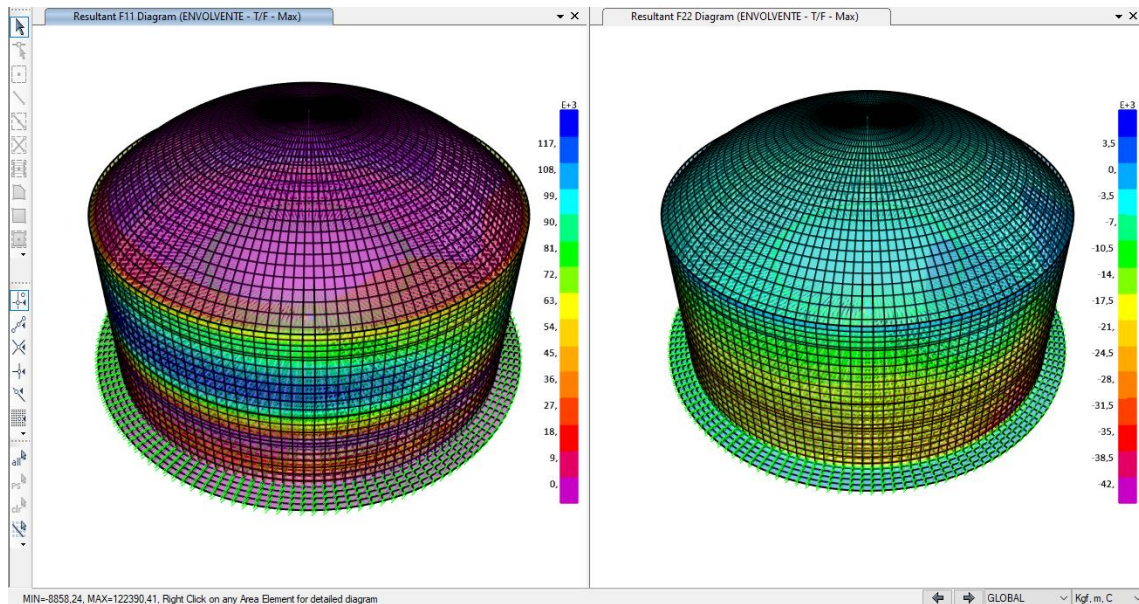
**Tabla 4.5** *Altura de desborde mínimo del reservorio circular*

Descripción	CÓDIGOS	
	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
Borde libre mínimo:	0,98 m	1,14 m
CONDICIÓN:	CUMPLE	CUMPLE

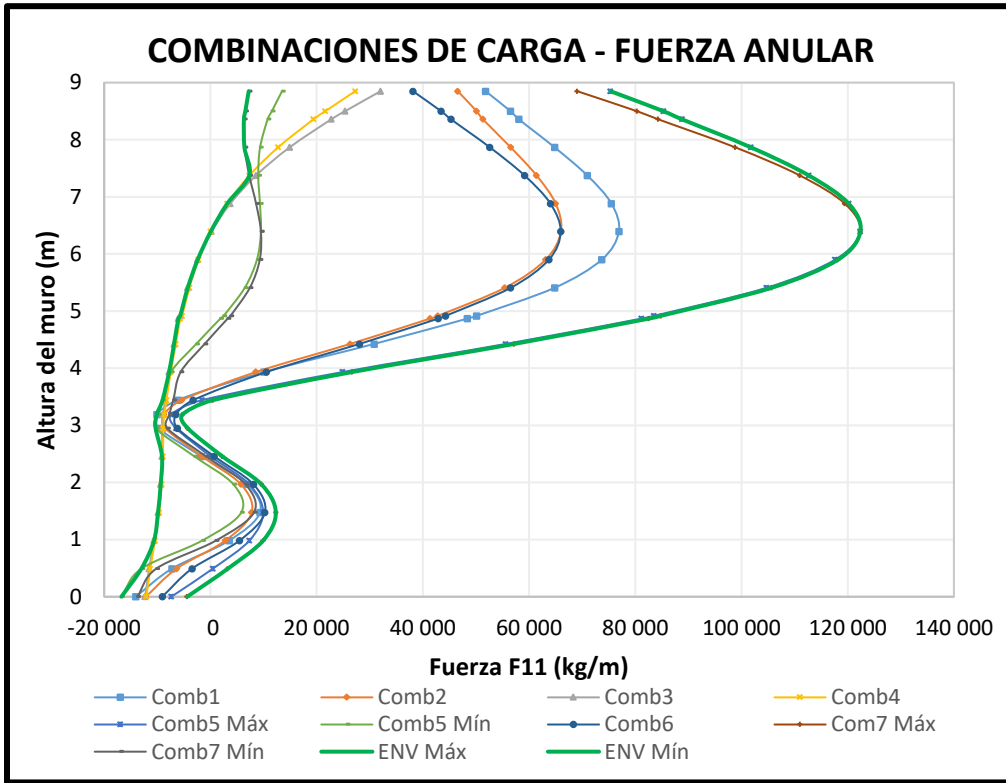
#### 4.1.3.1.5. *Esfuerzo anular*

El esfuerzo anular se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.1, denominado como fuerza F11. La Figura 4.2 y Figura 4.3 presentan las máximas fuerzas F11 y F22 en el muro del reservorio circular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06.

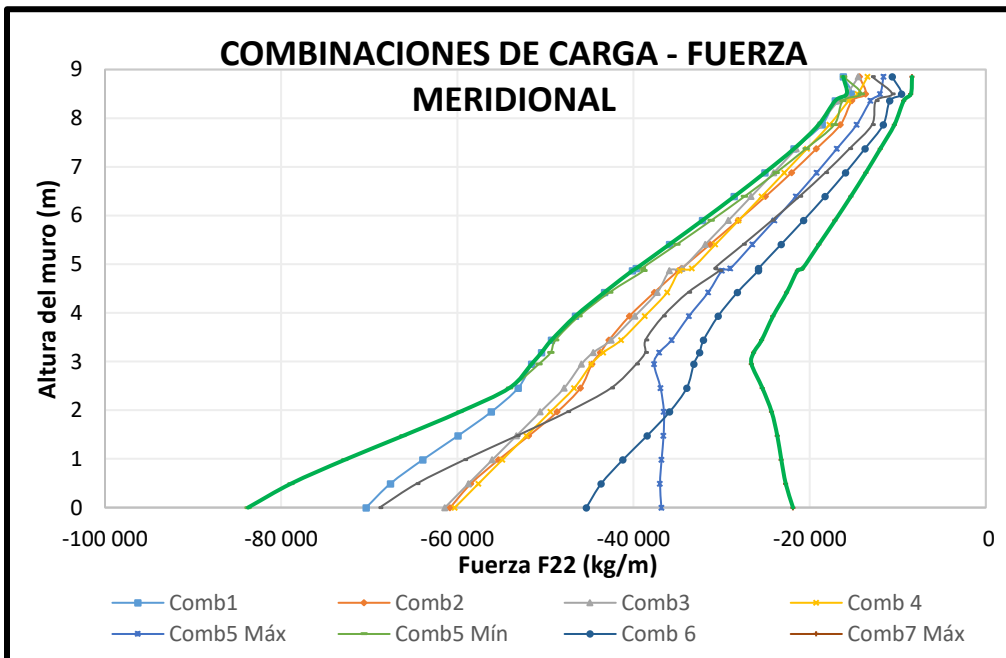
**Figura 4.1** *Fuerzas F11 y F22 del muro del reservorio circular*



**Figura 4.2** Combinaciones de carga - Fuerza F11 del muro del reservorio circular



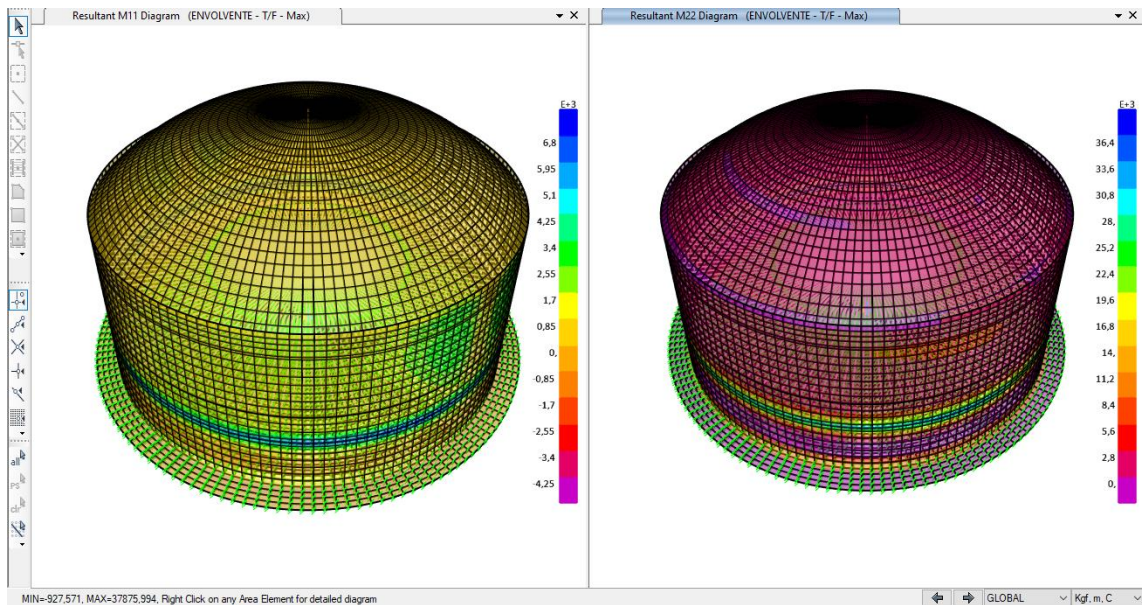
**Figura 4.3** Combinaciones de carga - Fuerza F22 del muro del reservorio circular



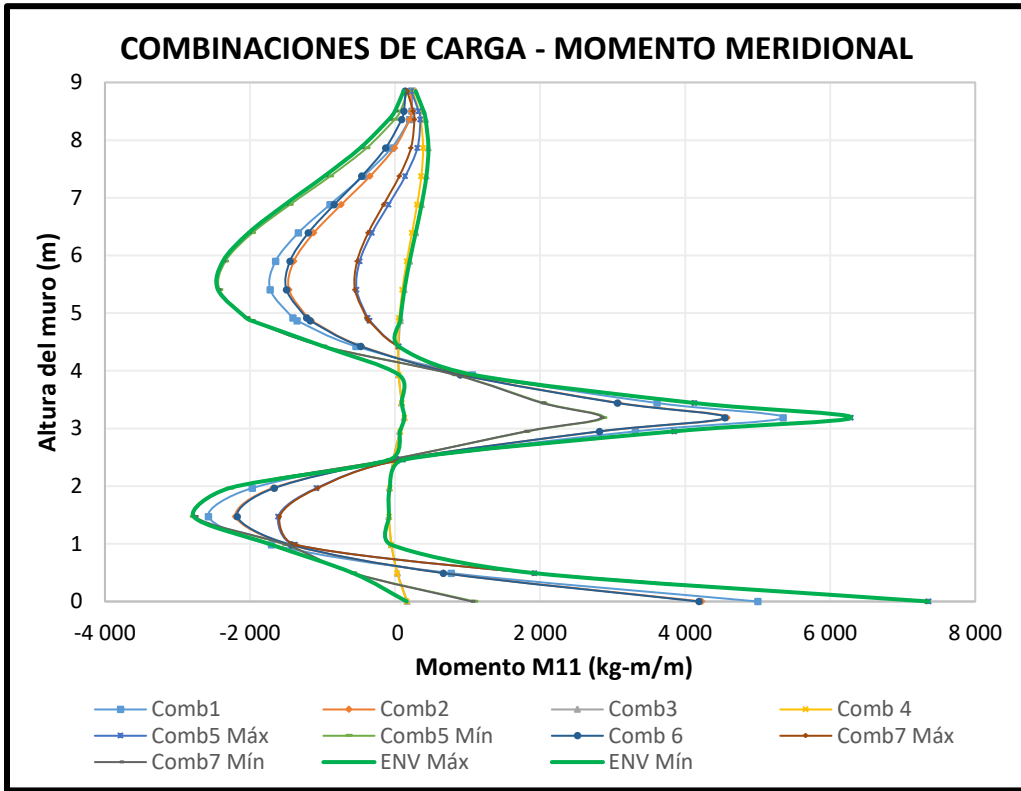
#### 4.1.3.1.6. Esfuerzo a flexión

El esfuerzo a flexión se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.4, denominado como momento M11. La Figura 4.5 y Figura 4.6 presentan los máximos momentos M11 y M22 en el muro del reservorio circular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06.

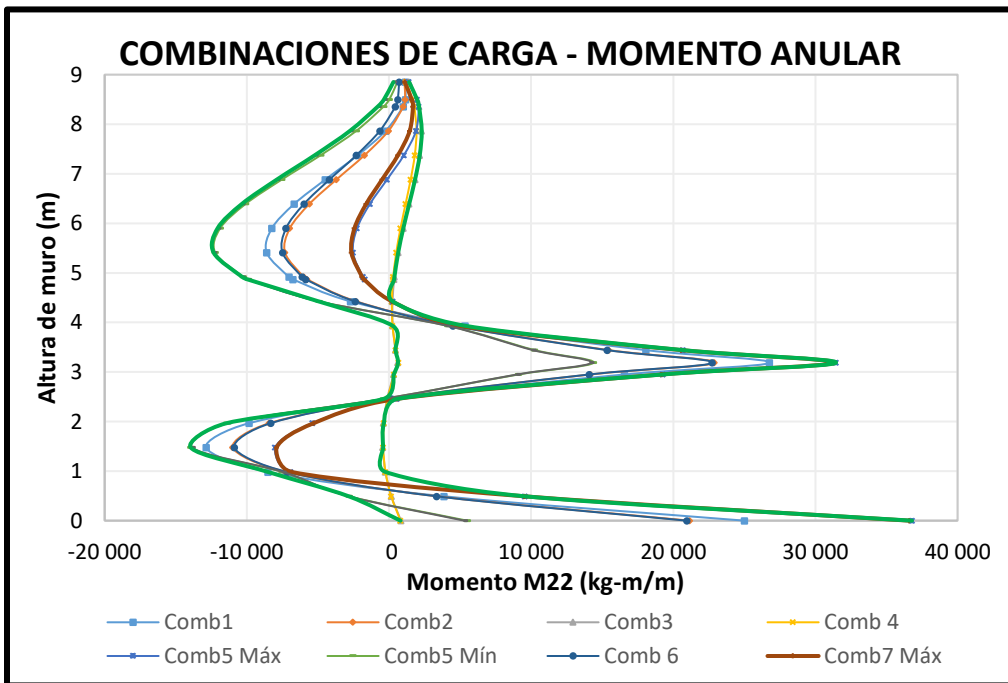
**Figura 4.4** Momentos  $M11$  y  $M22$  del muro del reservorio circular



**Figura 4.5** Combinaciones de carga -Momento M11 del muro del reservorio circular



**Figura 4.6** Combinaciones de carga - M22 del muro del reservorio circular

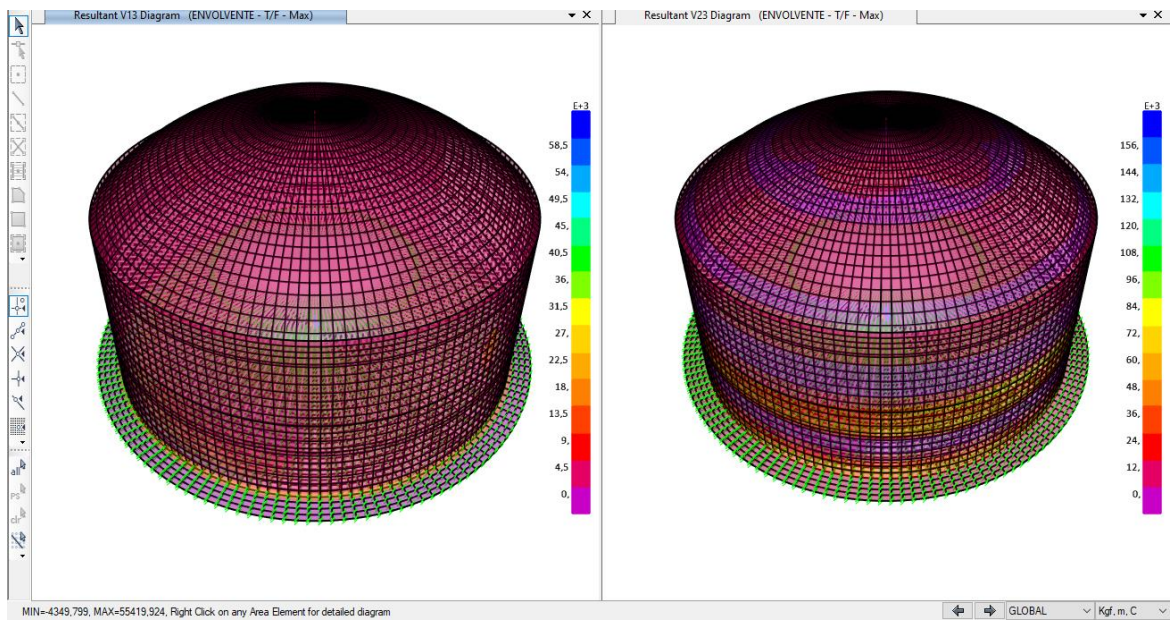




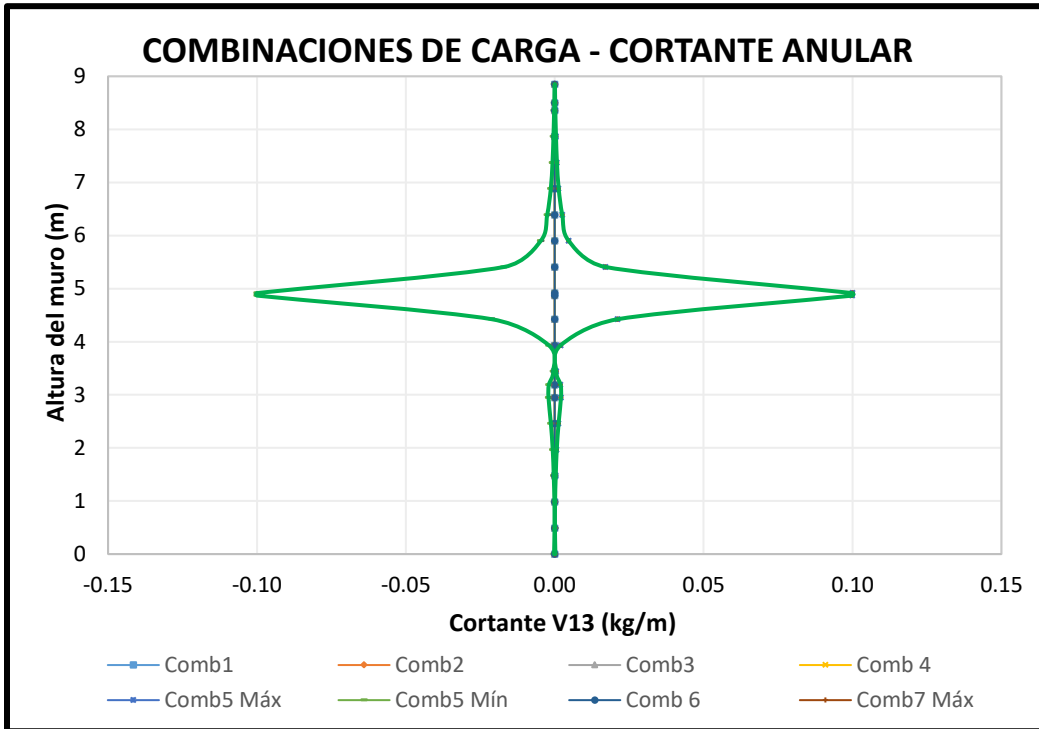
#### 4.1.3.1.7. Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.7, denominado como cortante V13. La Figura 4.8 y Figura 4.9 presentan los máximos cortantes V13 y V23 en el muro del reservorio circular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06.

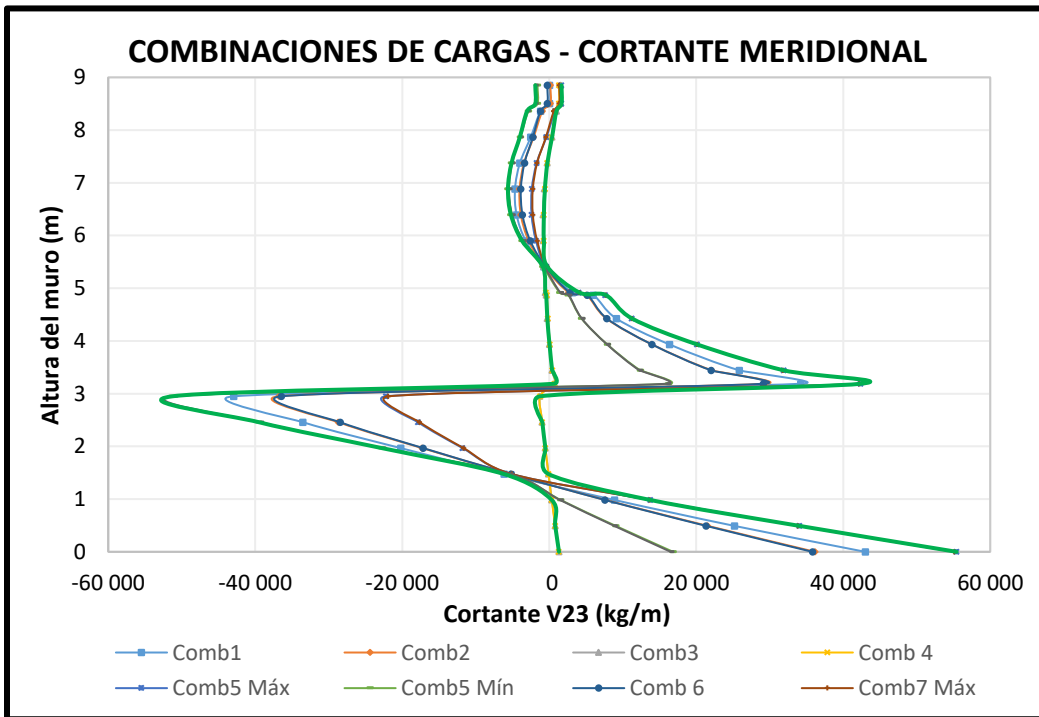
**Figura 4.7** Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio circular



**Figura 4.8** Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio circular



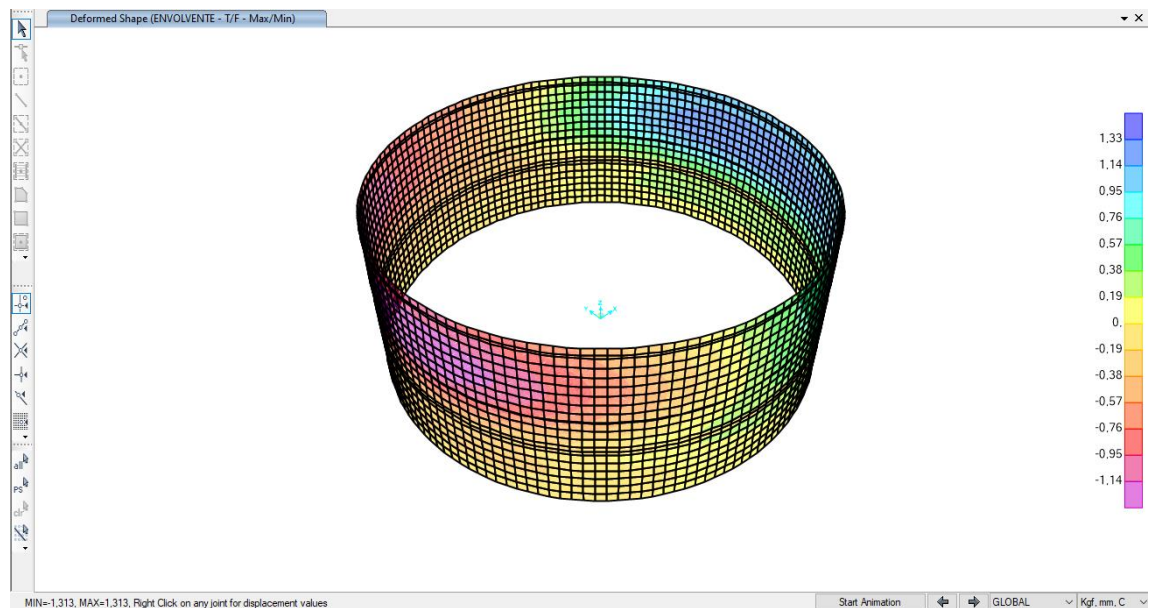
**Figura 4.9** Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio circular



#### 4.1.3.1.8. Deformación máxima

La deformación máxima del muro cilíndrico se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.10.

**Figura 4.10** Deformación máxima del muro del reservorio circular



#### 4.1.3.2. Reservorio rectangular

A diferencia del reservorio circular, el análisis del reservorio rectangular se realizó en 2 direcciones: dirección longitudinal y dirección transversal.

##### 4.1.3.2.1. Cortante basal dinámico

El mayor cortante basal dinámico, en ambas direcciones, se obtuvo aplicando la norma NTE E0.30 con respecto a los otros códigos usados (ASCE SEI 7-16 y ACI 350-06. Se debe tener en cuenta que el código ACI 350-06 se basa en algunos parámetros del código ASCE/SEI 7-16. Cabe precisar que el diseño del reservorio se realizó utilizando el código ACI 350-06. La Tabla 4.6 muestra los resultados mencionados.

**Tabla 4.6** Cortante basal dinámico del reservorio rectangular

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<i>Dirección Longitudinal</i>			
Cortante impulsiva, Vi:	1917,03 t	1874,43 t	1874,43 t
Cortante convectiva, Vc:	96,49 t	154,38 t	226,43 t
Cortante del suelo, Vs:	14,46 t	14,46 t	14,46 t
Cortante dinámico total, V:	1919,51 t	1880,83 t	1888,11 t
<i>Dirección Transversal</i>			
Cortante impulsiva, Vi:	1966,38 t	1922,68 t	1922,68 t
Cortante convectiva, Vc:	100,94 t	161,51 t	236,88 t
Cortante del suelo, Vs:	15,18 t	15,18 t	15,18 t
Cortante dinámico total, V:	1969,03 t	1929,51 t	1937,28 t

**4.1.3.2.2. Presión hidrodinámica**

La mayor presión hidrodinámica total en la base del reservorio rectangular fue calculada al emplear el código ACI 350 -06 en la dirección transversal, la cual es mayor que la presión hidrostática (7500 kg/m<sup>2</sup>). El diseño del reservorio rectangular se basó en las presiones hidrodinámicas obtenidas del código ACI 350-06. La Tabla 4.7 muestra las presiones hidrodinámicas involucradas.

**Tabla 4.7** Presión hidrodinámica total en la base del reservorio rectangular

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<i>Dirección Longitudinal</i>			
Presión dinámica impulsiva, pwi:	3147,26 kg/m <sup>2</sup>	3077,32 kg/m <sup>2</sup>	4923,71 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	115,39 kg/m <sup>2</sup>	184,62 kg/m <sup>2</sup>	216,62 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	627,32 kg/m <sup>2</sup>	613,38 kg/m <sup>2</sup>	981,41 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	1687,50 kg/m <sup>2</sup>	1980,00 kg/m <sup>2</sup>	1980,00 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	4136,24 kg/m <sup>2</sup>	4192,35 kg/m <sup>2</sup>	6232,00 kg/m <sup>2</sup>

#### Dirección Transversal

Presión dinámica impulsiva, pwi:	6268,96 kg/m <sup>2</sup>	6129,65 kg/m <sup>2</sup>	9807,44 kg/m <sup>2</sup>
Presión dinámica convectiva, pwc:	221,79 kg/m <sup>2</sup>	354,86 kg/m <sup>2</sup>	416,37 kg/m <sup>2</sup>
Presión inercial total, pt:	612,71 kg/m <sup>2</sup>	599,09 kg/m <sup>2</sup>	958,55 kg/m <sup>2</sup>
Presión por aceleración vertical, pvy:	1687,50 kg/m <sup>2</sup>	1980,00 kg/m <sup>2</sup>	1980,00 kg/m <sup>2</sup>
Presión total en la base, p:	7089,02 kg/m <sup>2</sup>	7022,98 kg/m <sup>2</sup>	10954,46 kg/m <sup>2</sup>

#### **4.1.3.2.3. Momento de volteo**

Los momentos de volteo, obtenidos incluyendo la condición IBP, cumplen con el mínimo factor de seguridad para la estabilidad vertical del reservorio rectangular. La Tabla 4.8 muestra los momentos calculados en ambas direcciones de análisis, tanto para el caso de reservorio lleno, así como vacío.

**Tabla 4.8** Momentos flectores y de volteo del reservorio rectangular

Descripción	Códigos / Normas		
	NTE E.030	ASCE/SEI 07-16	ACI 350.06
<u>Dirección Longitudinal</u>			
<i>Estado lleno</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	9269,05 t-m	9063,07 t-m	14500,91 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	16061,19 t-m	15704,27 t-m	25126,84 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	395,91 t-m	633,46 t-m	743,26 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	897,68 t-m	1436,28 t-m	1685,24 t-m
Momento flector total, Mb:	9277,50 t-m	9085,18 t-m	14519,95 t-m
Momento de volteo total, M'o:	16086,25 t-m	15769,82 t-m	25183,29 t-m
<i>Estado vacío</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	6234,19 t-m	6095,65 t-m	9753,05 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	6728,34 t-m	6578,82 t-m	10526,11 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, Mb:	6234,19 t-m	6095,65 t-m	9753,05 t-m
Momento de volteo total, M'o:	6728,34 t-m	6578,82 t-m	10526,11 t-m
<u>Dirección Transversal</u>			
<i>Estado lleno</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	9407,85 t-m	9198,79 t-m	14718,06 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	16032,19 t-m	15675,92 t-m	25081,48 t-m

Momento flector convectivo, Mc:	417,39 t-m	667,82 t-m	783,57 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	887,98 t-m	1420,77 t-m	1667,04 t-m
Momento flector total, Mb:	9417,11 t-m	9223,00 t-m	14738,91 t-m
Momento de volteo total, M'o:	16056,77 t-m	15740,18 t-m	25136,82 t-m
<i>Estado vacío</i>			
Momento flector impulsivo, Mi:	6234,19 t-m	6095,65 t-m	9753,05 t-m
Momento de volteo impulsivo, M'i:	6728,34 t-m	6578,82 t-m	10526,11 t-m
Momento flector convectivo, Mc:	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento de volteo convectivo, M'c:	0,00 t-m	0,00 t-m	0,00 t-m
Momento flector total, Mb:	6234,19 t-m	6095,65 t-m	9753,05 t-m
Momento de volteo total, M'o:	6728,34 t-m	6578,82 t-m	10526,11 t-m

#### 4.1.3.2.4. *Altura de desborde*

La altura de desborde diseñada es mayor a la mínima calculada al emplear los códigos ASCE/SEI 7-16 y ACI 350-06, con lo cual cumple con dicha condición a tener en cuenta. La Tabla 4.9 muestra los resultados mencionados.

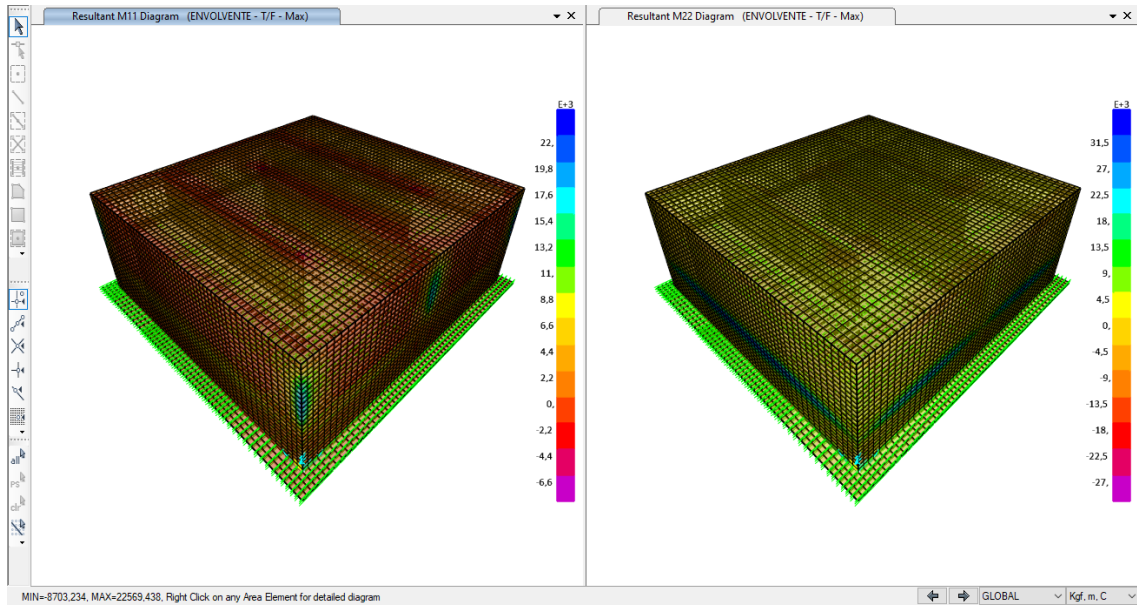
**Tabla 4.9** *Altura de desborde mínimo del reservorio rectangular*

Descripción	Longitudinal	Transversal
Borde libre mínimo:	0,26 m	0,27 m
CONDICIÓN:	CUMPLE	CUMPLE

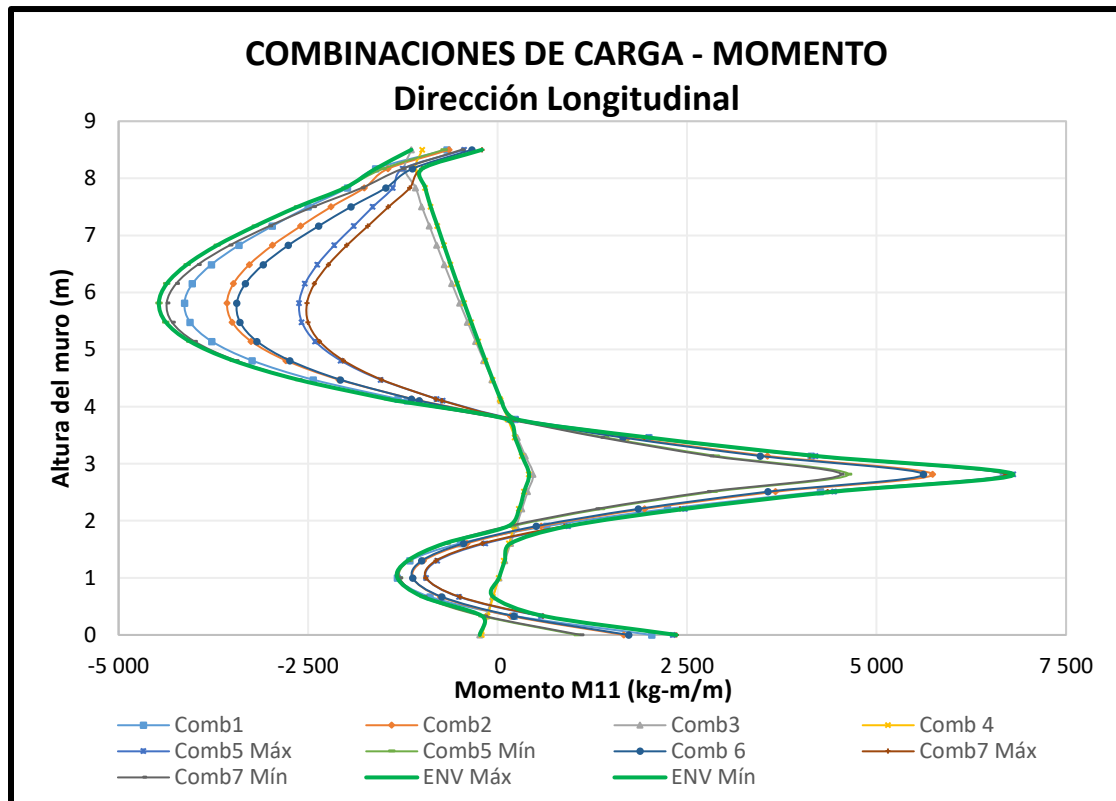
#### 4.1.3.2.5. *Esfuerzo a flexión*

El esfuerzo a flexión se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.11, denominado como momento M11. La Figura 4.12 y Figura 4.13 presentan los máximos momentos M11 y M22 en el muro del reservorio rectangular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06, y en la dirección longitudinal de análisis.

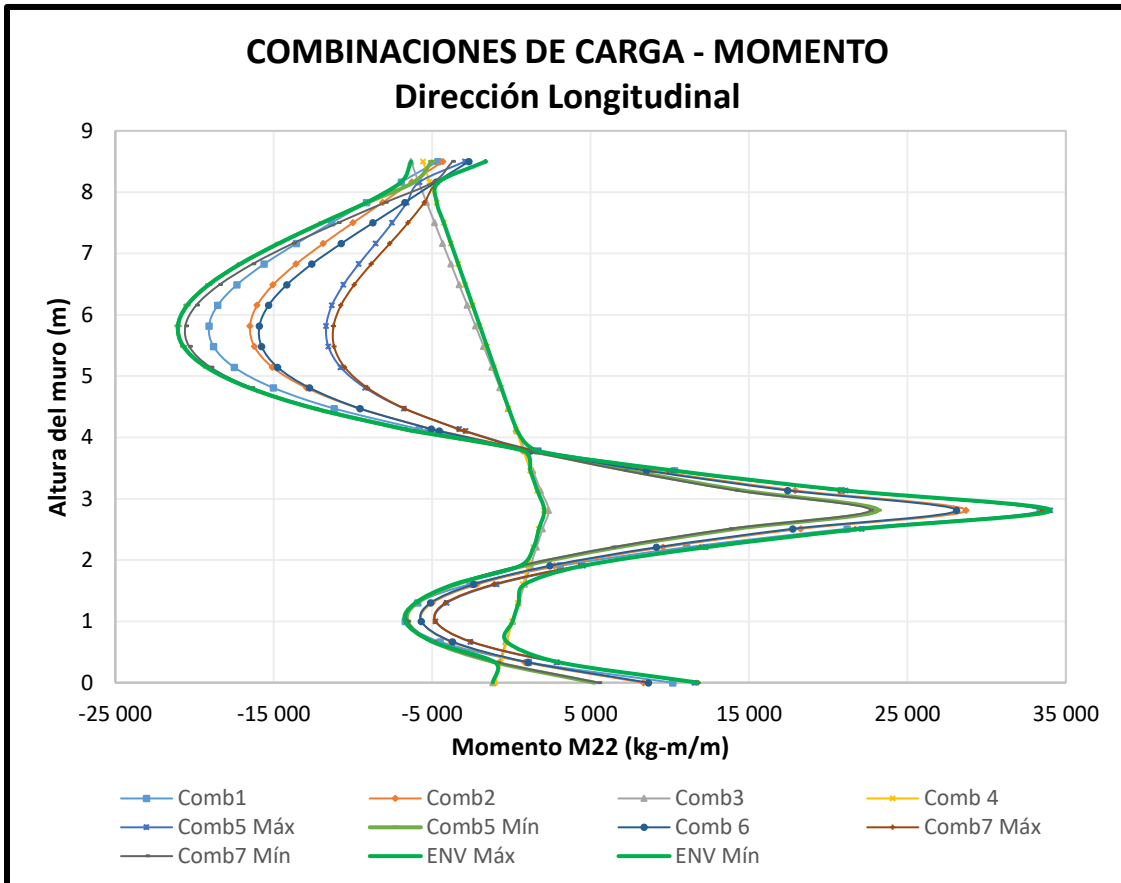
**Figura 4.11** Momentos  $M_{11}$  y  $M_{22}$  del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal



**Figura 4.12** Combinaciones de carga - Momento  $M_{11}$  del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal



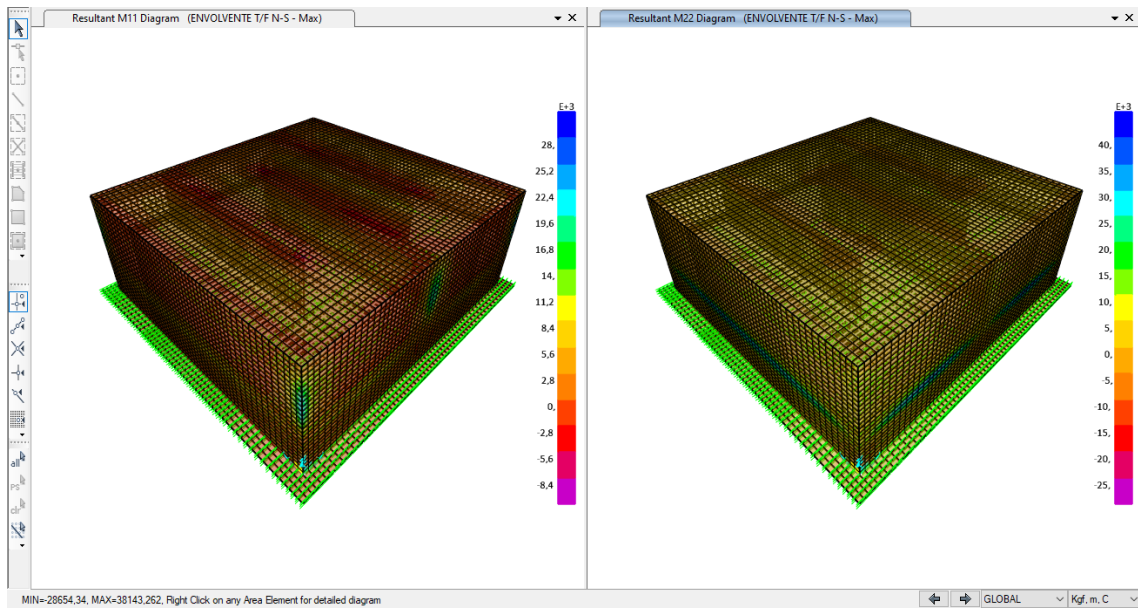
**Figura 4.13** *Combinaciones de carga - Momento M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal*



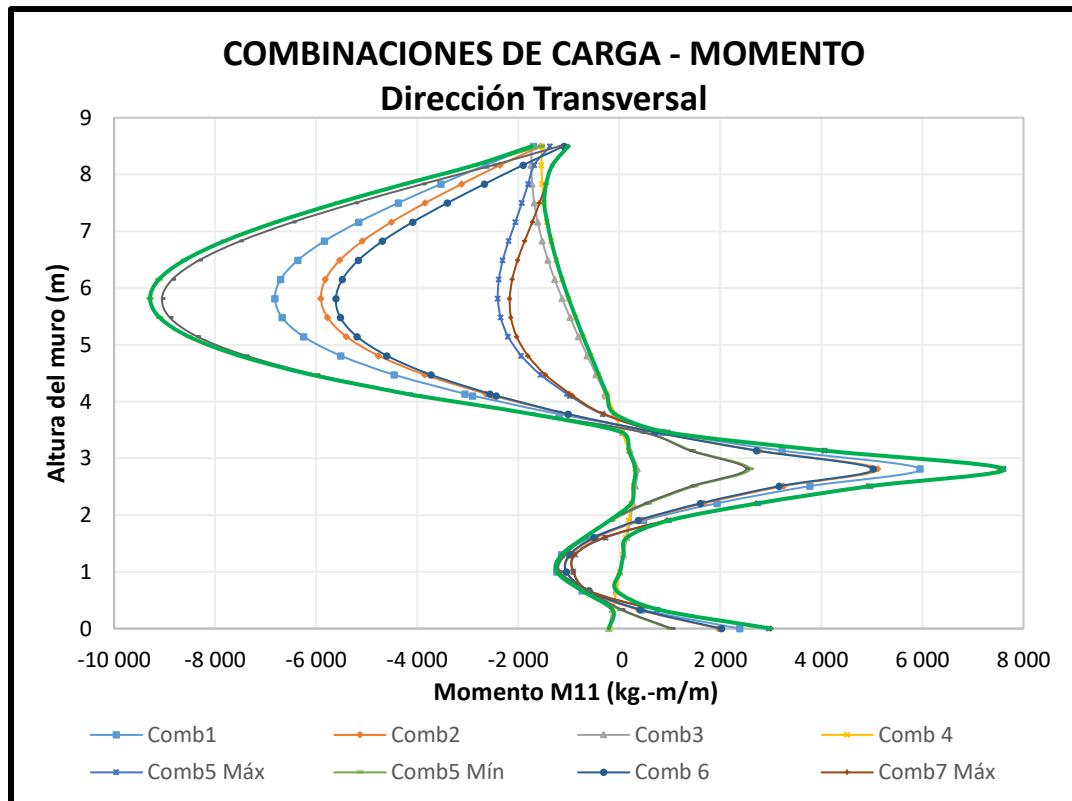
La distribución del esfuerzo a flexión, en la dirección transversal de análisis, se muestra en la Figura 4.14. La Figura 4.15 y Figura 4.16 presentan los máximos momentos M11 y M22 en el muro del reservorio rectangular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06, y en la misma dirección de análisis.



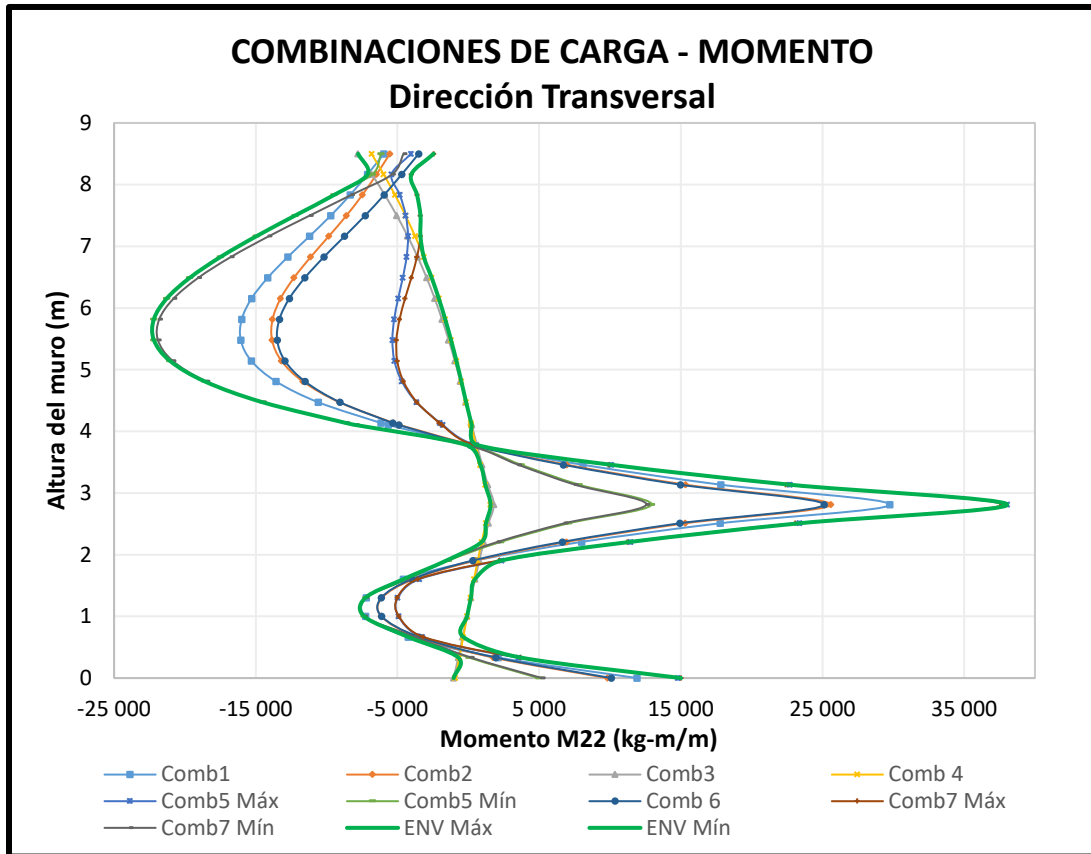
**Figura 4.14** Momentos  $M_{11}$  y  $M_{22}$  del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal



**Figura 4.15** Combinaciones de carga - Momento  $M_{11}$  del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal



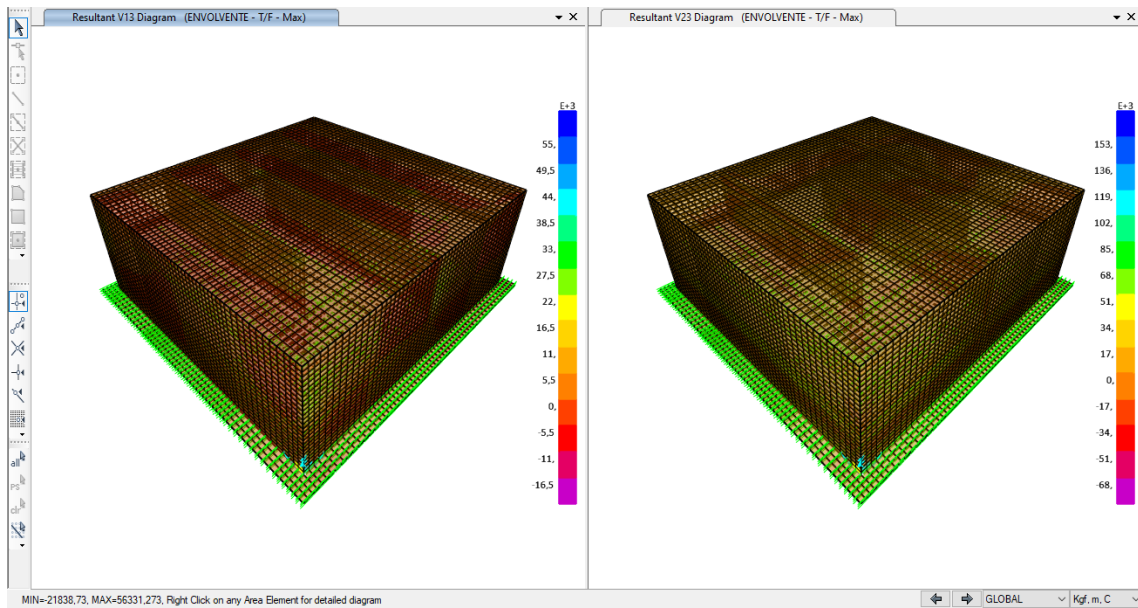
**Figura 4.16** *Combinaciones de carga - Momento M22 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal*



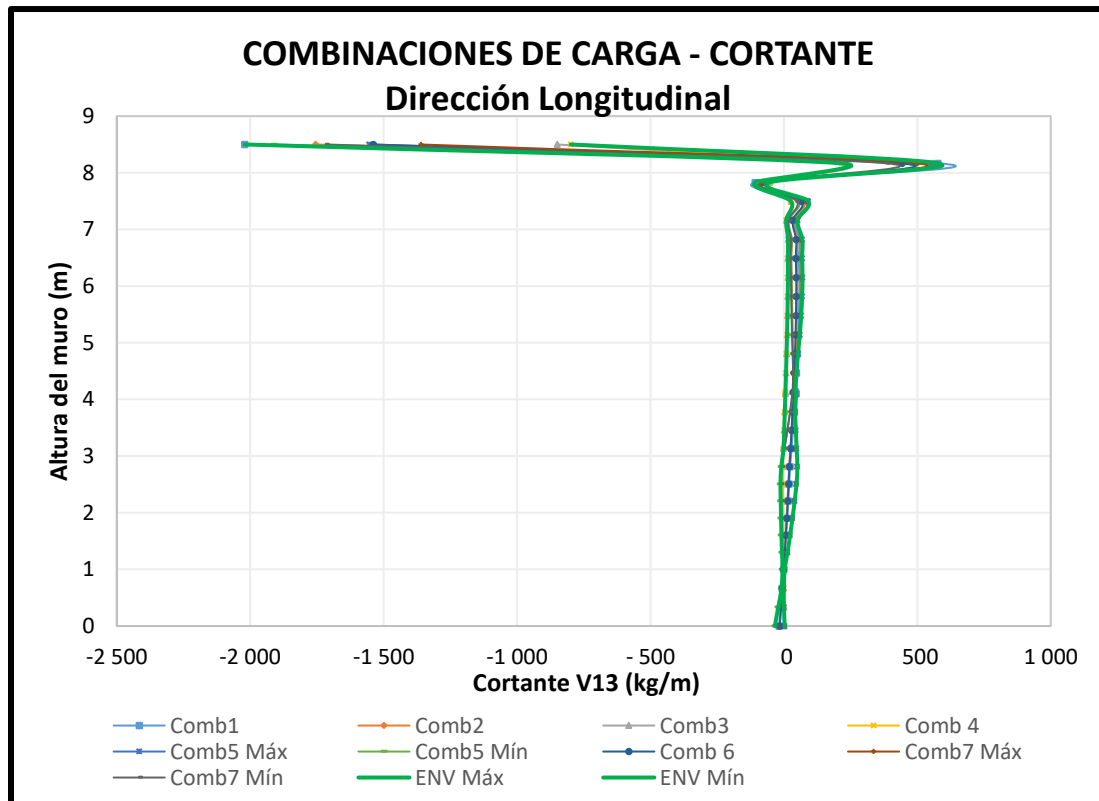
#### 4.1.3.2.6. *Esfuerzo cortante*

El esfuerzo cortante se calculó con el uso de un software de análisis estructural y su distribución se muestra en la Figura 4.17, denominado como cortante V23. La Figura 4.18 y Figura 4.19 presentan los máximos cortantes V13 y V23 en el muro del reservorio rectangular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06, y en la dirección longitudinal de análisis.

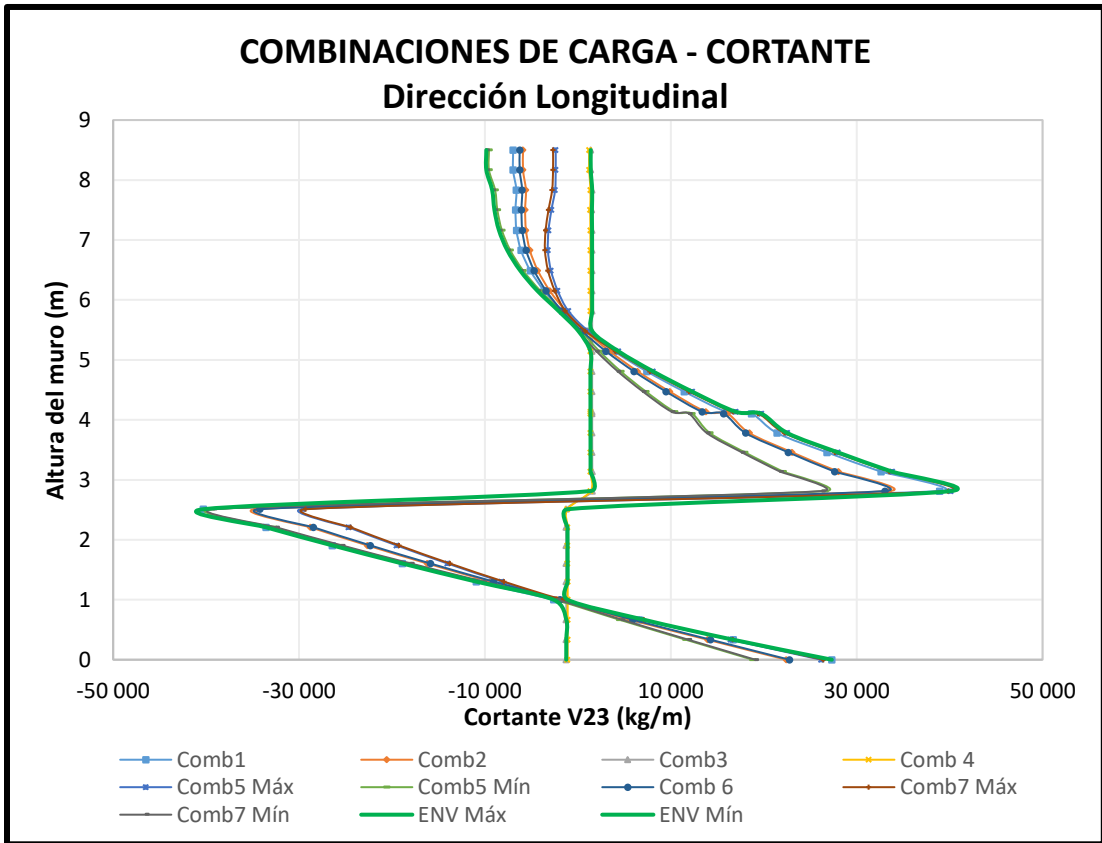
**Figura 4.17** Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal



**Figura 4.18** Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal

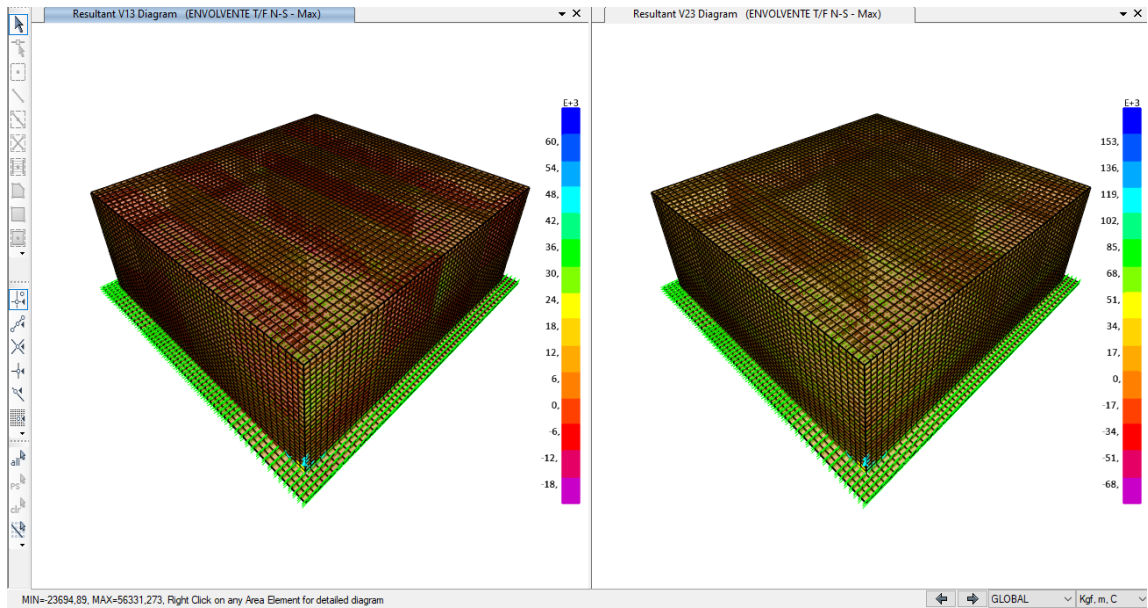


**Figura 4.19** Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección longitudinal

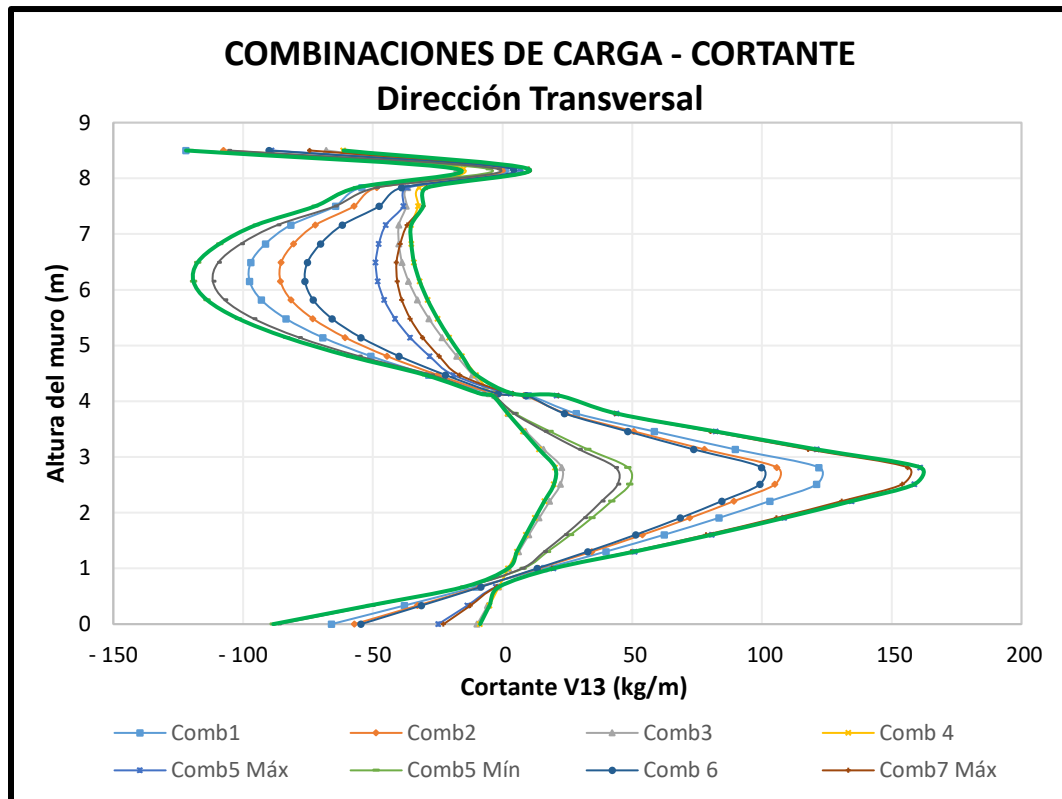


La distribución del esfuerzo cortante, en la dirección transversal de análisis, se muestra en la Figura 4.20. La Figura 4.21 y Figura 4.22 presentan los máximos cortantes V13 y V23 en el muro del reservorio rectangular, según las combinaciones de carga empleadas y estipuladas en el código ACI 350-06, y en la misma dirección de análisis.

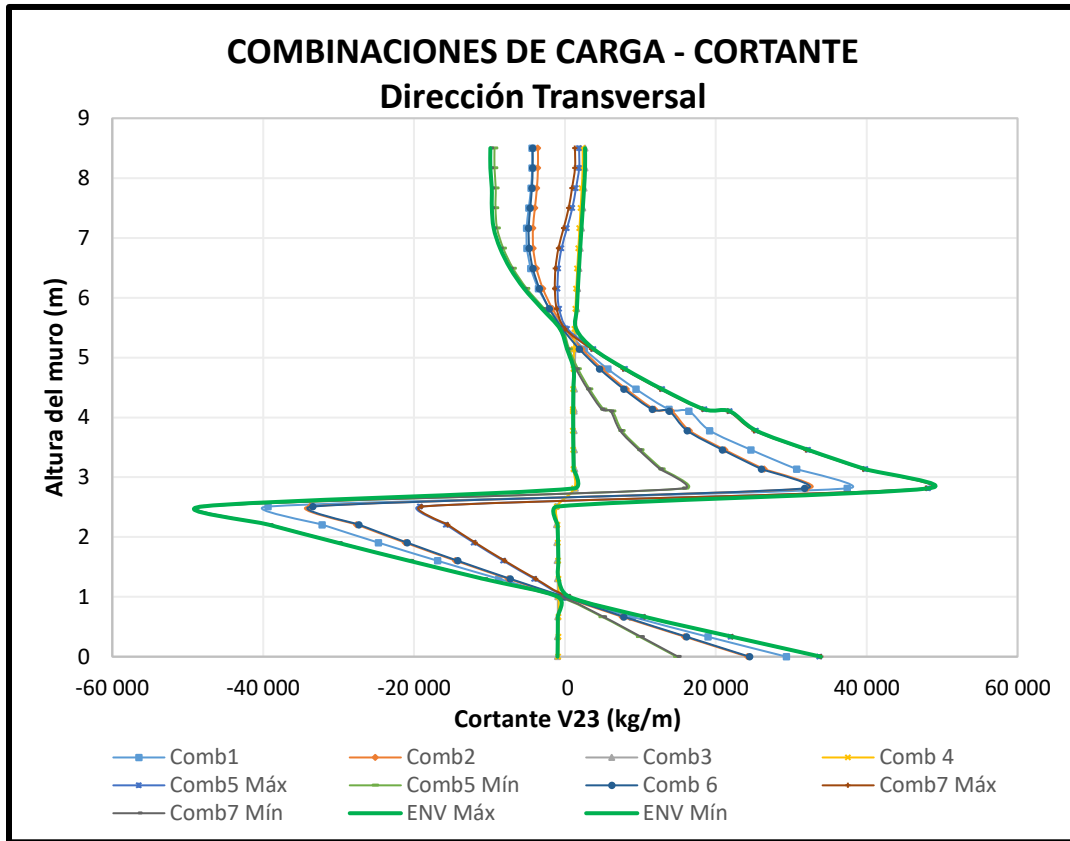
**Figura 4.20** Cortantes V13 y V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal



**Figura 4.21** Combinaciones de carga - Cortante V13 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal



**Figura 4.22** *Combinaciones de carga - Cortante V23 del muro del reservorio rectangular - Dirección transversal*

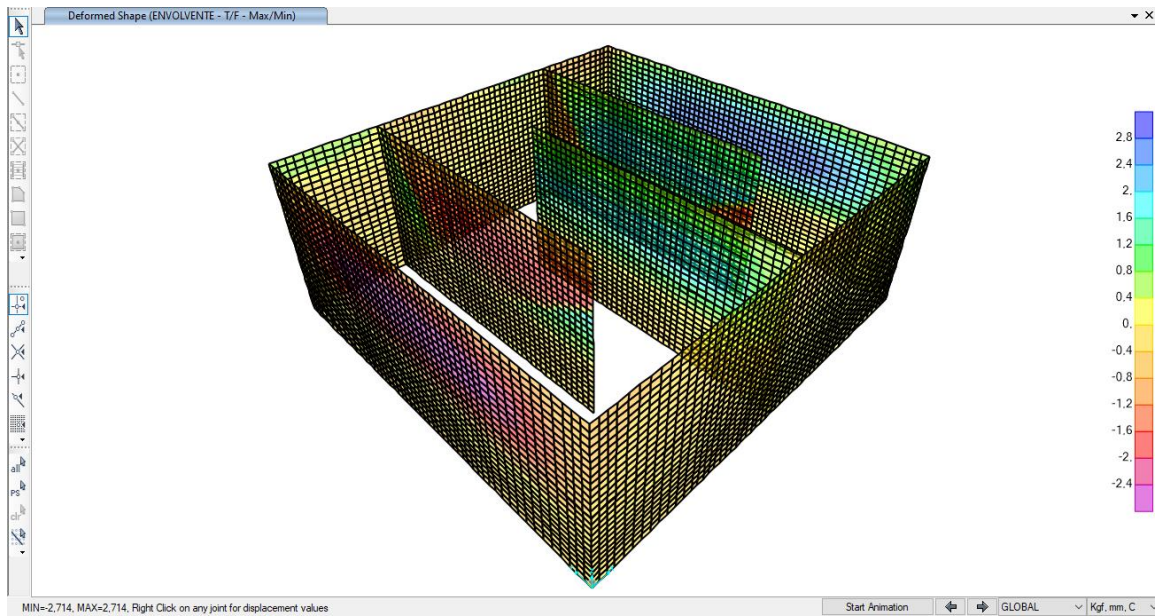


#### 4.1.3.2.7. *Deformación máxima*

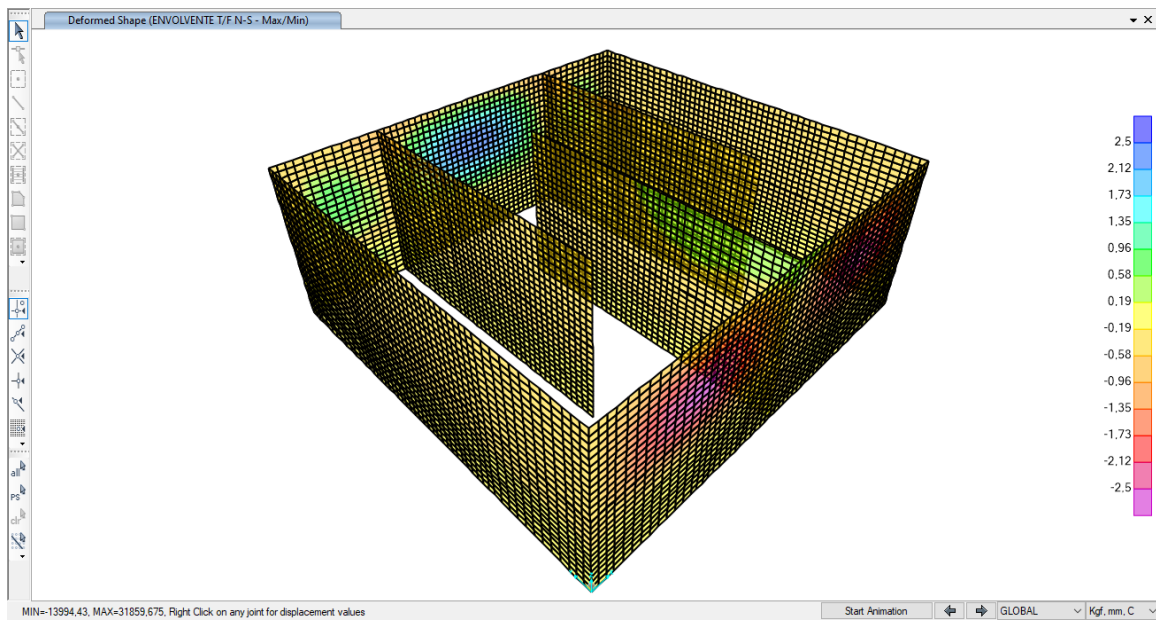
La deformación máxima del muro del reservorio rectangular se calculó con el uso de un software de análisis estructural. La Figura 4.23 y Figura 4.24 muestran la distribución de la deformación máxima en la dirección longitudinal y transversal de análisis, respectivamente.



**Figura 4.23** Deformación máxima de los muros del reservorio rectangular - Dirección longitudinal



**Figura 4.24** Deformación máxima de los muros del reservorio rectangular - Dirección transversal



#### 4.1.4. Diseño estructural

**Tabla 4.10** *Diseño estructural del reservorio circular*

<b>Descripción</b>	<b>Top Face</b>	<b>Bottom Face</b>
<u>Refuerzo Tangencial</u>		
Muro cilíndrico (refuerzo horizontal)		
De 0 - 4,90 m	1 Ø 3/4 " @ 17,5 cm	1 Ø 3/4 " @ 17,5 cm
De 4,90 - 8,85 m	1 Ø 3/4 " @ 15 cm	1 Ø 3/4 " @ 15 cm
Viga anular	1 Ø 3/4 " @ 20 cm	1 Ø 3/4 " @ 20 cm
Cúpula	1 Ø 1/2 " @ 20 cm	1 Ø 1/2 " @ 20 cm
Losa de cimentación	1 Ø 1/2 " @ 27,5 cm	1 Ø 1/2 " @ 27,5 cm
Zapata	1 Ø 3/4 " @ 22,5 cm	1 Ø 3/4 " @ 22,5 cm
<u>Refuerzo Radial</u>		
Muro cilíndrico (refuerzo vertical)	1 Ø 3/4 " @ 20 cm	1 Ø 3/4 " @ 20 cm
Viga anular	Estribos Ø 3/8" @ 20 cm	
Cúpula	1 Ø 1/2 " @ 20 cm	1 Ø 1/2 " @ 20 cm
Losa de cimentación	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 30 cm
Zapata	1 Ø 1 " @ 22,5 cm	1 Ø 3/4 " @ 22,5 cm

**Tabla 4.11** *Diseño estructural del reservorio rectangular*

<b>Descripción</b>	<b>Top Face</b>	<b>Bottom Face</b>
<u>Refuerzo Longitudinal</u>		
Muros (refuerzo horizontal)		
Exteriores	1 Ø 5/8 " @ 25 cm	1 Ø 5/8 " @ 25 cm
Interiores	1 Ø 5/8 " @ 25 cm	1 Ø 5/8 " @ 25 cm
Techo	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 20 cm
Losa de cimentación	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 20 cm
Zapata	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 17,5 cm
<u>Refuerzo Transversal</u>		
Muros (refuerzo vertical)		
Exteriores	1 Ø 3/4 " @ 17,5 cm	1 Ø 3/4 " @ 17,5 cm
Interiores (De 0 - 7,5 m)	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 20 cm
Interiores (De 7,5 - 15 m)	1 Ø 5/8 " @ 30 cm	1 Ø 5/8 " @ 30 cm
Techo	1 Ø 1/2" @ 17,5 cm	1 Ø 5/8 " @ 20 cm
Losa de cimentación	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 25 cm
Zapata	1 Ø 5/8 " @ 20 cm	1 Ø 5/8 " @ 17,5 cm



#### 4.1.5. Presupuesto

En la Tabla 4.12, se muestra la comparación entre el presupuesto del reservorio circular y el reservorio rectangular, pudiéndose observar que el reservorio circular resulta ser la alternativa más económica para el presente estudio.

**Tabla 4.12** Comparación de presupuestos de los reservorios

Ítem	Descripción	Reservorio Circular	Reservorio Rectangular
1	<b>Costo Directo</b>	<b>S/. 2.937.479,63</b>	<b>S/. 3.549.063,13</b>
2	Gastos Generales (10% CD)	S/. 293.747,96	S/. 354.906,31
3	Utilidad (8% CD)	S/. 234.998,37	S/. 283.925,05
4	<b>Sub Total</b>	<b>S/. 3.466.225,96</b>	<b>S/. 4.187.894,49</b>
5	IGV (18%)	S/. 623.920,67	S/. 753.821,01
6	<b>Presupuesto Total</b>	<b>S/. 4.090.146,63</b>	<b>S/. 4.941.715,50</b>

#### 4.2. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

Los resultados del análisis estructural del reservorio circular y rectangular fueron seleccionados y ordenados según la Tabla 4.13. Se debe tener en cuenta que el modelamiento y diseño estructural de ambos reservorios se realizaron aplicando el código ACI 350-06.

**Tabla 4.13** Comportamiento sísmico del reservorio circular y rectangular según el código ACI 350-06

Descripción	Reservorio circular	Reservorio rectangular	
		Longitudinal	Transversal
Cortante dinámico basal (t)	1754,15	1888,11	1937,28
Presión hidrodinámica basal (kg/m <sup>2</sup> )	14003,70	6232,00	10954,46
Momento flector basal (t-m)	13842,54	14519,95	14738,91
Momento de volteo basal (t-m)	24527,62	25183,29	25136,82
Factor de seguridad			
Por deslizamiento	1,67	1,73	1,69
Por volteo	2,26	2,34	2,25
Deformación máxima del muro (mm)	1,31	2,71	2,33
Esfuerzo a flexión M11 (kg-m/m)	7358,46	6805,64	7607,46
Esfuerzo a flexión M22 (kg-m/m)	36792,31	34028,21	38037,3
Esfuerzo cortante V13 (kg/m)	0,1	-2020,54	161
Esfuerzo cortante V23 (kg/m)	55427,69	-40285,89	48133,92

El cortante dinámico basal del reservorio circular fue menor con respecto a los obtenidos en las direcciones de análisis del reservorio rectangular. Esto se debe a que el reservorio circular es menos pesado que el reservorio rectangular, lo cual significa un importante ahorro en materiales de construcción.

La presión hidrodinámica es una carga fundamental en el análisis dinámico de los reservorios, siendo mayor que la presión hidrostática en ambos casos. Ahora, la presión hidrodinámica basal (resultante de la presión impulsiva, convectiva, inercial y por aceleración vertical en la base del muro) del reservorio circular fue mayor que las obtenidas en ambas direcciones de análisis del reservorio rectangular. Esto significa que el reservorio circular fue sometido a cargas dinámicas mayores que las aplicadas en el reservorio rectangular.

Los momentos de flector y de volteo en la base de los reservorios permiten determinar el factor de seguridad por deslizamiento y volteo. Se aprecia que los momentos obtenidos en el reservorio circular son menores a los calculados en el reservorio rectangular.

Los factores de seguridad en la dirección transversal de análisis del reservorio rectangular fueron menores que los obtenidos en la dirección longitudinal. En el caso del reservorio circular, los factores de seguridad que presentan son aproximadamente iguales a los calculados en la dirección transversal de análisis del reservorio rectangular. En ambos casos, todos los factores de seguridad son mayores a 1,5 con lo cual cumplen la verificación de estabilidad por deslizamiento y vuelco.

La deformación máxima del muro del reservorio circular es mucho menor que los obtenidos en las 2 direcciones de análisis del reservorio rectangular, lo cual significa que el muro cilíndrico tuvo mejor resistencia que los muros del reservorio rectangular.

Los esfuerzos de los muros de los reservorios (circular y rectangular) fueron obtenidos usando un software de análisis y diseño estructural. Los máximos esfuerzos desarrollados en los muros del reservorio rectangular se presentaron en la dirección transversal de análisis, por lo que éstos fueron objeto de comparación con los esfuerzos calculados en el muro del reservorio circular. Se aprecia que los esfuerzos a flexión y cortante ( $M_{11}$ ,  $M_{22}$ ,  $V_{13}$  y  $V_{23}$ ) del muro cilíndrico fueron menores que los máximos determinados en los muros del reservorio rectangular. Esto quiere decir que el reservorio circular muestra un mejor comportamiento estructural con respecto al reservorio rectangular.

Por último, el presupuesto del reservorio circular fue menor que el presupuesto del reservorio rectangular, tal como se aprecia en la Tabla 4.12.

En resumen, los resultados de la investigación confirman las conclusiones obtenidas en los antecedentes, por parte de Silva (2013), Suárez (2014) y Tunque (2018).

#### **4.3. Contrastación de Hipótesis**

Se ejecutó el análisis, diseño estructural y presupuesto del reservorio circular y rectangular, con volúmenes de almacenamiento de 3000 m<sup>3</sup> y una proyección de 20 años cada uno. La comparación en la interpretación y discusión de resultados corrobora la hipótesis planteada del presente informe, pues el reservorio circular es el diseño estructural más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en Nuevo Chimbote.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

- El reservorio circular es el diseño estructural más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en Nuevo Chimbote.
- Las coordenadas UTM WGS 84 de la ubicación del reservorio circular son 776 501,7 E y 8 990 884,5 N; perteneciente a la zona 17S (hemisferio sur) y de cota igual a 164 m.
- El volumen de almacenamiento requerido es 6000 m<sup>3</sup>, proyectado en 2 reservorios de 3000 m<sup>3</sup> con un periodo de diseño de 20 años.
- La presión hidrodinámica total predomina sobre la presión hidrostática en caso de sismo y aplicando el código ACI 305-06, ya sea en el reservorio circular o rectangular.
- El reservorio circular está sometido a mayores cargas sísmicas (presiones hidrodinámicas) que el reservorio rectangular.
- El comportamiento estructural del reservorio circular presenta mejores respuestas sísmicas que el comportamiento estructural del reservorio rectangular:

Descripción	Reservorio circular	Reservorio rectangular	
		Longitudinal	Transversal
Cortante dinámico basal (t)	1754,15	1888,11	1937,28
Presión hidrodinámica basal (kg/m <sup>2</sup> )	14003,70	6232,00	10954,46
Momento flector basal (t-m)	13842,54	14519,95	14738,91
Momento de volteo basal (t-m)	24527,62	25183,29	25136,82
Factor de seguridad			
Por deslizamiento	1,67	1,73	1,69
Por volteo	2,26	2,34	2,25
Deformación máxima del muro (mm)	1,31	2,71	2,33
Esfuerzo a flexión M11 (kg-m/m)	7358,46	6805,64	7607,46
Esfuerzo a flexión M22 (kg-m/m)	36792,31	34028,21	38037,3
Esfuerzo cortante V13 (kg/m)	0,1	-2020,54	161
Esfuerzo cortante V23 (kg/m)	55427,69	-40285,89	48133,92

- El espesor del muro del reservorio circular será 0,60 m, con un refuerzo horizontal (tangencial) de 1 Ø 3/4 " @ 15,00 cm y @ 17,50 cm dependiendo de la altura del muro en ambas caras y un refuerzo vertical de 1 Ø 3/4 " @ 20,00 cm en ambas caras.
- La sección transversal de la viga anular será 0,80 x 0,90 m<sup>2</sup>, con un refuerzo tangencial de 1 Ø 3/4 " @ 20,00 cm en ambas caras y estribos Ø 3/8 " @ 20,00 cm.
- El espesor de la cúpula será 0,15 m y de 0,35 m en zonas próximas a la unión cúpula - viga, con un refuerzo tangencial y radial de 1 Ø 1/2 " @ 20,00 cm en ambas caras.
- El espesor de la losa de cimentación será 0,30 m, con un refuerzo tangencial de 1 Ø 1/2 " @ 27,50 cm en ambas caras y un refuerzo radial de 1 Ø 5/8 " @ 20,00 cm en la cara superior y @ 30,00 cm en la cara inferior.
- El voladizo inferior en la cimentación del reservorio circular será 0,90 m, el cual aporta peso y estabilidad junto al peso del relleno a emplear.
- El ancho de la zapata circular será 2,40 m y el peralte será 0,80 m, con un refuerzo tangencial de 1 Ø 3/4 " @ 22,50 cm en ambas caras y un refuerzo radial de 1 Ø 1 " @ 22,50 cm en la cara superior y 1 Ø 3/4 " @ 22,50 cm en la cara inferior.
- El costo del presupuesto de los reservorios circulares (2 unidades) será S/ 4 090 146,63 (cuatro millones noventa mil ciento cuarenta y seis con 63/100 soles), más económico que el costo de los reservorios rectangulares (2 unidades), el cual fue S/ 4 941 715,50 (cuatro millones novecientos cuarenta y un mil setecientos quince con 50/100 soles).

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento cree y publique una norma peruana sobre los efectos debido a sismo en reservorios, los cuales deben seguir operando después del evento telúrico por ser clasificados como estructuras esenciales.
- Se recomienda que para el diseño de reservorios se trabaje con todas las combinaciones de cargas estipuladas en el código ACI 350-06, siendo útiles para el diseño y verificación de los componentes estructurales del tanque: muros, losa de fondo, zapata, cúpula o losa de techo según corresponda.
- Se recomienda que los reservorios sean analizados bajo consideraciones de durabilidad estipuladas en el código ACI 350-06 u otra normativa similar.
- El diámetro del acero de refuerzo empleado en estructuras contenedoras de líquidos debe ser mínimamente 1/2".
- La cuantía mínima recomendable es 0.003 para el diseño de cualquier elemento estructural en reservorios, ya sean apoyados, elevados o enterrados.
- Si la altura de las paredes del reservorio es al menos 3m, es aconsejable usar un espesor mínimo de 30 cm.
- Para estructuras en contacto permanente con agua y/o suelos con alto contenido de sales, se recomienda diseñar con un concreto de resistencia a la compresión mínima  $f'c$  igual a 280 kg/cm<sup>2</sup>.
- Respetar los recubrimientos mínimos de los elementos estructurales, siendo igual a 7cm cuando se encuentran en contacto con el suelo y 5cm en general.
- Asegurar por lo menos 1/3 del acero de refuerzo en una de las caras (superior o inferior) de los elementos estructurales, distribuyéndose el refuerzo restante en la otra cara.

- La investigación fue enfocada a la comparación del comportamiento sísmico según la geometría de los reservorios apoyados: circular y rectangular; por lo que se recomienda que se amplíe la línea de investigación analizando reservorios enterrados y/o elevados.
- Para obtener una propuesta más económica, se recomienda considerar el desperdicio del acero para cada diámetro de acero utilizado en el diseño de los reservorios, con lo cual se optimiza la cantidad de acero requerido en el metrado, y consecuentemente, en el presupuesto.



## 6. Referencias Bibliográficas y Virtuales

- ACI (2006) *Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary*.
- ACI (2014) *Building Code Requirements for Structural Concrete*.
- ASCE (2016) *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and other structures*.
- Arévalo, P. & Barahona, R. (2013). *Diseño comparativo de tanques para el almacenamiento de agua de hormigón armado, enterrados hasta el nivel de tapa* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Braja M. Das (2001) *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning Editores
- CAPECO (2015) *Costos y presupuestos en edificaciones*.
- Guillén, M., Rojas, A. (2017). *Análisis del comportamiento dinámico del agua en tanques apoyados rectangulares y cilíndricos bajo acción sísmica* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Housner, G. (1963) *Dynamic pressures on accelerated fluid container*. Bulletin of the Seismological Society of America.
- Javeed A. Munshi (1998) *Rectangular Concrete Tanks*. PCA
- Meyerhof, G.G. (1963) Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations. Canadian Geotechnical Journal, 1, 16-26. <http://dx.doi.org/10.1139/t63-003>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011) *Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Lima, Perú
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú.

- Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote (2017). *Mejoramiento y ampliación del sistema de almacenamiento de agua cruda para la planta de tratamiento de agua potable del distrito de nuevo Chimbote-Santa-Ancash*. Recuperado de [http://ofi5.mef.gob.pe/appFs/Download.aspx?f=20996\\_MDMDNCT000\\_201794\\_9185.pdf](http://ofi5.mef.gob.pe/appFs/Download.aspx?f=20996_MDMDNCT000_201794_9185.pdf)
- Narvaez, R. (s.f.) *Sistema de abastecimiento de agua*
- Otazzi, G. (2014). *Apuntes del curso Concreto Armado I*. Lima, Perú: PUCP.
- Palomino, A. (2014) *Diseño de reservorios apoyados*. Cajamarca, Perú
- PCA Staff (1993) *Circular Concrete Tanks whitout prestressing*. PCA
- Silva, MA. (2013). *Evaluación del comportamiento estructural de reservorios apoyados de concreto armado de sección rectangular y circular* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Suarez, H. (2014). *Análisis y diseño de tanques y tuberías enterradas bajo cargas sísmicas* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, Ecuador.
- Tunque, C. (2018). *Análisis de un reservorio apoyado según el código ACI.350; tomando como base el modelo mecánico equivalente propuesto por G.W. Housner* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Vierendel (2009) *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. 4° Edición.
- Wilson, E.L., Der Kiureghian, A. and Bayo, E.P. (1981) A Replacement for the SRSS Method in Seismic Analysis. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 9, 187-194. <https://doi.org/10.1002/eqe.4290090207>

## 7. Anexos

### 7.1. Matriz de Consistencia Metodológica

Debido a su tamaño, la matriz de consistencia metodológica será impresa en papel A2.

### 7.2. Estudio de Mecánica de Suelos

*Método de Prueba Estándar para Absorción y Peso Específico Aparente de Roca*

Uso de la Norma ASTM C97

#### 1. Pesos

##### a. Pesos secos

Descripción	Peso (g)		
	46° hora	47° hora	48° hora
Tara:	135.2	135.2	135.2
Tara + PS1:	1656.7	1657.1	1657.1
Tara + PS2:	1433.2	1433.1	1433.1
Tara + PS3:	996.1	995.0	995.0
Tara + PS4:	992.2	992.3	992.3
Tara + PS5:	967.8	967.9	967.9
Tara + PS6:	1061.9	1062.0	1062.0
Tara + PS7:	3160.1	3159.9	3159.9
<b>PS1:</b>		<b>1521.9</b>	
<b>PS2:</b>		<b>1297.9</b>	
<b>PS3:</b>		<b>859.8</b>	
<b>PS4:</b>		<b>857.1</b>	
<b>PS5:</b>		<b>832.7</b>	
<b>PS6:</b>		<b>926.8</b>	
<b>PS7:</b>		<b>3024.7</b>	

b. Pesos mojados

<b>Descripción</b>	<b>Peso (g)</b>
Tara:	135.2
Tara + PM1:	1664.1
Tara + PM2:	1439.1
Tara + PM3:	998.9
Tara + PM4:	996.3
Tara + PM5:	972.5
Tara + PM6:	1065.3
Tara + PM7:	3179.8
<b>PM1:</b>	<b>1528.9</b>
<b>PM2:</b>	<b>1303.9</b>
<b>PM3:</b>	<b>863.7</b>
<b>PM4:</b>	<b>861.1</b>
<b>PM5:</b>	<b>837.3</b>
<b>PM6:</b>	<b>930.1</b>
<b>PM7:</b>	<b>3044.6</b>

c. Pesos sumergidos

<b>Descripción</b>	<b>Peso (g)</b>
Canastilla:	1002.1
Canastilla + PSS1:	1844.3
Canastilla + PSS2:	1753.9
Canastilla + PSS3:	1485.4
Canastilla + PSS4:	1483.3
Canastilla + PSS5:	1463.0
Canastilla + PSS6:	1518.5
Canastilla + PSS7:	2850.5
<b>PSS1:</b>	<b>842.2</b>
<b>PSS2:</b>	<b>751.8</b>
<b>PSS3:</b>	<b>483.3</b>
<b>PSS4:</b>	<b>481.2</b>
<b>PSS5:</b>	<b>460.9</b>
<b>PSS6:</b>	<b>516.4</b>
<b>PSS7:</b>	<b>1848.4</b>

## 2. Cálculo de Absorción

Según la norma ASTM C97, para calcular el porcentaje de absorción de la roca se debe emplear la ecuación:

$$\%Abs. = \frac{PM - PS}{PS} * 100$$

Donde:

$\%Abs$  : Porcentaje de absorción de la roca

$PM$  : Peso seco de la muestra de roca

$PS$ : Peso mojado de la muestra de roca

Descripción	Muestras					
	1	2	3	4	5	6
Peso seco (g), PS:	1521,9	1297,9	859,8	857,1	832,7	926,8
Peso mojado (g), PM:	1528,9	1303,9	863,7	861,1	837,3	930,1
Absorción, % Abs:	0,460	0,462	0,454	0,467	0,552	0,356
<b>%Abs promedio:</b>	<b>0.46</b>					

## 3. Cálculo de Peso Específico Aparente

Según la norma ASTM C97, para calcular el peso específico de la roca se debe emplear la ecuación:

$$\rho = \frac{PS}{PM - PSS} * 1000$$

Donde:

$\rho$  : Peso específico aparente de la roca

$PM$  : Peso seco de la muestra de roca

$PS$ : Peso mojado de la muestra de roca

$PSS$ : Peso sumergido de la muestra de roca

Descripción	Muestras						
	1	2	3	4	5	6	7
Peso seco (g), PS:	1521,9	1297,9	859,8	857,1	832,7	926,8	3024,7
Peso mojado (g), PM:	1528,9	1303,9	863,7	861,1	837,3	930,1	3044,6
Peso sumergido (g), PSS:	842,2	751,8	483,3	481,2	460,9	516,4	1848,4
<b>Peso específico, <math>\rho</math>:</b>	2216,25	2350,84	2260,25	2256,12	2212,27	2240,27	2528,59
<b><math>\rho</math> promedio:</b>	<b>2295 kg/m<sup>3</sup></b>						

*Método de Ensayo Estándar para la Gravedad Específica de Sólidos de suelos mediante picnómetro de agua*

#### 1. Contenido de humedad del suelo

La muestra con la que se realizó el ensayo de gravedad específica con picnómetro tuvo que ser secada al horno, por lo que, al trabajar con 5 muestras se ha determinado el contenido de humedad del suelo. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Descripción	Muestras				
	1	2	3	4	5
Peso de tara (g):	26,80	27,50	26,80	27,20	27,70
Peso de muestra mojada + tara (g):	188,91	182,41	198,51	166,38	198,76
Peso de muestra seca + tara (g):	188,73	182,23	198,36	166,23	198,50
Masa de muestra seca	161,93	154,73	171,56	139,03	170,80
w%:	0,10	0,10	0,08	0,09	0,13
<b>w% promedio:</b>	<b>0,10</b>				

#### 2. Calibración de la masa del picnómetro

La norma establece la calibración del peso del picnómetro para iniciar el ensayo de gravedad específica; por lo que se realizó 5 pesajes del picnómetro, promediándose un peso de 173,06 g.

### 3. Cálculo de la gravedad específica del suelo

Según las normas ASTM D-854, AASHTO T-100, para calcular la gravedad específica del suelo se debe emplear la ecuación:

$$G_s = \frac{W_o}{W_o + W_2 - W_1}$$

Donde:

$G_s$  : Gravedad específica del suelo

$W_o$ : Peso del suelo seco

$W_1$ : Peso del picnómetro + agua + suelo

$W_2$ : Peso del picnómetro + agua

De los datos obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos, tenemos:

$$W_o = 99,03 \text{ g}$$

$$W_1 = 734,01 \text{ g}$$

$$W_2 = 670,26 \text{ g}$$

Por lo tanto, la gravedad específica del suelo es **2,81**.

### 7.3. Predimensionamiento de Reservorios

#### 7.3.1. Predimensionamiento del Reservorio Circular

Predimensionamiento del espesor del muro

Se aplicó la ecuación Ec. (2.23) para determinar la relación necesaria que permite obtener los coeficientes del método de la PCA.

Espesor del muro y relación para coeficientes de la PCA	
Espesor del muro, $t_w$ :	<b>60,00 cm</b>
Relación $h^2/Dt$ :	5,60

Con dicha relación  $H_L^2/Dt$  y mediante interpolación, se obtuvieron los coeficientes propuestos por la PCA brindados en la Tabla 2.2; para ser posteriormente reemplazados en las ecuaciones Ec. (2.13) y Ec. (2.14), de modo que los resultados son mostrados a continuación:

Tensión anular sin amplificar			
Altura	$w_u$	Coef.	T
0,0H	2 805	0,024	6 046,061 kg/m
0,1H	2 805	0,122	31 216,787 kg/m
0,2H	2 805	0,237	60 794,401 kg/m
0,3H	2 805	0,346	88 578,861 kg/m
0,4H	2 805	0,441	112 929,008 kg/m
0,5H	2 805	0,498	127 643,804 kg/m
0,6H	2 805	0,502	128 569,688 kg/m
0,7H	2 805	0,430	110 271,563 kg/m
0,8H	2 805	0,285	73 055,407 kg/m
0,9H	2 805	0,104	26 659,889 kg/m
1,0H	2 805	0,000	0,000 kg/m

Luego se procedió a comprobar el espesor del muro bajo condiciones de agrietamiento, explicado en la sección 2.3.1.1 de la investigación empleándose las ecuaciones Ec. (2.15) y Ec. (2.16)



---

**Comprobación del módulo de ruptura en el muro**

---

Tensión anular, T:	128 569,688 kg/m
Refuerzo requerido, As:	34,01 cm <sup>2</sup>
Ancho de cálculo, b:	100,00 cm
Diámetro de barra, db:	3/4 "
Área de la barra, Ab:	2,85 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento, S:	15 cm
Área de refuerzo final, Asf:	38,00 cm <sup>2</sup>
Módulo de ruptura calculado, fr:	10,95 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de ruptura del concreto, fr:	33,47 kg/cm <sup>2</sup>

Se observa que el módulo de ruptura es mayor al calculado, por lo cual el espesor del muro cumple con tal verificación.

Con la misma relación  $H_L^2/Dt$  se determinaron los coeficientes para cortante máximo dados por la PCA en la Tabla 2.3, utilizándose las ecuaciones Ec. (2.17) y Ec. (2.18) para calcular el esfuerzo cortante y el esfuerzo cortante nominal del concreto.

---

**Comprobación del muro por cortante**

---

Volumen del reservorio:	3 085,93 m <sup>3</sup>
$h^2/Dt$	5,60
Coficiente:	0,201
wu:	2210 kg/m <sup>3</sup>
V:	32 156,680 kg/m
$\Phi V_c$ :	40 742,664 kg/m

Se observa que el esfuerzo cortante nominal del concreto es mayor al esfuerzo cortante calculado, por lo que el espesor de 60 cm es correcto.

### Predimensionamiento del espesor de la losa de fondo

La sección 2.3.2.2 de la investigación recomienda un espesor mínimo de  $0,15 \text{ cm}$  para losas de fondo con 2 capas de refuerzo. Para este caso, se consideró un espesor de  **$30 \text{ cm}$**  para evitar congestionamiento de acero.

### Predimensionamiento de la cúpula del reservorio

Se calculó la geometría de la cúpula: flecha, radio interior y ángulo semicentral; definiéndose además un espesor inicial de  $10 \text{ cm}$ . Luego se determinó el espesor necesario utilizando las ecuaciones Ec. (2.24), Ec. (2.25), E. (2.26), Ec. (2.27), Ec. (2.28), Ec. (2.29) y Ec. (2.30).

<b>Espesor de cúpula</b>			
Flecha, f:	2,75 m	Peso propio:	240 kg/m <sup>2</sup>
Radio interior, rd:	22,3864 m	Carga muerta:	100 kg/m <sup>2</sup>
Ángulo semi central, $\theta$ :	28,6987 °	Carga viva:	50 kg/m <sup>2</sup>
<b>Espesor inicial to:</b>	<b>0,10 m</b>	Carga última:	488 kg/m <sup>2</sup>
Bc:	0,4707	td calculado:	0,36 in

Se observa que el espesor mínimo de  $10 \text{ cm}$  es mayor al requerido, por lo tanto, el espesor de la cúpula es  **$10 \text{ cm}$** .

### Predimensionamiento de la viga anular

Se determinó primeramente la tensión meridional producida por la cúpula, añadiendo los efectos de la tensión anular provocada por el líquido. Luego se calculó un área mínima resistente para la sollicitación de dichos esfuerzos, empleando las ecuaciones Ec. (2.31), Ec. (2.32), Ec. (2.33) y Ec. (2.34).

Dimensionamiento de la Viga Anular			
Tensión meridional, T:	5 819,73 kg/m	Sección calculada, Ab:	3 239,99 cm <sup>2</sup>
Tensión en la viga, Tb:	11 5671,19 kg/m	<b>Base de la viga, b:</b>	<b>80,00 cm</b>
As requerido, Ast:	30,60 cm <sup>2</sup>	<b>Peralte de la viga, h:</b>	<b>90,00 cm</b>
Módulo de rotura, fr:	33,47 kg/cm <sup>2</sup>	Área final de la viga, Ab:	7 200 cm <sup>2</sup>

Se observa que el área resistente propuesta supera la sección mínima requerida, por lo tanto, el área de la viga anular es **0,80x0,90 cm<sup>2</sup>**.

#### Predimensionamiento de la cimentación

Se calculó primero la capacidad admisible del suelo para poder determinar el ancho de cimentación y posteriormente, el espesor del mismo. Los datos presentados a continuación fueron extraídos del estudio de mecánica de suelos, detallado en el anexo anterior.

Datos de suelo y cimentación	
Ancho, B:	24,5 m
Longitud, L:	24,5 m
Ángulo de inclinación, $\beta$ :	0 °
Ángulo de fricción, $\phi$ :	29 °
Profundidad de desplante, Df:	1,30 m
Cohesión, c:	0 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del suelo, $\gamma_s$ :	2,807 g/cm <sup>3</sup>
Esfuerzo efectivo, q:	0,36 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, FS:	3

Con los datos mostrados en la tabla anterior, se calculó la capacidad neta y admisible del suelo usando las ecuaciones desde Ec. (2.36) hasta Ec. (2.46).

Capacidad admisible		
Factores de carga	Nq:	16,443
	Nc:	27,860
	N $\gamma$ :	19,338
Factores de forma	Fcs:	1,590
	Fqs:	1,554
	F $\gamma$ s:	0,600
Factores de profundidad	Fcd:	1,021
	Fqd:	1,016
	F $\gamma$ d:	1,000
Factores de inclinación de carga	Fci:	1,000
	Fqi:	1,000
	F $\gamma$ i:	1,000
Capacidad última	qu =	49,37 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad neta	qn =	49,00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Capacidad admisible</b>	<b>qa =</b>	<b>16,33 kg/cm<sup>2</sup></b>

Con la capacidad admisible calculada, se asumió un ancho de cimentación para comprobar posteriormente si el esfuerzo producido en el suelo es menor a la capacidad admisible calculada; teniéndose en cuenta además que el ancho definitivo de la cimentación debe ser mayor al voladizo de la base, sumado al espesor del muro y a 1,5 veces el peralte con motivo de verificación por cortante.

Dimensionamiento del ancho de la cimentación	
Capacidad portante, $\sigma_s$ :	70,00 kg/cm <sup>2</sup>
Longitud del voladizo, a:	0,90 m
Esfuerzo neto del suelo, $\sigma_{ns}$ :	13,48 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho asumido de la cimentación, B:	2,4 m
Ancho interior de la cimentación, B':	0,9 m
Ancho redondeado de la cimentación, B:	2,4 m
Peso del agua, Q <sub>vw</sub> :	7 650 kg/m
Peso del suelo, Q <sub>vs</sub> :	2 526,28 kg/m
Peso muro y viga, P <sub>m</sub> :	14 472 kg/m
Peso del techo, P <sub>r</sub> :	1 301,76 kg/m
Peso total, Q <sub>R</sub> :	25 950,04 kg/m

Ancho requerido de la cimentación, B:	0,19 m
Esfuerzo calculado con la cimentación asumida:	1,08 kg/cm <sup>2</sup>

Con el ancho de cimentación determinado, se calculó el peralte total y el peralte efectivo de la cimentación, usando las ecuaciones Ec. (2.47), Ec. (2.48) y Ec. (2.49).

Espesor y peralte efectivo de la cimentación	
Longitud de desarrollo, dc:	35,861 cm
Presión de diseño, $\sigma_{nu}$ :	133,961 kg/cm <sup>2</sup>
Peralte efectivo de cimentación, d:	23,668 cm
Recubrimiento, rc:	7,5 cm
Espesor total de la cimentación, hZ:	44,314 cm
<b>Espesor definitivo, hz:</b>	<b>60 cm</b>
<b>Peralte final de cimentación, d:</b>	<b>51,548 cm</b>

#### Verificación de la estabilidad vertical

Se realizó el metrado de cargas correspondiente al peso propio de cada elemento estructural del reservorio circular para verificar la estabilidad vertical, empleando las ecuaciones Ec. (2.50), Ec. (2.51) y Ec. (2.52).

Estabilidad vertical	
Peso del muro:	884 805,69 kg
Peso de la viga anular:	121 059,39 kg
Peso de la cúpula:	92 834,06 kg
Peso de la losa de fondo:	339 433,38 kg
Peso total del reservorio:	1 438 132,52 kg
Peso del relleno:	187 302,07 kg
Peso total:	1 625 434,60 kg
Área de reservorio:	404,71 m <sup>2</sup>
Presión del suelo:	2 983,4 kg/m <sup>2</sup>
Fuerza de empuje, FE:	1 207 415,84 kg
<b>Factor de seguridad por estabilidad vertical:</b>	<b>1,346</b>

Se observa que el predimensionamiento del reservorio circular cumple la verificación de estabilidad vertical, pues el factor de seguridad es mayor a 1,10.

<b>Predimensionamiento de elementos estructurales</b>	
Espesor de muro, tw:	<b>60,00 cm</b>
Base de la viga anular, b:	<b>80,00 cm</b>
Peralte de la viga anular, h:	<b>90,00 cm</b>
Espesor de losa de fondo, ts:	<b>30,00 cm</b>
Espesor de cúpula, tr:	<b>15,00 cm</b>
Espesor de cimentación, hz:	<b>60,00 cm</b>
Ancho de cimentación, B:	<b>2,40 m</b>

### **7.3.2. Predimensionamiento de Reservorio Rectangular**

Predimensionamiento del espesor del muro

Se trabajó el reservorio rectangular bajo la condición de contorno del caso 4 ilustrado en la Figura 2.7, pues el tanque cuenta con techo. Así que se calculó las relaciones entre largo y altura del muro para cada dirección y la carga unitaria utilizando la Ec. (2.20). La sección 2.3.1.2 de la investigación precisa verificar el muro del reservorio para condiciones de cortante.

<b>Relación longitud y altura para cada dirección y carga unitaria</b>		
Para el muro largo:	$L/hw =$	2,80
Para el muro corto:	$B/hw =$	2,67
Carga unitaria:	$q =$	7 500 kg/m <sup>2</sup>

Luego, se obtuvo el coeficiente para cortante mediante interpolación en la Tabla 2.5 para reemplazarlo en la Ec. (2.19).

<b>Esfuerzo cortante</b>	
<u>Para el muro largo</u>	
Borde inferior - punto medio	0,400
Borde lateral - máximo	0,260
Borde lateral - punto medio	0,260
Borde superior - punto medio	0,110
<b>Cortante máximo</b>	<b>22 500 kg</b>
<u>Para el muro corto</u>	
Borde inferior - punto medio	0,400
Borde lateral - máximo	0,260
Borde lateral - punto medio	0,260
Borde superior - punto medio	0,110
<b>Cortante máximo</b>	<b>22 500 kg</b>

El cortante máximo obtenido en la tabla anterior es multiplicado por el factor de amplificación, como precisa la Ec. (2.21), dando lugar al esfuerzo cortante último. Este valor es comparado con el cortante que resiste el concreto, definido en la Ec. (2.18).

<b>Comprobación del muro por cortante</b>	
Volumen del reservorio	3 150 m <sup>3</sup>
V (kg/m)	22 500
Fc	1,4
Vu (kg/m)	31 500
$\Phi V_c$ (kg/m)	33 324,03 <b>OK</b>

La siguiente comprobación detalla el cortante bajo el efecto de tensión producida por transferencia de carga en los bordes laterales, con lo que se empleó la Ec. (2.22).

<b>Comprobación de cortante bajo tensión</b>	
<u>Para el muro largo</u>	
Coefficiente para Nu:	0,260
Tensión última Nu (kg/m):	20 475
Coefficiente para Vu (kg/m):	0,260
Cortante último Vu (kg/m):	20 475
Cortante resistente $\Phi V_c$ (kg/m):	29 425,12 <b>OK</b>
<u>Para el muro corto</u>	

Coefficiente para Nu:	0,260
Tensión última Nu (kg/m):	20 475
Coefficiente para Vu (kg/m):	0,260
Cortante último Vu (kg/m):	20 475
Cortante resistente $\Phi V_c$ (kg/m):	29 425,12 <b>OK</b>

Tanto el cortante que resiste el concreto, así como el cortante bajo tensión son mayores a los cortantes últimos calculados, respectivamente. Por lo cual, el espesor de muro del reservorio es 50 *cm*.

#### Predimensionamiento del espesor de la losa de fondo

El espesor de losa de fondo se consideró igual a **30 *cm*** para evitar congestionamiento de acero de refuerzo.

#### Predimensionamiento de la losa del techo

Se calculó el espesor de la losa de techo al emplear la Ec. (2.35), usándose medidas redondeadas, por lo que se obtiene **50 *cm***.

#### Predimensionamiento de la cimentación

Para determinar el ancho de cimentación del reservorio, B es considerado la menor longitud externa y L como la mayor, además se calculó la capacidad admisible del suelo con los siguientes datos:



<b>Datos de suelo y cimentación</b>	
Ancho, B:	20 m
Longitud, L:	21 m
Ángulo de inclinación, $\beta$ :	0 °
Ángulo de fricción, $\phi$ :	29 °
Profundidad de desplante, Df:	1,35 m
Cohesión, c:	0 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del suelo, $\gamma_s$ :	2,807 g/cm <sup>3</sup>
Esfuerzo efectivo, q:	0,38 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad, FS:	3

Con estos datos, se calculó la capacidad neta y admisible del suelo empleándose las ecuaciones desde Ec. (2.36) hasta Ec. (2.46).

<b>Capacidad admisible</b>		
Factores de carga	Nq:	16,443
	Nc:	27,860
	N $\gamma$ :	19,338
Factores de forma	Fcs:	1,562
	Fqs:	1,528
	F $\gamma_s$ :	0,619
Factores de profundidad	Fcd:	1,027
	Fqd:	1,020
	Fyd:	1,000
Factores de inclinación de carga	Fci:	1,000
	Fqi:	1,000
	F $\gamma_i$ :	1,000
Capacidad última	qu =	43,31 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad neta	qn =	42,93 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Capacidad admisible</b>	<b>qa =</b>	<b>14,31 kg/cm<sup>2</sup></b>

El ancho de cimentación se determinó bajo las mismas consideraciones empleadas en el reservorio circular, mostrándose los resultados en la siguiente tabla:

<b>Dimensionamiento del ancho de la cimentación</b>	
Capacidad portante, $\sigma_s$ :	70,00 kg/cm <sup>2</sup>
Longitud del voladizo, a:	0,7 m
Esfuerzo neto del suelo, $\sigma_{ns}$ :	13,47 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho asumido de la cimentación, B:	2 m
Ancho interior de la cimentación, B':	0,8 m
Ancho redondeado de la cimentación, B:	2 m
Peso del agua, $Q_{vw}$ :	6 000 kg/m
Peso del suelo, $Q_{vs}$ :	1 965 kg/m
Peso muro, $P_m$ :	10 200 kg/m
Peso del techo, $P_r$ :	1 800 kg/m
Peso total, $Q_R$ :	19 964,88 kg/m
Ancho requerido de la cimentación, B:	0,15 m
Esfuerzo calculado con la cimentación asumida:	1,00 kg/cm <sup>2</sup>

Con el ancho de cimentación calculado, se determinó el peralte total y el peralte efectivo de la cimentación, utilizándose las ecuaciones Ec. (2.47), Ec (2.48) y Ec. (2.49).

<b>Espesor y peralte efectivo de la cimentación</b>	
Longitud de desarrollo, $d_c$ :	35,861 cm
Presión de diseño, $\sigma_{nu}$ :	123,719 kg/cm <sup>2</sup>
Peralte efectivo de cimentación, d:	23,564 cm
Recubrimiento, $r_c$ :	7,5 cm
Espesor total de la cimentación, $h_z$ :	44,314 cm
<b>Espesor definitivo, <math>h_z</math>:</b>	<b>60 cm</b>
<b>Peralte final de cimentación, d:</b>	<b>51,548 cm</b>

#### Verificación de la estabilidad vertical

Se realizó el metrado de cargas correspondiente al peso propio de cada elemento estructural del reservorio rectangular para verificar la estabilidad vertical, empleando las ecuaciones Ec. (2.50), Ec. (2.51) y Ec. (2.52).

<b>Estabilidad vertical</b>	
Peso del muro:	1 175 958 kg
Peso del techo:	277 200 kg
Peso de la losa de fondo:	440 294 kg
Peso total del reservorio:	1 893 452 kg
Peso del relleno:	174 481,43 kg
Peso total:	2 067 933,80 kg
Área de reservorio:	420 m <sup>2</sup>
Presión del suelo:	3 098,173 kg/m <sup>2</sup>
Fuerza de empuje, FE:	1 301 232,7 kg
<b>Factor de seguridad por estabilidad vertical:</b>	<b>1,59</b>

Se observa que el predimensionamiento del reservorio rectangular cumple la verificación de estabilidad vertical, pues el factor de seguridad es mayor a 1,10.

<b>Dimensiones de Elementos Estructurales</b>	
Espesor de muro exterior, tw:	<b>50,00 cm</b>
Espesor de muro interior:	<b>35,00 cm</b>
Espesor de losa de fondo, ts:	<b>35,00 cm</b>
Espesor de losa de techo, tr:	<b>25,00 cm</b>
Espesor de cimentación, hz:	<b>60,00 cm</b>
Ancho de cimentación, B:	<b>2,00 m</b>

#### **7.4. Planos**

Los planos serán impresos en papel A1.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	DISEÑO DE RESERVOIRIO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH			DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE	INDICADORES	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE	HERRAMIENTAS	MÉTODOS											
	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE																
¿Cuál es el diseño estructural del reservorio más adecuado y económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote - Santa - Ancash?	El reservorio apoyado rectangular es el diseño estructural más adecuado para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote.	DEPENDIENTE	Reservorio apoyado rectangular	Estructura de concreto armado de sección rectangular apoyada en el suelo, en la cual se almacena el agua a distribuirse.	Constructivo	Materiales	Computadora con software	Definir el tipo de material adecuado											
						Sistemas constructivos	Computadora con software	Definir el tipo de sistema estructural adecuado											
						Físico	Estudios de suelos	Tipo de suelo	Trabajo de campo	Identificar las características principales del suelo									
								Capacidad portante del suelo	A1	Trabajo de campo	Identificar los desvíes que se encuentran en la zona								
									A2										
									A3										
									A4										
						Técnico	Estudios técnicos	Hidráulica	Prueba hidráulica	Determinar las presiones en las conexiones domiciliarias									
								Abastecimiento de agua potable	Método comparativo	Trabajo de gabinete	Determinar la población y cotación de agua a abastecer								
									Método racional										
									Método analítico										
									Método de la población percápita										
						Riesgo sísmico	Zonificación	Norma E.030	Identificar la zona sísmica sobre la cual está situada la zona										
						Software	SAP2000	Computadora con software	Contrastar la precisión de cada software en los resultados del análisis										
							CYPECAD												
Económico	Gasto perjudicial en camión cisterna para abastecerse de agua	Económico	Encuesta	Determinar el porcentaje de pobladores afectados económicamente															
					Normativo	Normas para el análisis y diseño de la estructura	Disposiciones para el diseño de estructuras sismorresistentes	Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos	Combinación de cargas	E 020 Cargas									
									Zonificación										
									Uso de la edificación										
									Factor de amplificación										
									Perfil de vientos										
									Factor de irregularidad										
									Deformas										
									Tipo de suelo		E 030 Diseño Sismorresistente								
									Concreto Armado										
Acero																			
Dotación	OS 030 Almacenamiento de agua para consumo humano																		
Redes de agua para consumo humano	OS 050 Redes de distribución de agua para consumo humano																		
BS 8007	Definir parámetros necesarios para el diseño																		
ACI 350.06 Seismic design of liquid-containing concrete structures																			
¿Cuál es la ubicación más adecuada de reservorio para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	La ubicación más adecuada de reservorio no supera el límite de energía de la captación.	INDEPENDIENTE	Ubicación del reservorio	Punto geográfico estratégico cuya cota no debe superar el límite de energía de la captación.	Físico	Cota	Metros sobre el nivel de mar	Trabajo de campo	Identificar la cota de la ubicación adecuada de reservorio										
										Técnico	Volumen de almacenamiento	m3	Hojas de cálculo Excel	Determinar volumen de almacenamiento					
															Caudal promedio	m3/s			
										Normativo	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio.	Dotación	OS 030 Almacenamiento de agua para consumo humano	OS 050 Redes de distribución de agua para consumo humano	Definir los parámetros necesarios que regirán la investigación				
																Redes de agua para consumo humano			
										Físico	Población de los asentamientos humanos en estudio	Conjunto de personas que comparten la misma área urbana para habitar.	Número poblacional	Menor a 3000 habitantes	Entrevista	Identificar el número de pobladores			
														Entre 3000 y 5000 habitantes					
										Técnico	Diseño sísmico de reservorio rectangular	Es el dimensionamiento y detallado adecuado del reservorio apoyado rectangular ante una sismicidad sísmica.	Dimensionamiento (m)	Tapa	Computadora con software	Determinar el dimensionamiento y detallado del reservorio apoyado rectangular			
														Parapetos					
										Técnico	Diseño sísmico de reservorio circular	Es el dimensionamiento y detallado adecuado del reservorio apoyado circular ante una sismicidad sísmica.	Dimensionamiento (m)	Losas	Computadora con software	Determinar el dimensionamiento y detallado del reservorio apoyado circular			
														Parapetos					
										Económico	Presupuesto de reservorio	Cálculo de los gastos e ingresos previstos de reservorio.	Costos directos	Soles	Computadora con software	Calcular los costos directos y gastos generales del reservorio			
														Gastos generales			Soles		
										ESPECÍFICA 01: ¿Cuál es la ubicación más adecuada de reservorio para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	La ubicación más adecuada de reservorio no supera el límite de energía de la captación.	DEPENDIENTE	Ubicación del reservorio	Punto geográfico estratégico cuya cota no debe superar el límite de energía del agua	Físico	Ver pregunta principal			Identificar la pendiente del terreno
																Topografía del terreno	Pendiente	Alta	
Media																			
ESPECÍFICA 02: ¿Cuál es el diseño hidráulico de reservorio para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	El diseño hidráulico de reservorio establece las necesidades de abastecimiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote.	DEPENDIENTE	Diseño hidráulico de reservorio	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio	Técnico	Ver pregunta principal			Identificar la cota del terreno respecto al mar										
						Cota de la captación	Cota	Metros sobre el nivel de mar		Trabajo de campo									
											Punto geográfico sobre el nivel del mar de la captación del agua	Físico	Cota	Metros sobre el nivel de mar	Trabajo de campo				
ESPECÍFICA 03: ¿Cuál es el diseño sísmico de reservorio rectangular para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	El diseño sísmico de reservorio rectangular cumple satisfactoriamente las normativas estipuladas en los reglamentos nacionales y códigos internacionales de construcción	DEPENDIENTE	Diseño sísmico de reservorio rectangular	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio	Técnico	Ver pregunta principal			Ver pregunta principal										
						Ubicación del reservorio	Punto geográfico estratégico cuya cota no debe superar el límite de energía del agua	Físico		Ver pregunta principal									
										Diseño hidráulico de reservorio	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio	Normativo	Ver pregunta principal						
ESPECÍFICA 04: ¿Cuál es el diseño sísmico de reservorio apoyado circular para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	El diseño sísmico de reservorio apoyado circular cumple satisfactoriamente las normativas estipuladas en los reglamentos nacionales y códigos internacionales de construcción	DEPENDIENTE	Diseño sísmico de reservorio circular	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio	Técnico	Ver pregunta principal			Ver pregunta principal										
						Ubicación del reservorio	Punto geográfico estratégico cuya cota no debe superar el límite de energía del agua	Físico		Ver pregunta principal									
										Diseño hidráulico de reservorio	Proceso que determina características hidráulicas de reservorio	Normativo	Ver pregunta principal						
ESPECÍFICA 05: ¿Cuál es el diseño económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote?	El diseño económico para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la zona de expansión al suroeste de Nuevo Chimbote.	DEPENDIENTE	Diseño económico de reservorio	Comparación de presupuestos	Normativa	Soles	Computadora con software	Comparar y determinar el tipo de reservorio más económico.											
									Diseño sísmico de reservorio rectangular	Es el dimensionamiento y detallado adecuado del reservorio apoyado rectangular ante una sismicidad sísmica.	Normativa	Ver pregunta principal							
												Diseño sísmico de reservorio circular	Es el dimensionamiento y detallado adecuado del reservorio apoyado circular ante una sismicidad sísmica.	Normativa	Ver pregunta principal				
Económico	Cálculo de los gastos e ingresos previstos de reservorio.	Económico	Ver pregunta principal																

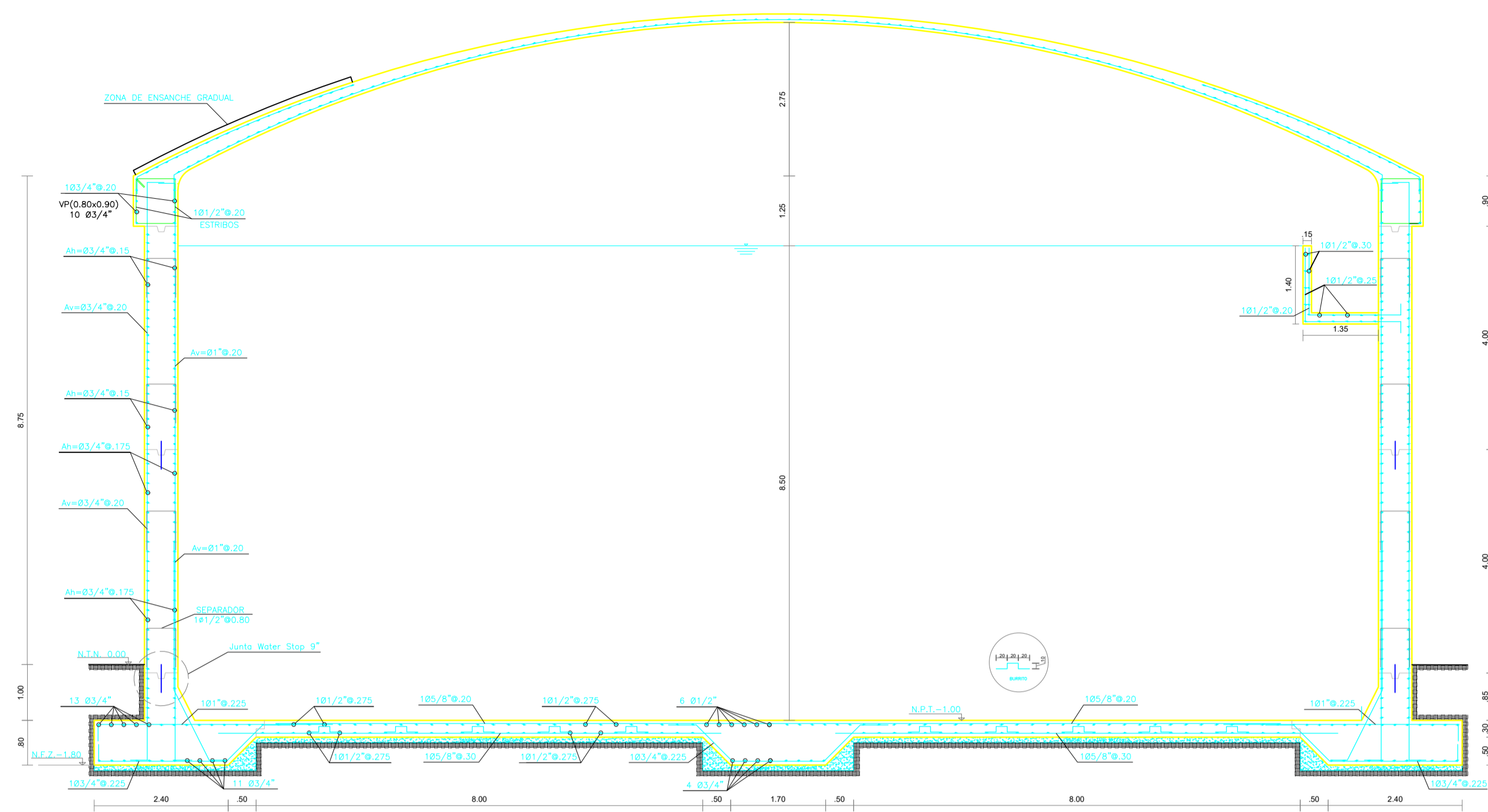
**IMPORANCIA - VIABILIDAD - LIMITACIONES**

El presente trabajo de investigación se desarrollará en la zona de expansión de Nuevo Chimbote. La zona se caracteriza por presentar una topografía con pendiente leve, a diferencia de la llanura en el casco céntrico de Nuevo Chimbote. Debido al insuficiente sistema de almacenamiento de la planta de tratamiento de agua potable ocasiona el limitado acceso a este servicio por parte de la población. Como trabajo de investigación, encuentra su relevancia en dar solución a esta problemática, brindando a los pobladores de la zona un adecuado acceso al servicio de agua potable.

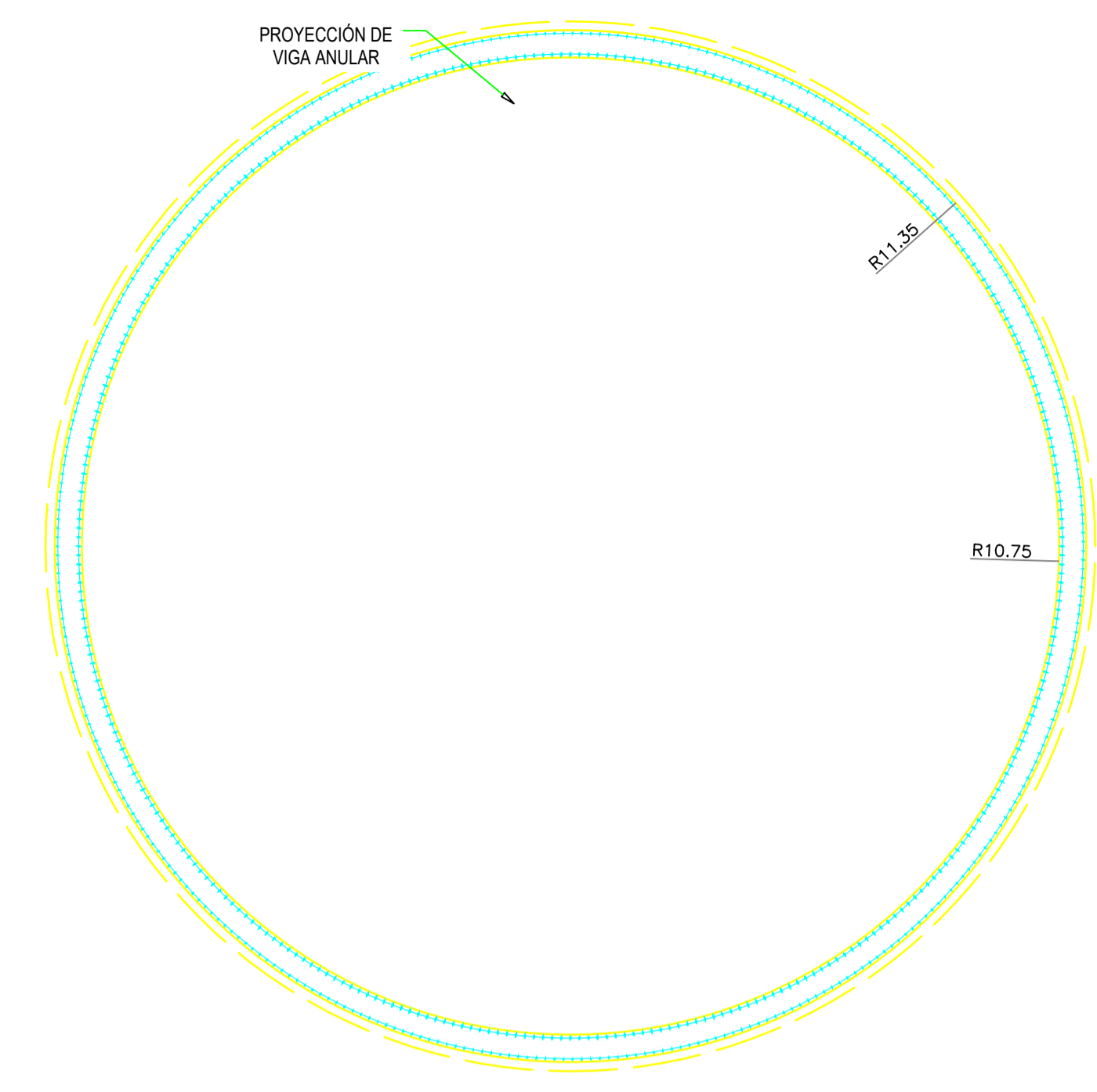
La viabilidad de dicho trabajo se fundamenta en las facilidades que ofrece actualmente los softwares para el modelamiento y diseño estructural del tanque elevado a proyectarse, así como el financiamiento de dicho proyecto por parte del Estado, si de economía se trata, al ser obra pública. Además, la viabilidad depende de la población de la zona estudiada, pues las dimensiones de la estructura a desarrollarse y las capacidades que ofrece deben tener concordancia con ese factor poblacional.

Pero, a la vez, este diseño de tanque elevado se dificulta por la carencia de tecnología que simulan el comportamiento estructural de la estructura antes mencionada, por ejemplo: mesas vibradas. Por otra parte, los resultados obtenidos son limitados debido al uso de métodos y teorías convencionales que facilitan los cálculos en el análisis de la estructura, aunque, de todos modos, se procura que dichos resultados no se alejen de la realidad. Así que, ante esta situación, se da conocer futuras líneas de investigación que usarán como base este proyecto.

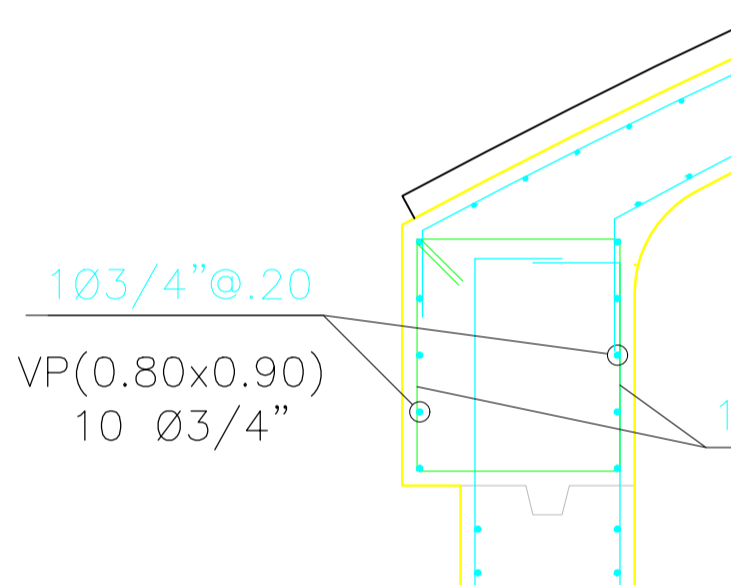




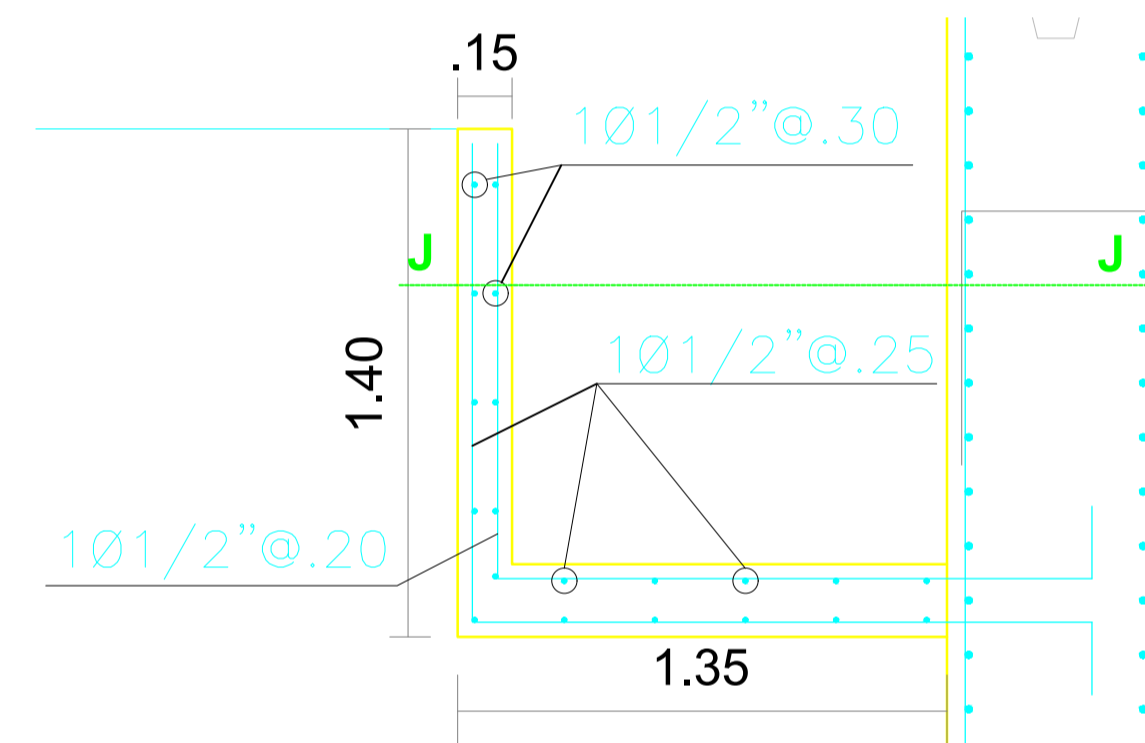
DETALLE ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO  
Esc. 1:75



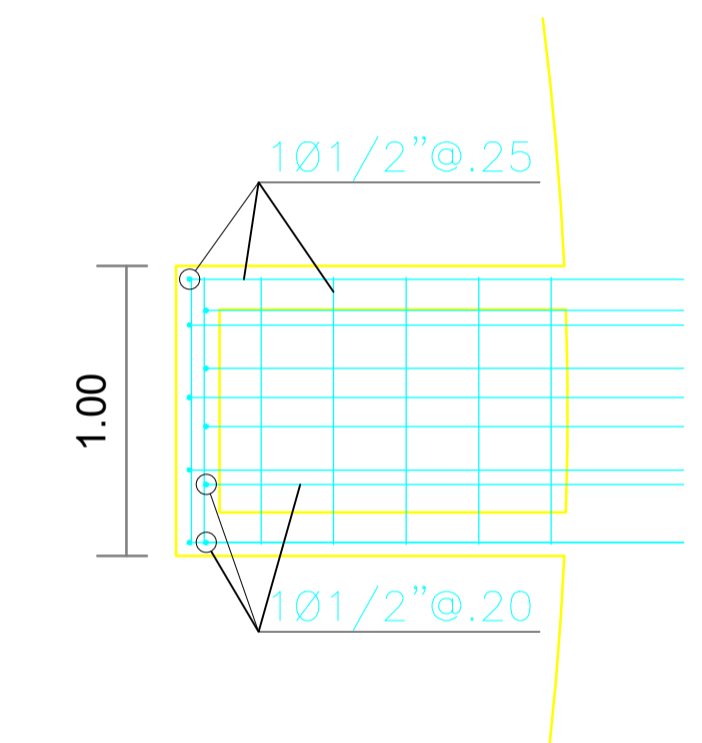
MURO DEL RESERVOIRIO  
Esc. 1:125



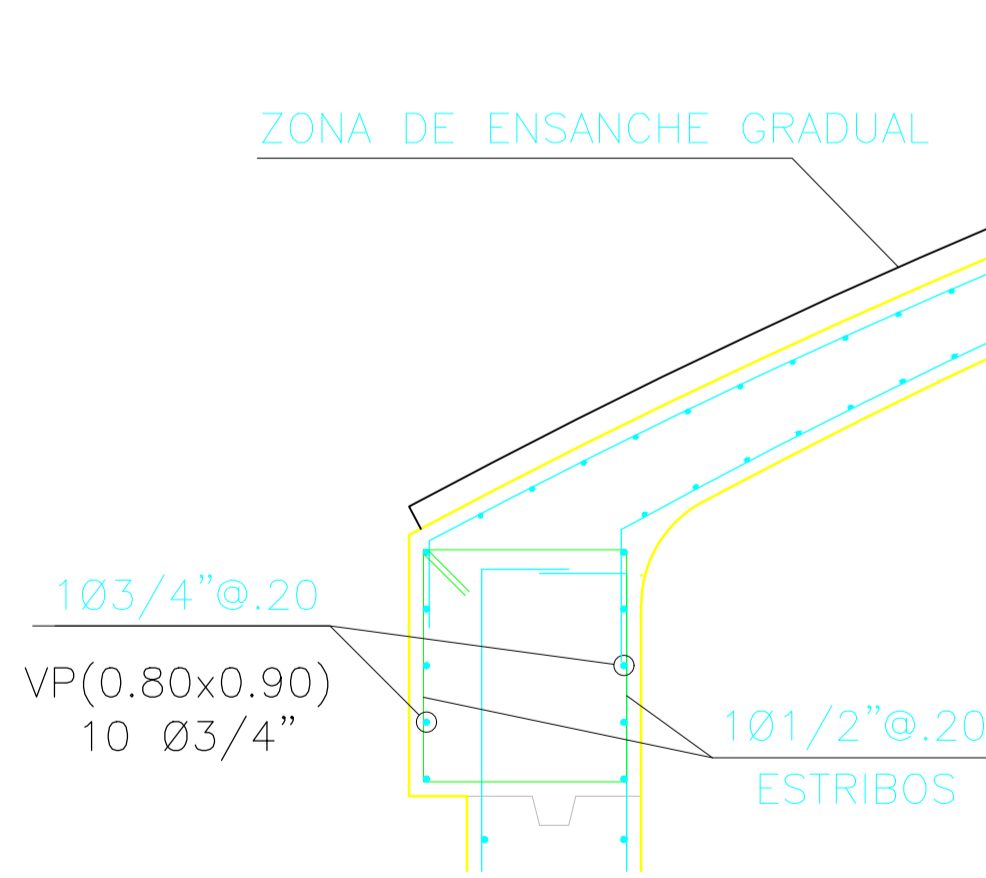
VIGA ANULAR  
Esc. 1:50



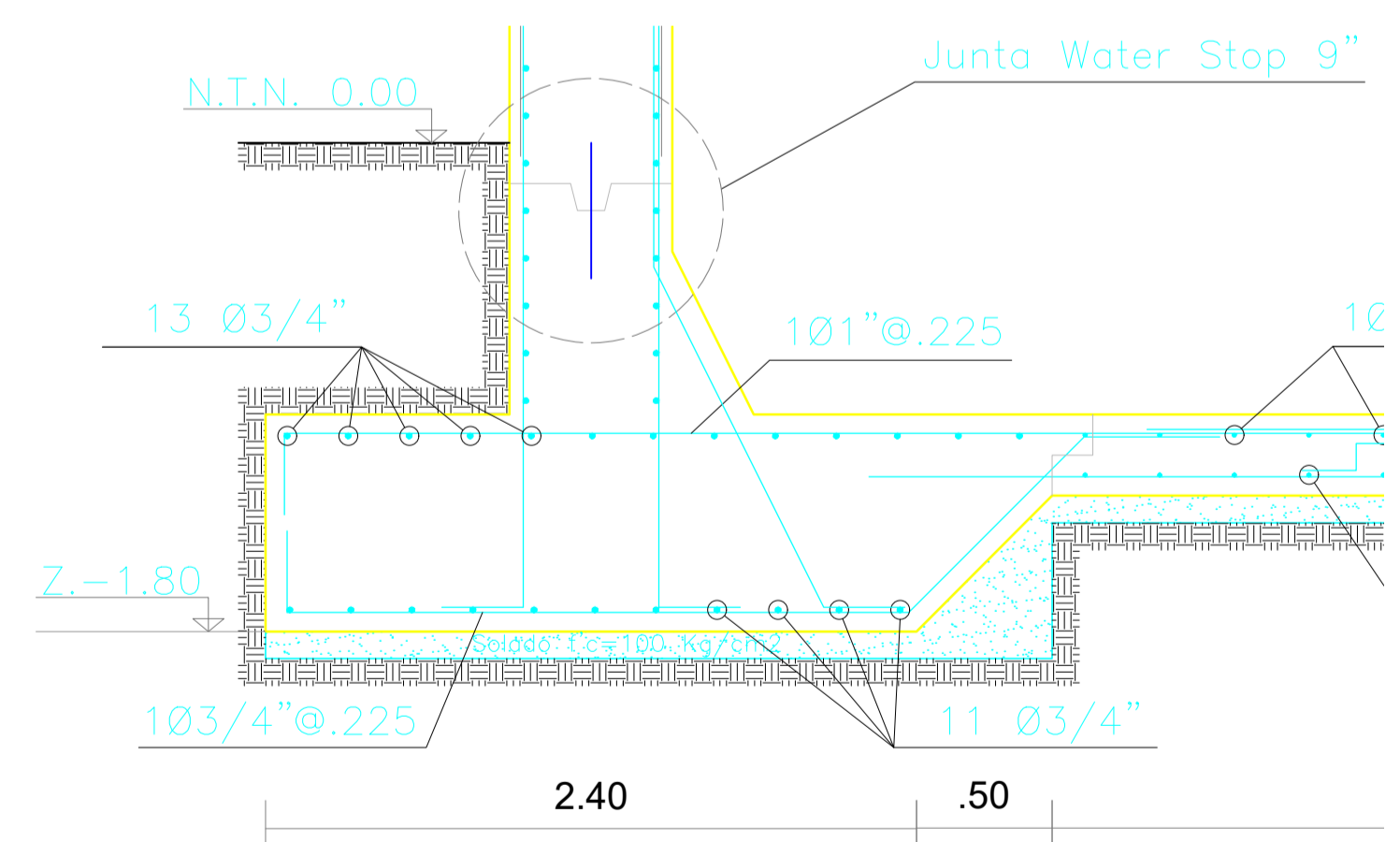
VERTEDERO DE REBOSE  
Esc. 1:20



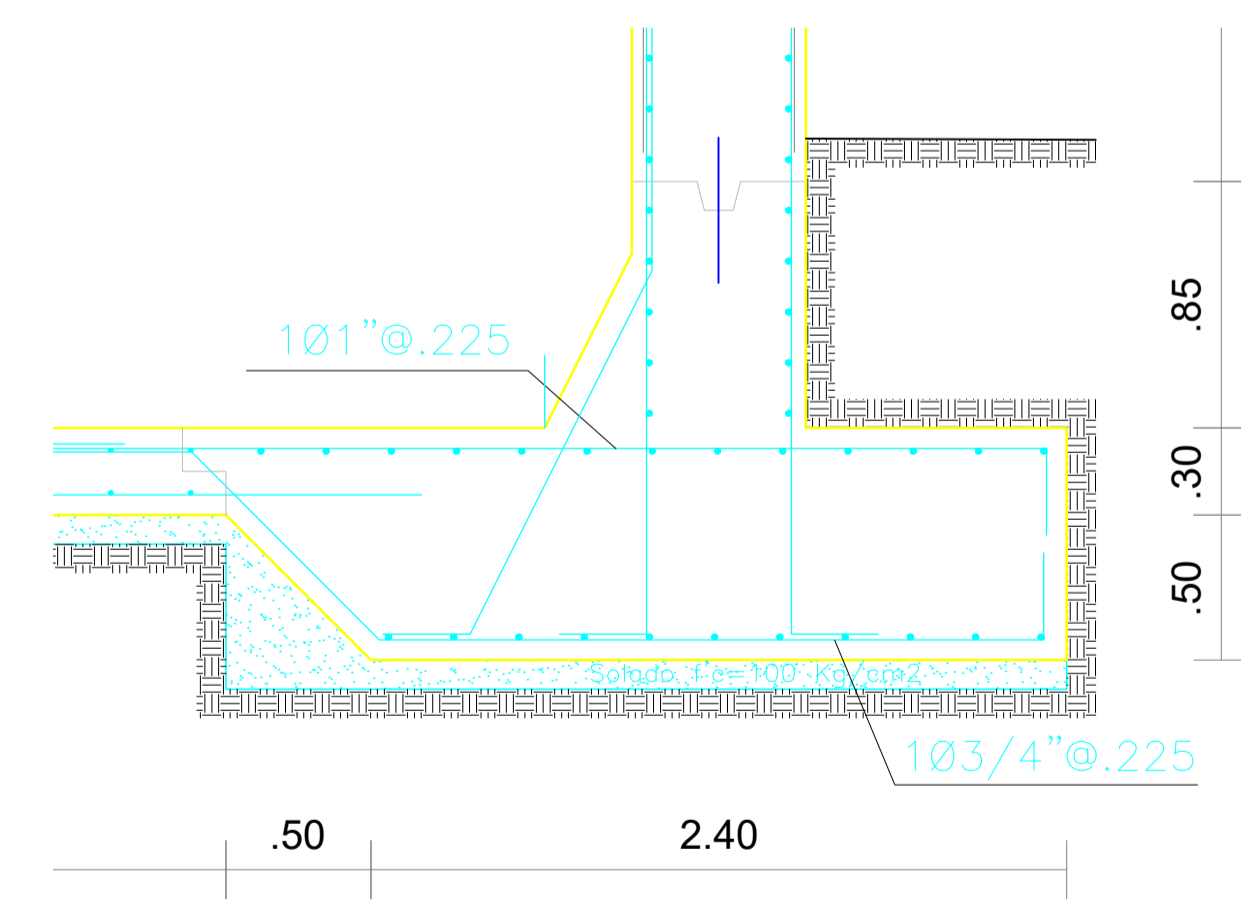
CORTE J - J  
Esc. 1:25



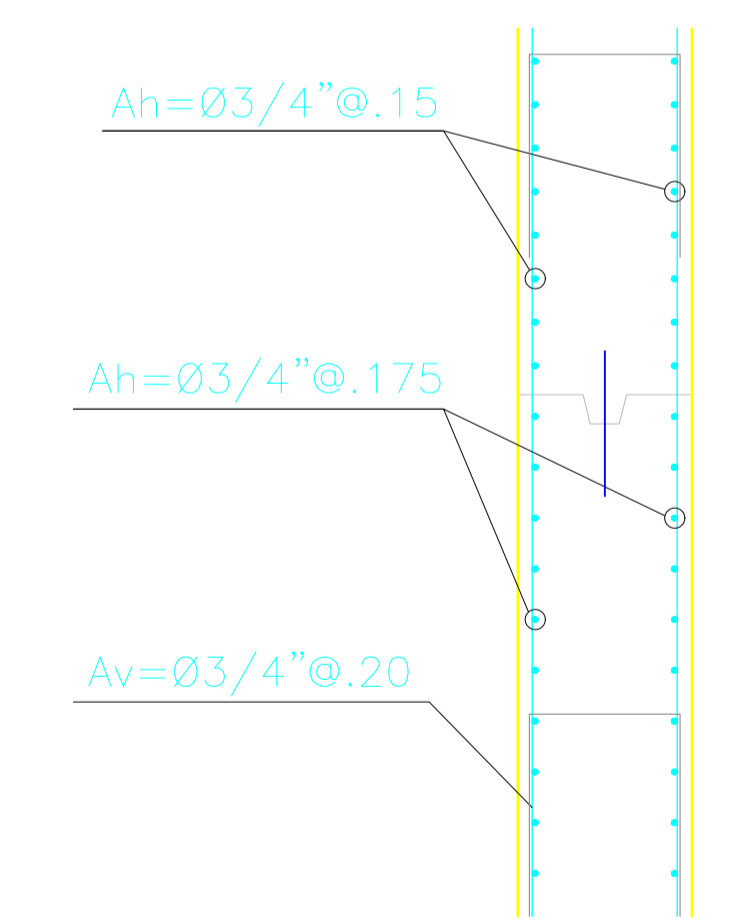
INTERSECCIÓN MURO - CÚPULA  
Esc. 1:25



INTERSECCIÓN MURO - CIMENTACIÓN  
Esc. 1:25



PASO DE TUBERÍA EN MURO  
Esc. 1:25



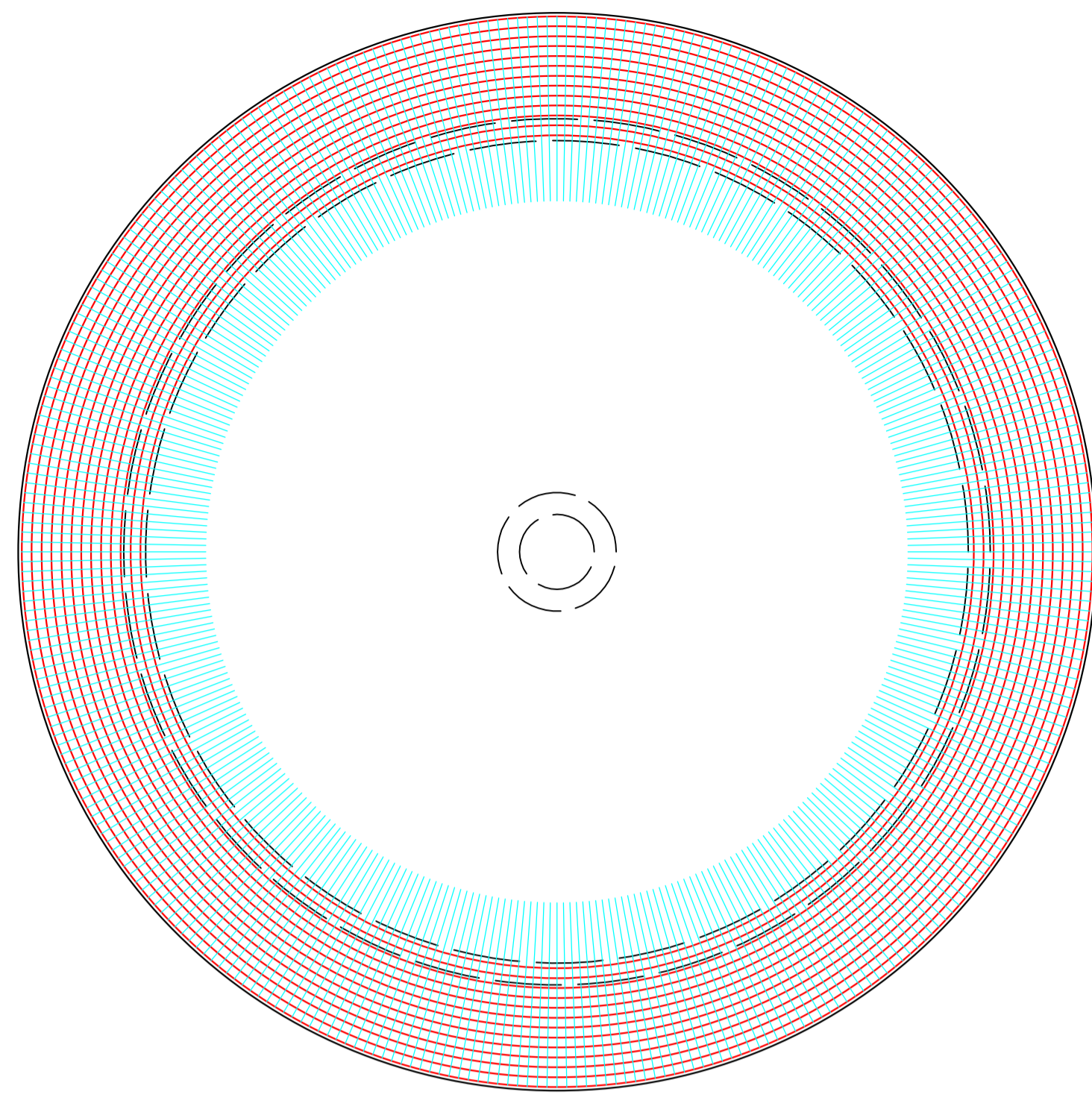
SEPARADORES EN MURO  
Esc. 1:25

**ESPECIFICACIONES TECNICAS - CISTERNA**

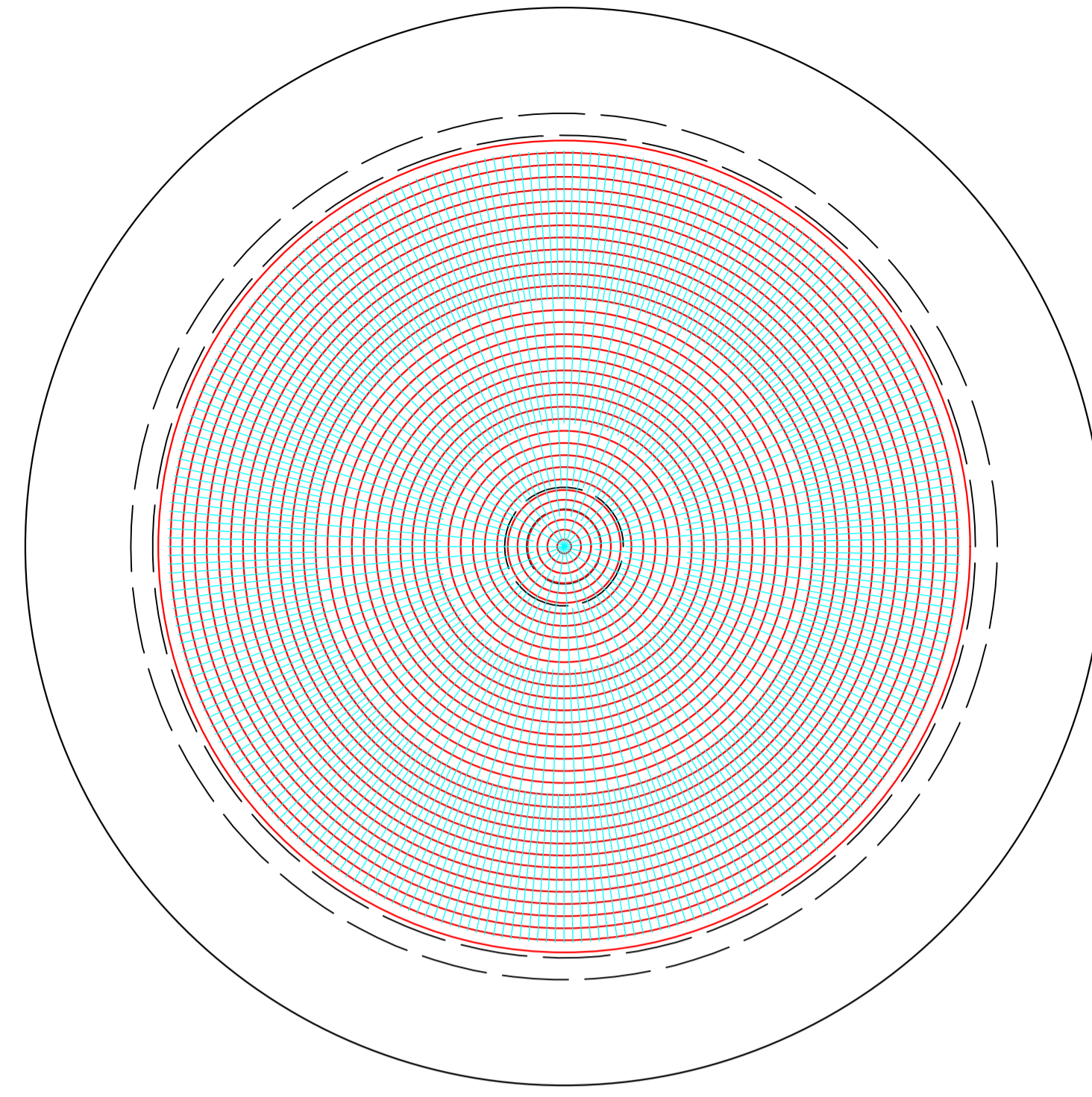
- 1.00 CONCRETO SIMPLE**  
Solado (Cemento Tipo MS) : C/H, 1:12
- 2.00 CONCRETO ARMADO:**  
Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350 (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
Zapata (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS): f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm<sup>2</sup>
- 3.00 ACERO DE REFUERZO**  
En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G-60 Según planos y detalles
- 4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO**  
Qadm = 13,48 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.00 RECURRIMIENTOS:**  
Zapatas corridas : 7 cm.  
Elementos de C1A', en contacto con el Agua : 5 cm.  
Muros estructurales : 5 cm.  
Losa de cimentación : 4 cm.
- 6.00 ACABADO DEL CONCRETO:**  
Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de encofrados, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.
- 7.00 REVOQUES:**  
Trazajear el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1Kg por cada balsa de cemento o según las especificaciones del aditivo.
- 8.00 CONSIDERACIONES GENERALES**  
El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V en todas las estructuras expuestas al agua.
- 9.00 NÓRMAS**  
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
American Concrete Institute (ACI)
- 10.00 IMPORTANTE**  
Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti salitres, y concreto impermeabilizante.

		<b>DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>					
		PLANO DE:	<b>ESTRUCTURAS</b>	ESCALA:	<b>INDICADA</b>		
DEPARTAMENTO:	<b>ANCASH</b>	DISTRITO:	<b>NUEVO CHIMBOTE</b>	ASESOR:	<b>Ing. Iván E. León Malo</b>	<b>RC-01</b>	
PROVINCIA:	<b>SANTA</b>	DIBUJO:	<b>A.A.J.CH.</b>	TESISISTAS:	<b>Bach. Alvaro Jamanca Chávez Bach. Edgar Lunarejo Aguilar</b>		FECHA:

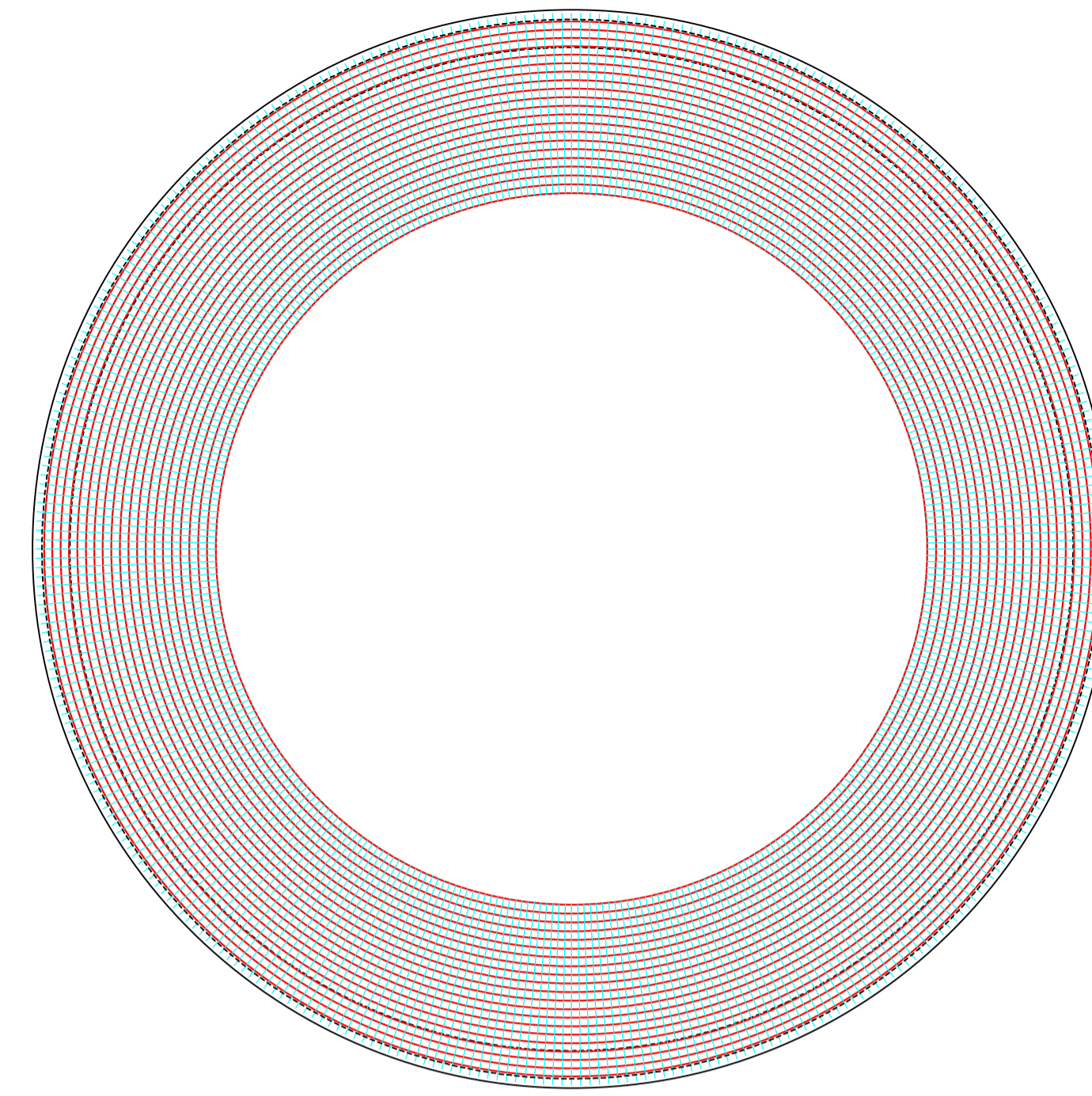




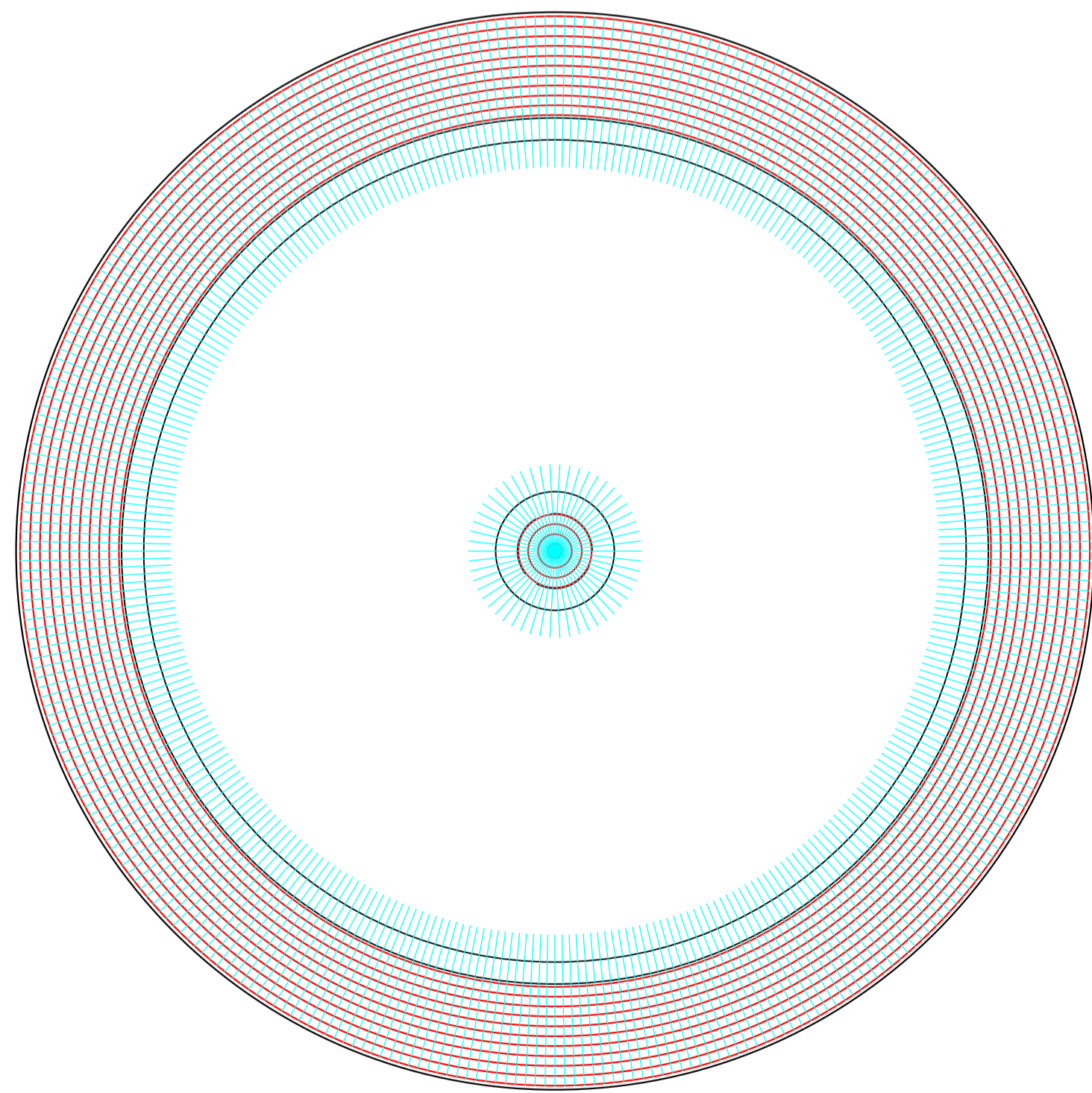
CIMENTACIÓN - CARA HÚMEDA  
Esc. 1:125



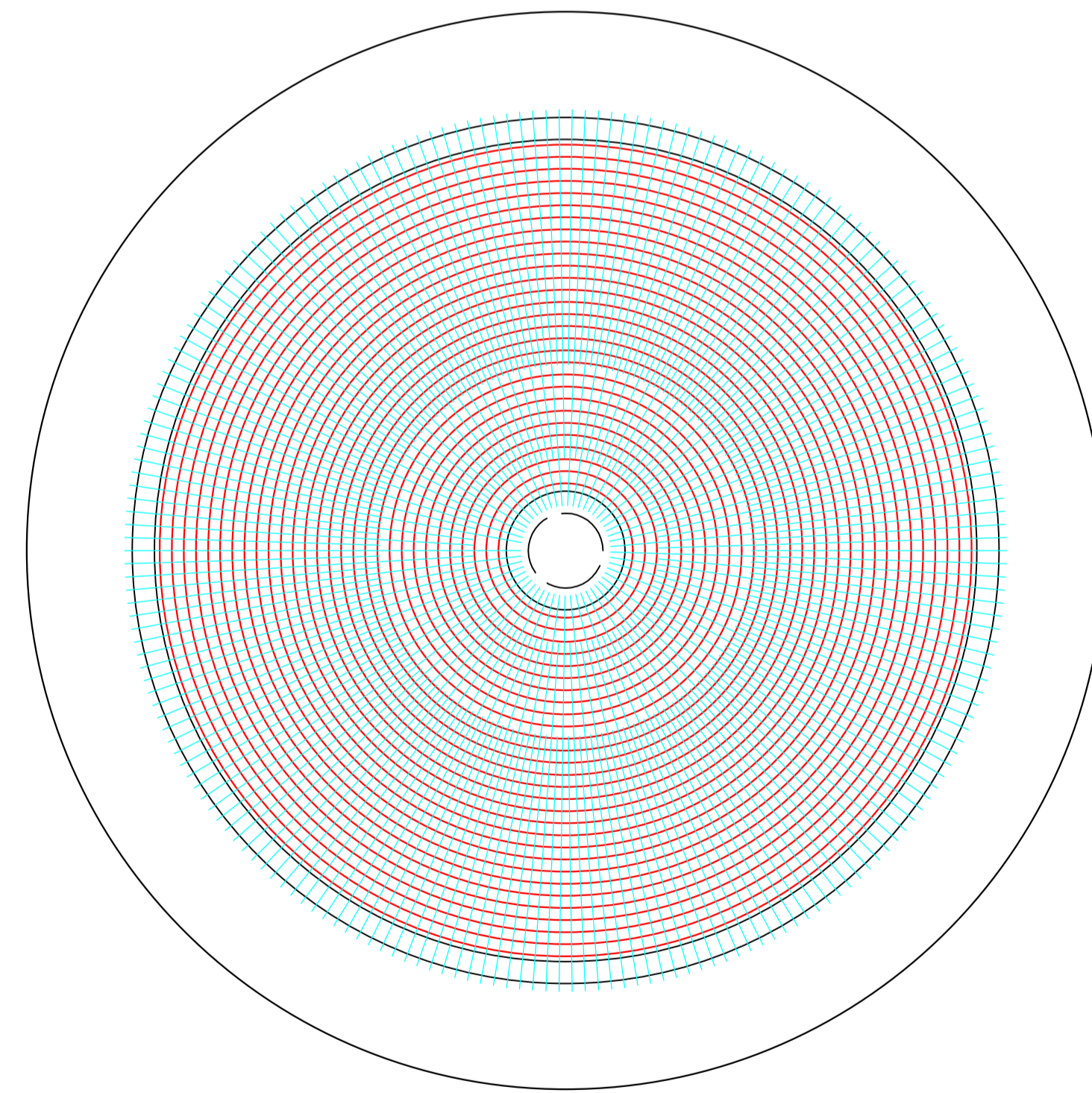
LOSA DE FONDO - CARA HÚMEDA  
Esc. 1:125



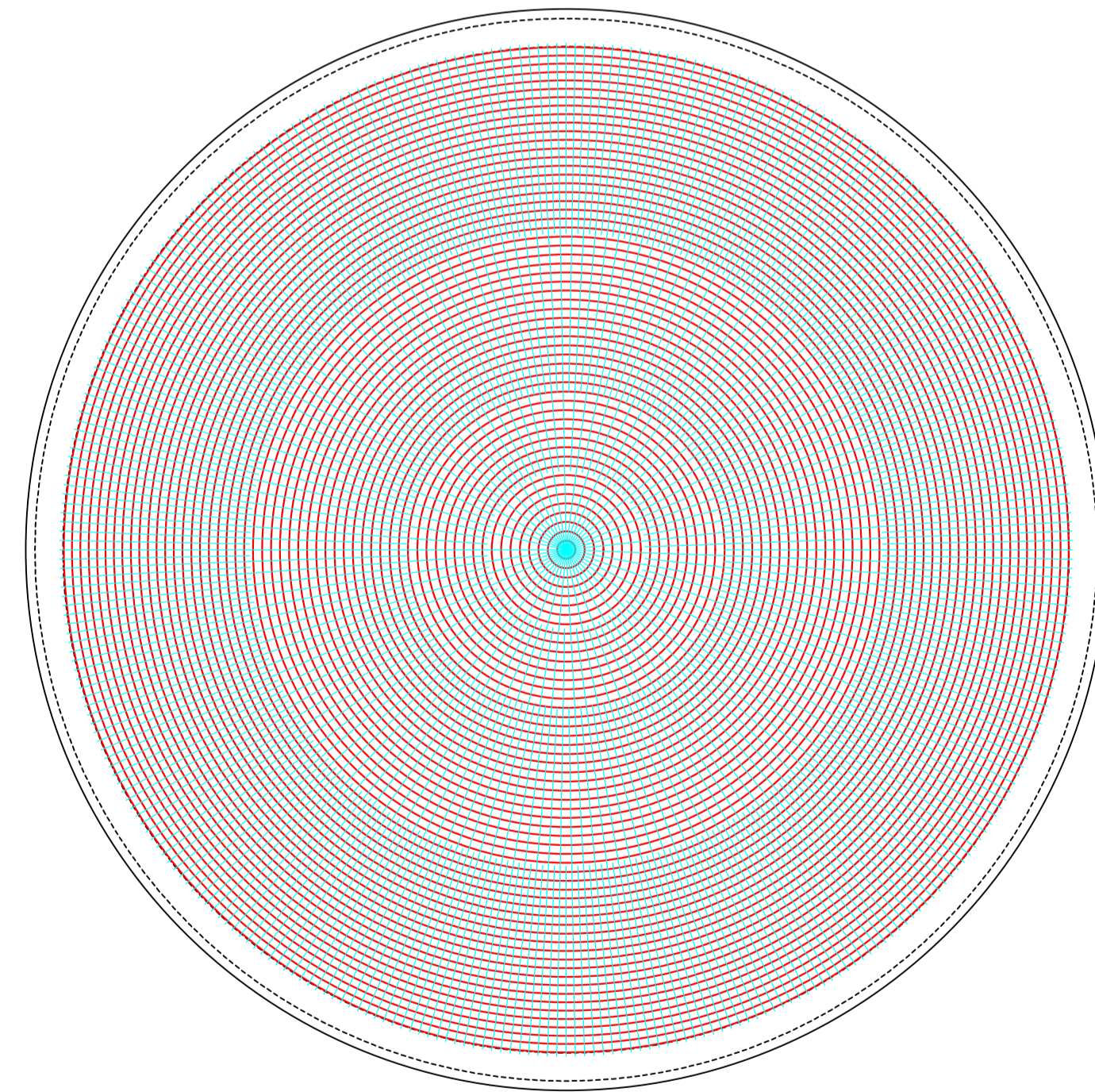
CÚPULA - CARA SUPERIOR  
Esc. 1:125



CIMENTACIÓN - CARA SECA  
Esc. 1:125



LOSA DE FONDO - CARA SECA  
Esc. 1:125



CÚPULA - CARA INFERIOR  
Esc. 1:125

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CISTERNA

#### 1.00 CONCRETO SIMPLE

Solado (Cemento Tipo MS) : C/H, 1:12

#### 2.00 CONCRETO ARMADO:

Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350 (Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
Zapata (Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS):  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

#### 3.00 ACERO DE REFUERZO

En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G-60 Según planos y detalles

#### 4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

$Q_{adm} = 13,48 \text{ kg/cm}^2$

#### 5.00 RECURRIMIENTOS:

Zapatas corridas : 7 cm.  
Elementos de C\*H, en contacto con el Agua : 5 cm.  
Muros estructurales : 5 cm.  
Losa de cimentación : 4 cm.

#### 6.00 ACABADO DEL CONCRETO:

Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de encofrados, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.

#### 7.00 REVOQUES:

Tarrajear el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1Kg por cada bolsa de cemento o según las especificaciones del aditivo.

#### 8.00 CONSIDERACIONES GENERALES

El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V en todas las estructuras expuestas al agua.

#### 9.00 NORMAS

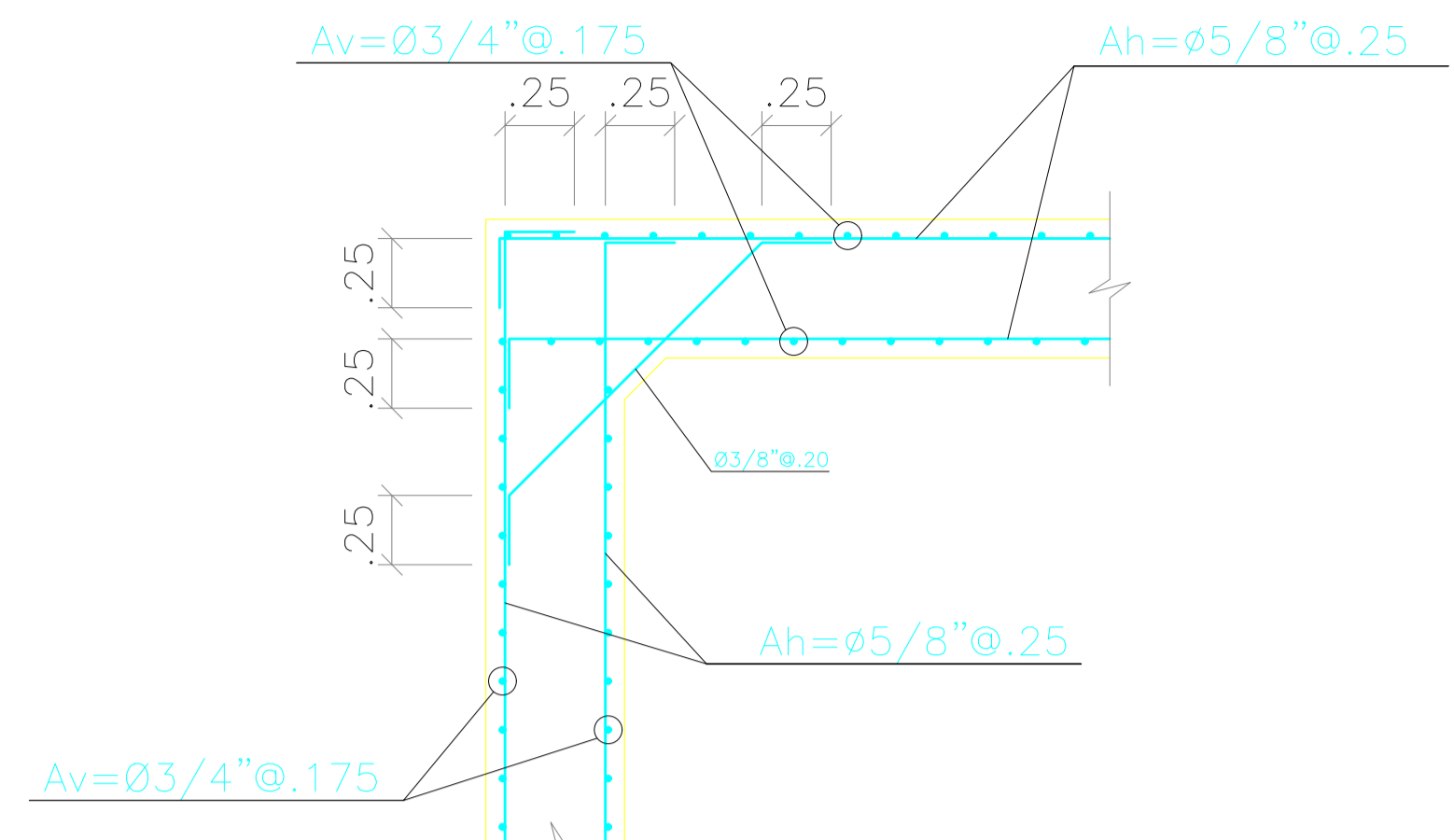
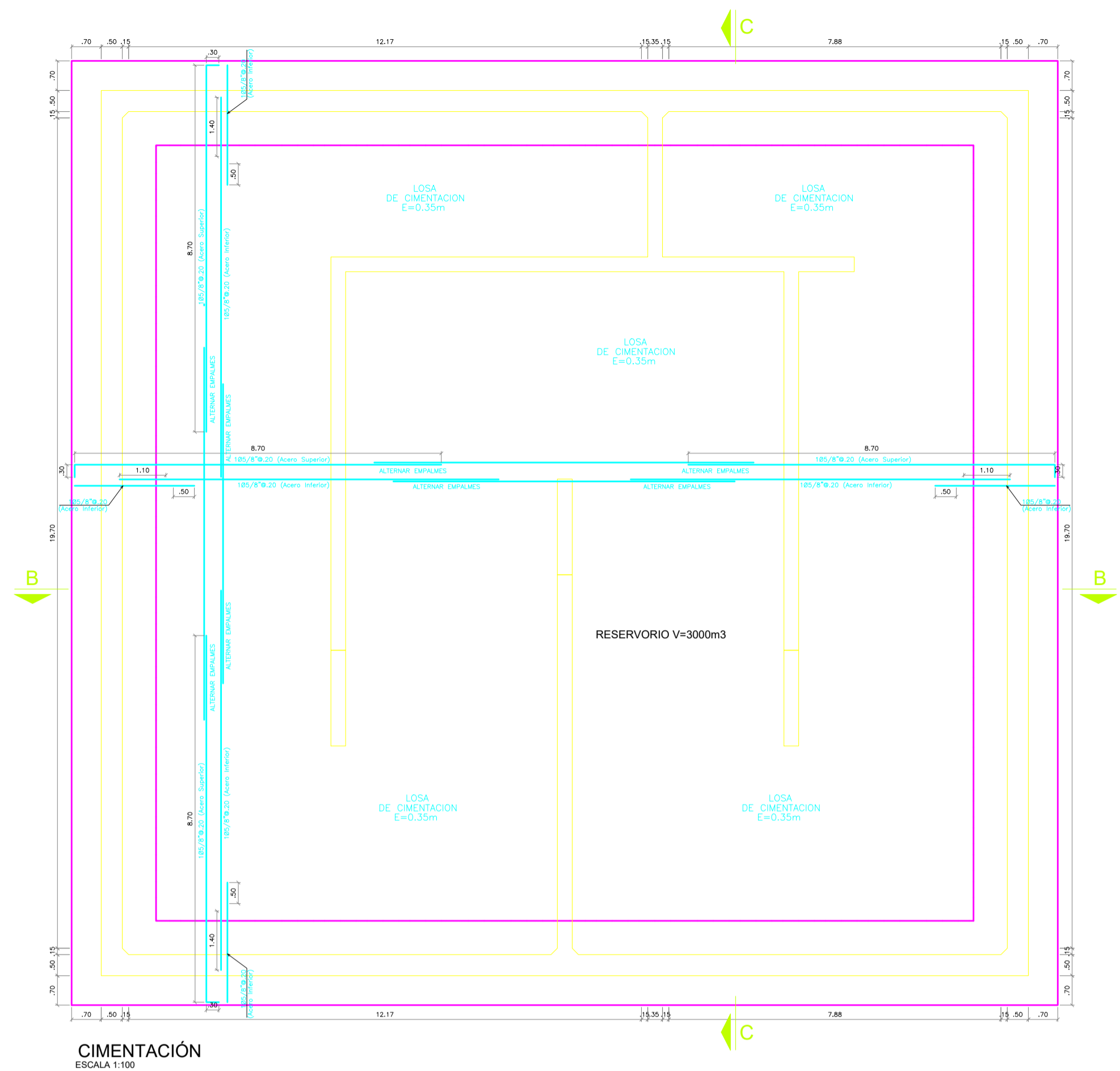
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
American Concrete Institute (ACI)

#### 10.00 IMPORTANTE

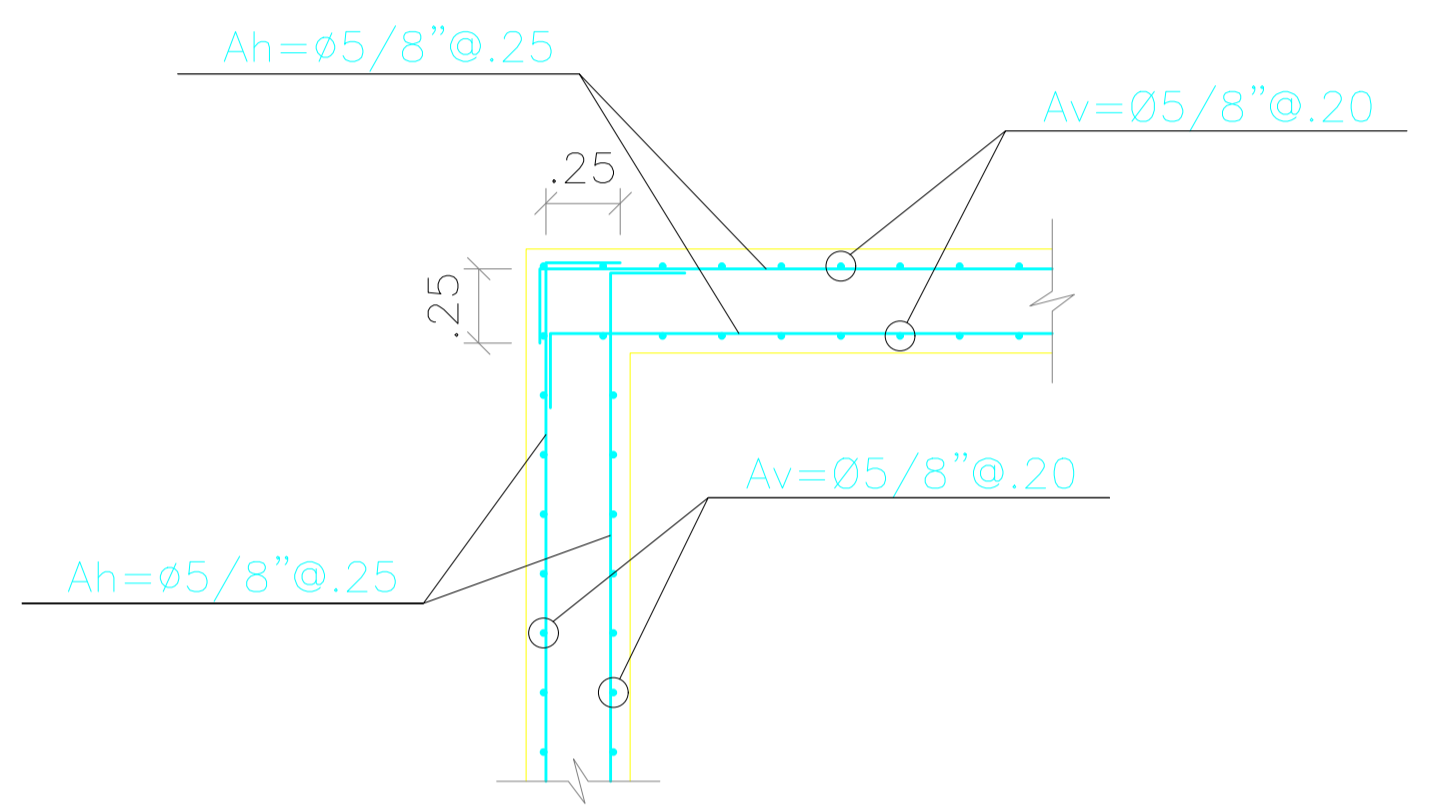
Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti sulfates, y concreto impermeabilizante.

	<b>DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>			ESCALA: INDICADA
	<b>ESTRUCTURAS</b>			LAMINA: <b>RC-02</b>
DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>	ASESOR: <b>Ing. Iván E. León Malo</b>		
PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DIBUJO: <b>A.A.J.CH.</b>	TESISISTAS: <b>Bach. Alvaro Jamanca Chávez Bach. Edgar Lunarejo Aguilar</b>	FECHA: <b>AGOSTO - 2022</b>	

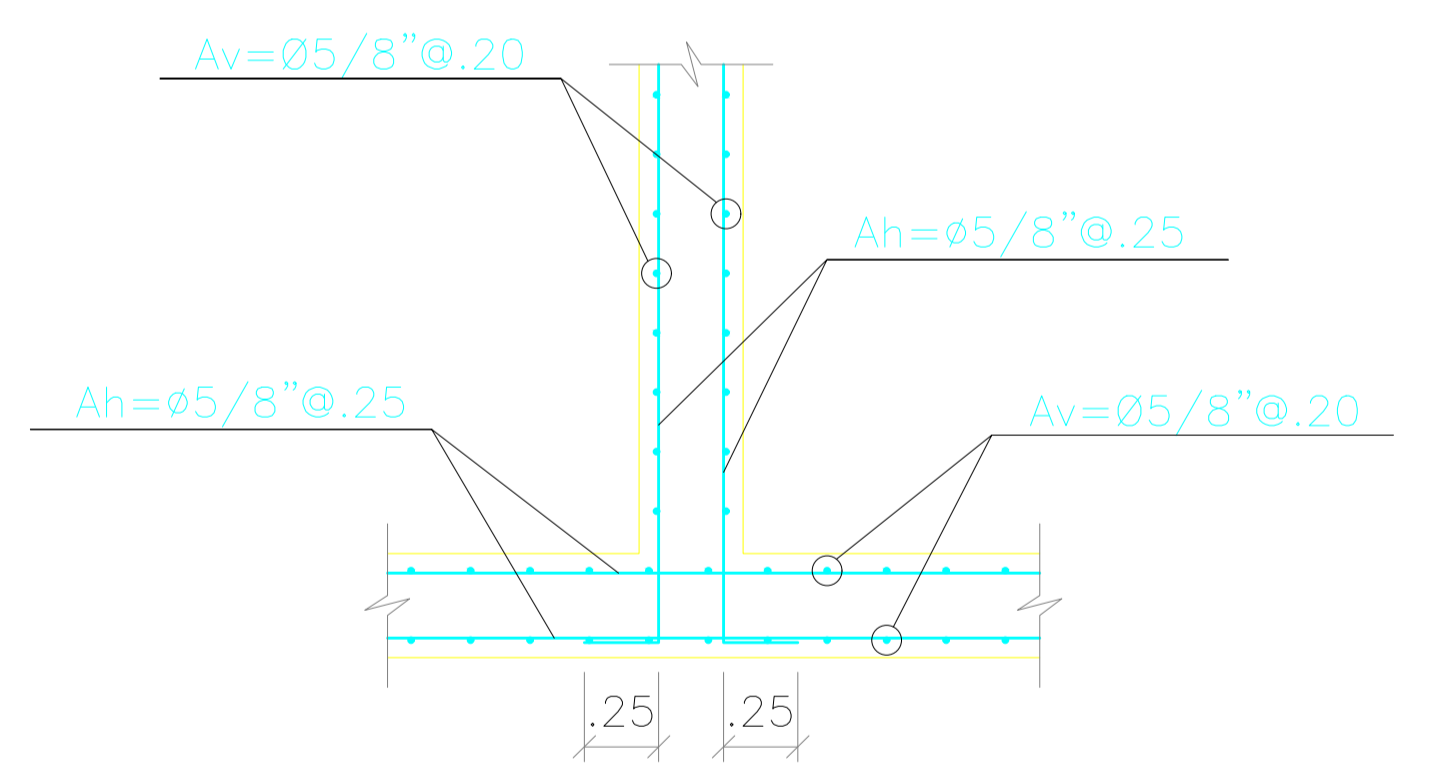




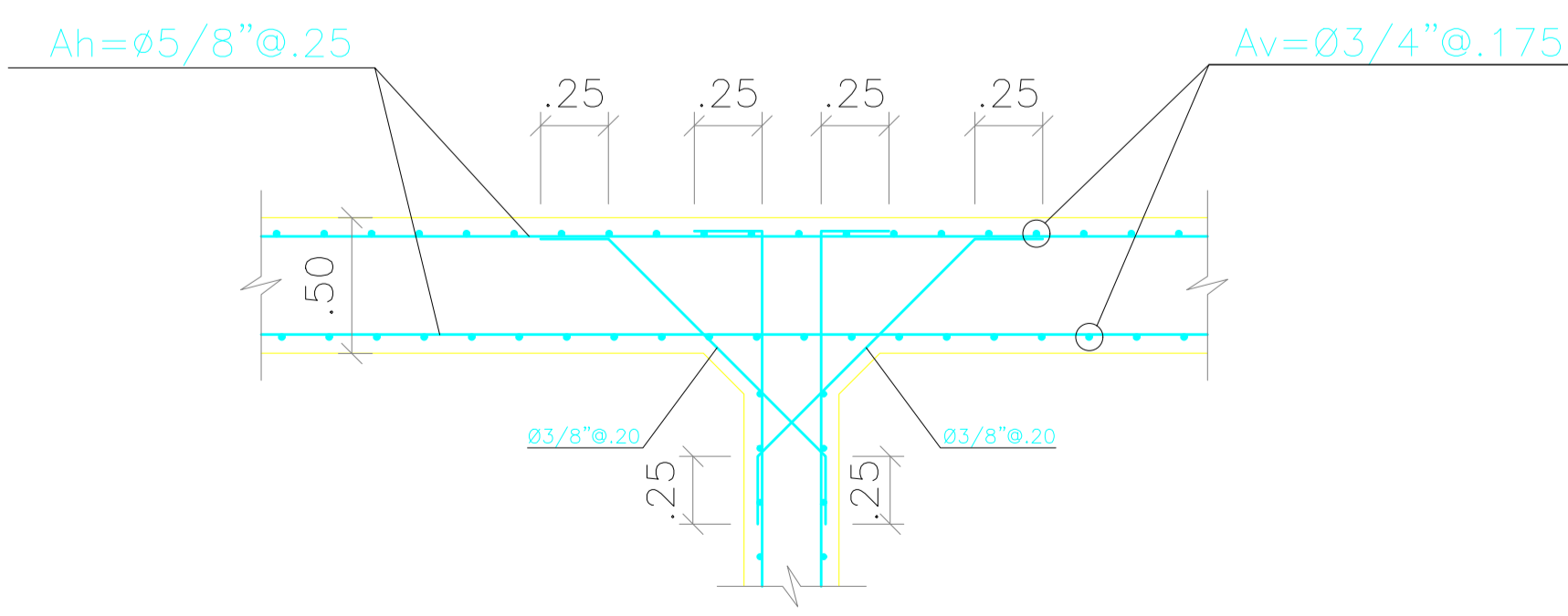
**ESQUINA DE MUROS - DETALLE 9**  
Esc. 1/25



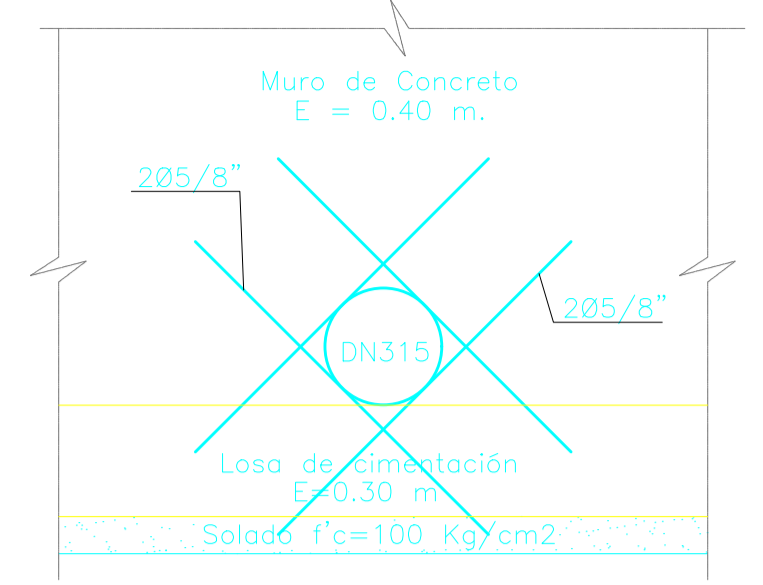
**ESQUINA DE MUROS - DETALLE 11**  
Esc. 1/25



**ESQUINA DE MUROS - DETALLE 10**  
Esc. 1/25

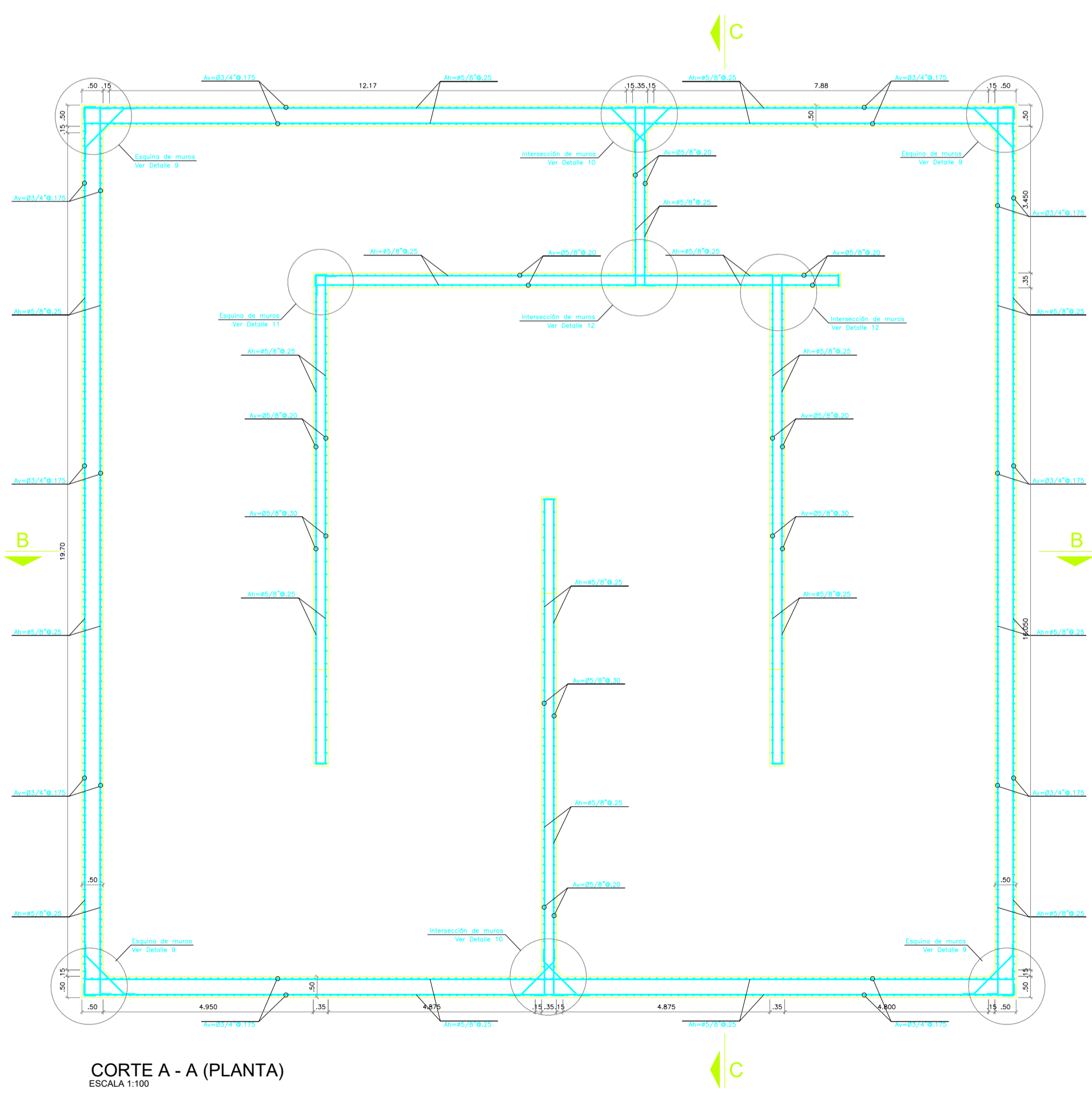


**ESQUINA DE MUROS - DETALLE 12**  
Esc. 1/25

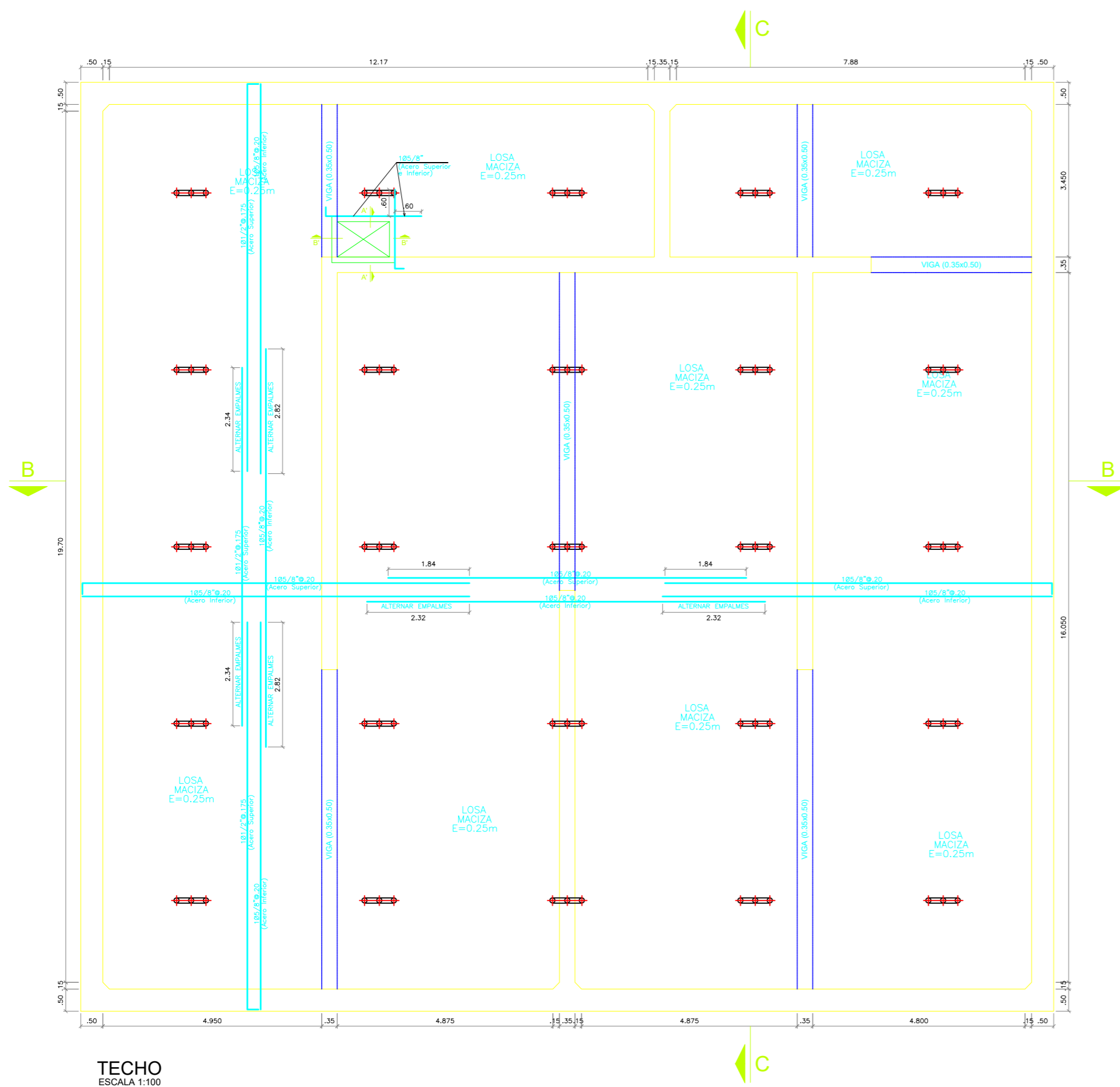


**ESPECIFICACIONES TECNICAS - CISTERNA**

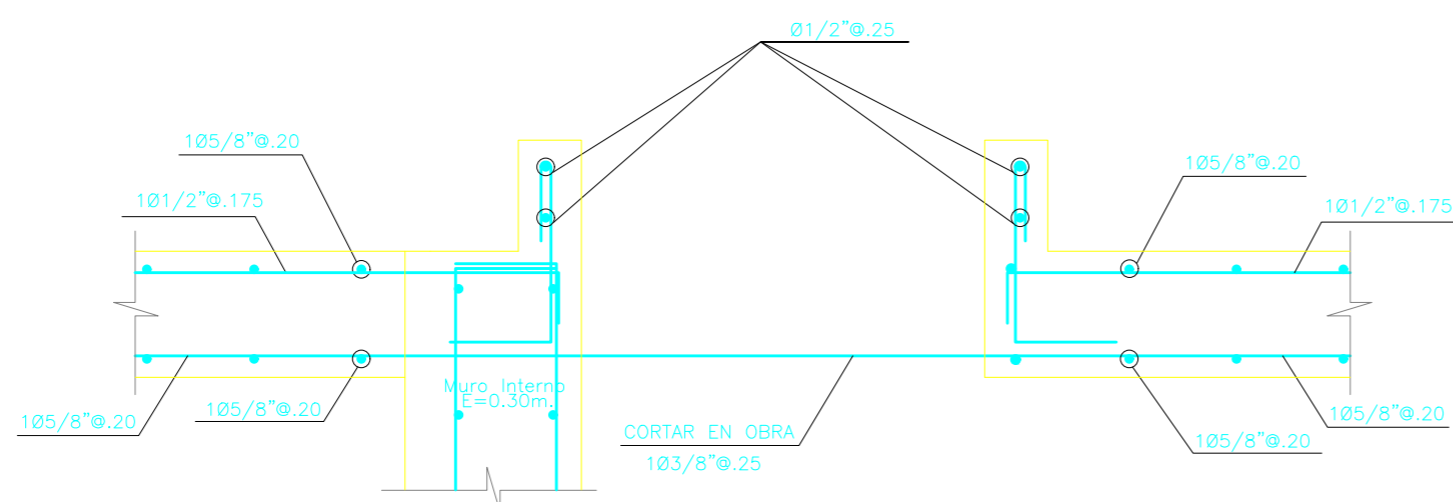
- 1.00 CONCRETO SIMPLE**  
Solado (Cemento Tipo MS) : C/H, 1:12
- 2.00 CONCRETO ARMADO:**  
Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350 (Cemento Portland Tipo MS) : f'c =280 Kg/cm2  
Zapata (Cemento Portland Tipo MS) : f'c =280 Kg/cm2  
Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS): f'c =280 Kg/cm2  
Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) : f'c =280 Kg/cm2
- 3.00 ACERO DE REFUERZO**  
En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G=60 Según planos y detalles
- 4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO**  
Qadm = 13,48 kg/cm2
- 5.00 RECUBRIMIENTOS:**  
Zapatillas corridas : 7 cm.  
Elementos de C'A', en contacto con el Agua : 5 cm.  
Muros estructurales : 5 cm.  
Losa de cimentación : 4 cm.
- 6.00 ACABADO DEL CONCRETO:**  
Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de encofrados, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.
- 7.00 REVOQUES:**  
Tarrajear el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1Kg por cada bolsa de cemento o según las especificaciones del aditivo.
- 8.00 CONSIDERACIONES GENERALES**  
El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V en todas las estructuras expuestas al agua.
- 9.00 NORMAS**  
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
American Concrete Institute (ACI)
- 10.00 IMPORTANTE**  
Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti salitres, y concreto impermeabilizante.



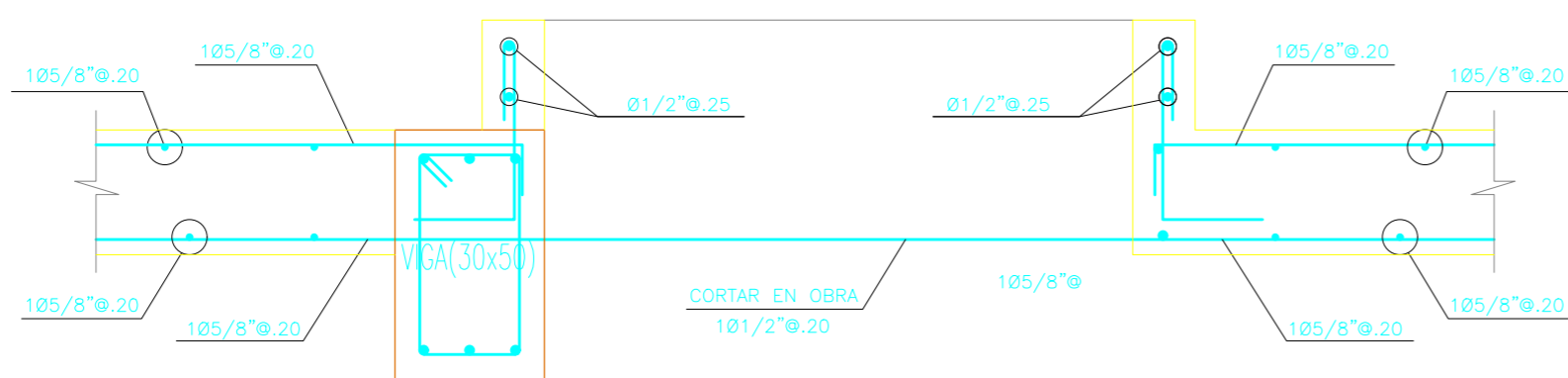
	<b>DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>			ESCALA: <b>INDICADA</b>
	<b>ESTRUCTURAS</b>			LAMINA: <b>RR-01</b>
DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>	ASESOR: <b>Ing. Iván E. León Malo</b>		
PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DIBUJO: <b>E.A.L.A.</b>	TESISISTAS: <b>Bach. Alvaro Jamanca Chávez Bach. Edgar Lunarejo Aguilar</b>	FECHA: <b>AGOSTO - 2022</b>	



TECHO  
ESCALA 1:100



SECCIÓN A' - A'  
Esc. 1/15



SECCIÓN B' - B'  
Esc. 1/15

### ESPECIFICACIONES TECNICAS - CISTERNA

#### 1.00 CONCRETO SIMPLE

Solado (Cemento Tipo MS) : C/H, 1:12

#### 2.00 CONCRETO ARMADO:

Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350

(Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Zapata (Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS):  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) :  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

#### 3.00 ACERO DE REFUERZO

En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G-60  
Según planos y detalles

#### 4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

$Q_{adm} = 13,48 \text{ kg/cm}^2$

#### 5.00 RECURRIMIENTOS:

Zapatas corridas : 7 cm.

Elementos de C\*A\*, en contacto con el Agua : 5 cm.

Muros estructurales : 5 cm.

Losa de cimentación : 4 cm.

#### 6.00 ACABADO DEL CONCRETO:

Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de encofrados, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.

#### 7.00 REVOQUES:

Tarrajear el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1Kg por cada bolsa de cemento o según las especificaciones del aditivo.

#### 8.00 CONSIDERACIONES GENERALES

El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V en todas las estructuras expuestas al agua.

#### 9.00 NORMAS

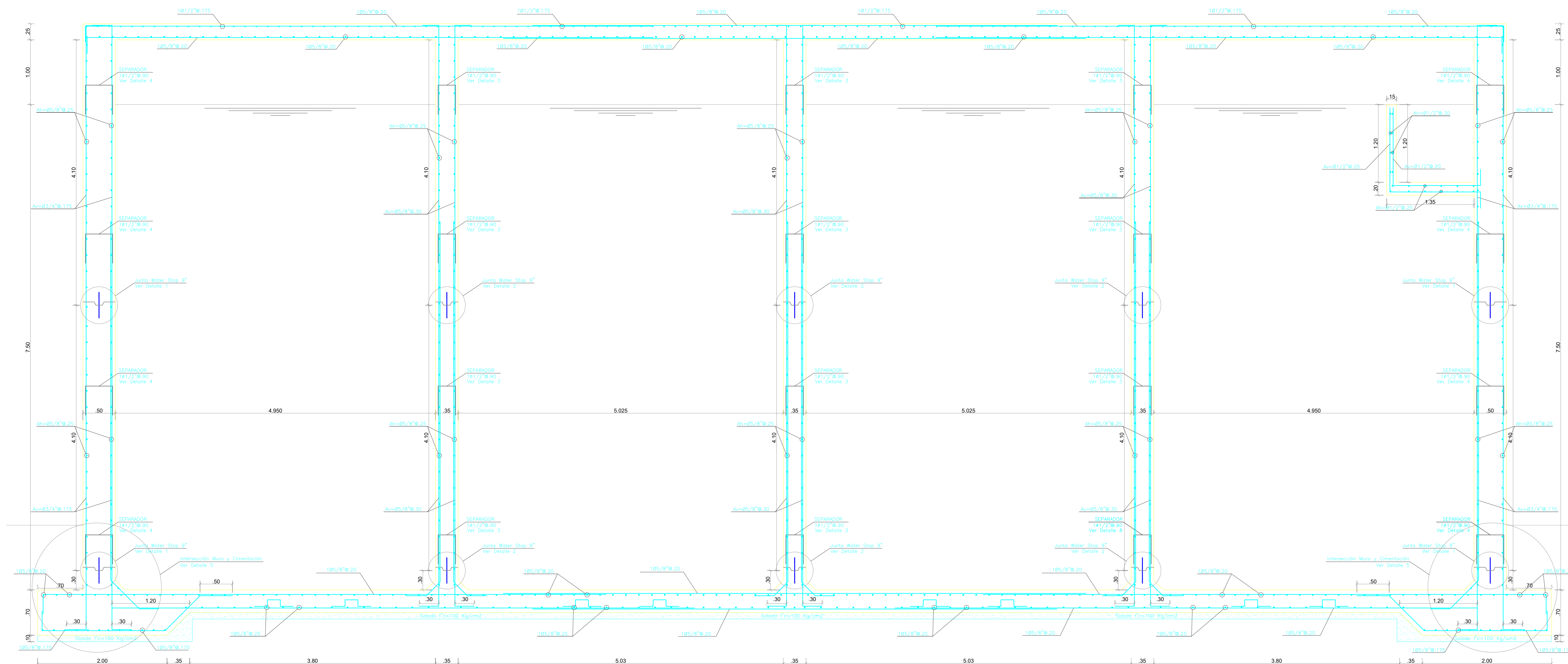
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
American Concrete Institute (ACI)

#### 10.00 IMPORTANTE

Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti salitres, y concreto impermeabilizante.

	<b>DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>			ESCALA: INDICADA
	<b>ESTRUCTURAS</b>			LAMINA: <b>RR-02</b>
DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>	ASESOR: <b>Ing. Iván E. León Malo</b>	<b>AGOSTO - 2022</b>	
PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DIBUJO: <b>E.A.L.A.</b>	TESISISTAS: <b>Bach. Alvaro Jamanca Chávez Bach. Edgar Lunarejo Aguilar</b>		





**ESPECIFICACIONES TECNICAS - CISTERNA**

**1.00 CONCRETO SIMPLE**  
 Sólido (Cemento Tipo MS) : C/H: 1:12

**2.00 CONCRETO ARMADO:**  
 Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350 (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2  
 Zapata (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2  
 Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS): f'c = 280 Kg/cm2  
 Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2

**3.00 ACERO DE REFUERZO**  
 En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G-60 Según planos y detalles

**4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO**  
 Qadm = 13,48 kg/cm2

**5.00 RECURRIMIENTOS:**  
 Zapatas corridas : 7 cm.  
 Elementos de C'4', en contacto con el Agua : 5 cm.  
 Muros estructurales : 5 cm.  
 Losa de cimentación : 4 cm.

**6.00 ACABADO DEL CONCRETO:**  
 Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de encofrados, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.

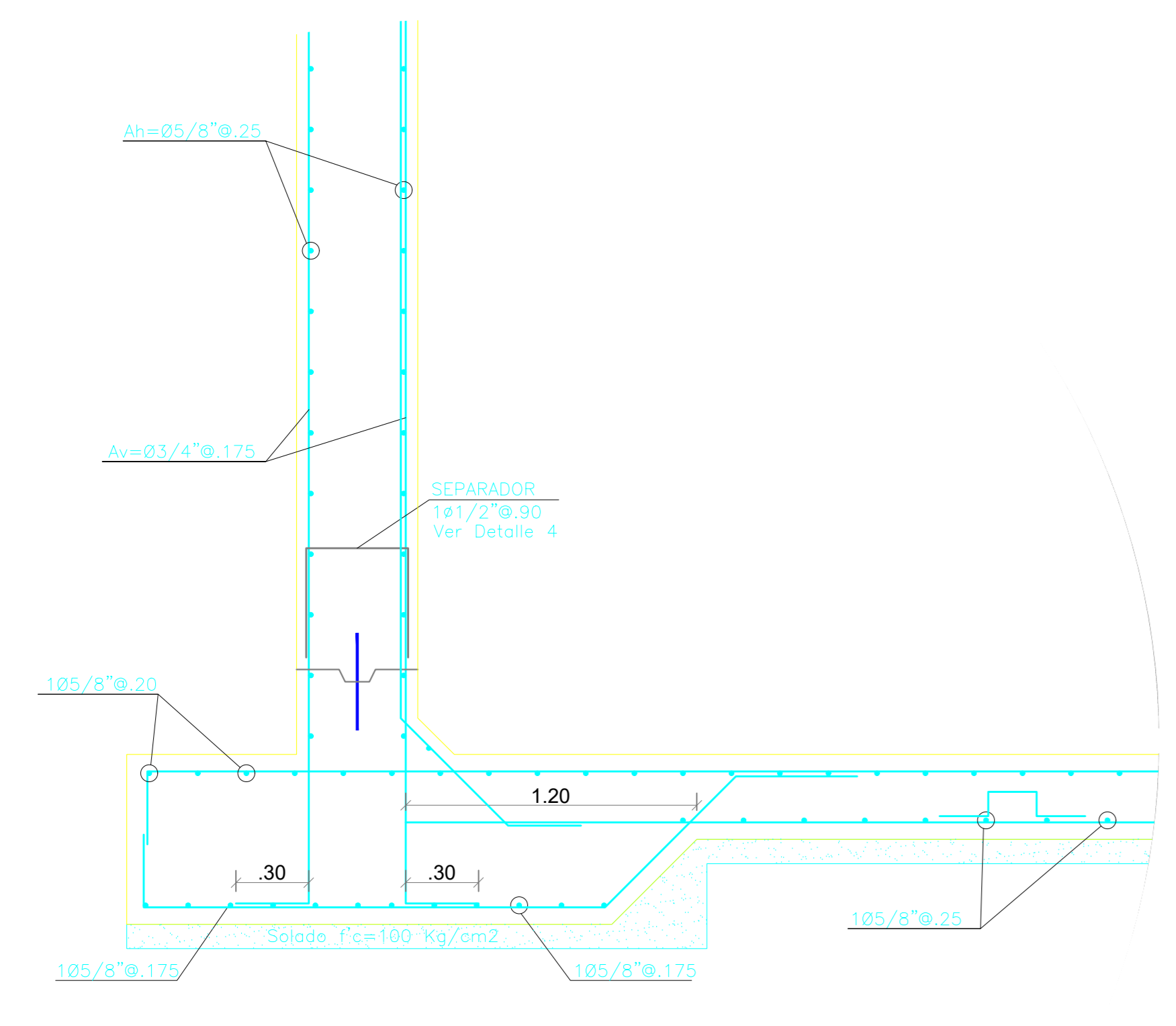
**7.00 REVOQUES:**  
 Terrajar el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1kg por cada bolsa de cemento a según las especificaciones del aditivo.

**8.00 CONSIDERACIONES GENERALES**  
 El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V y en todas las estructuras expuestas al agua.

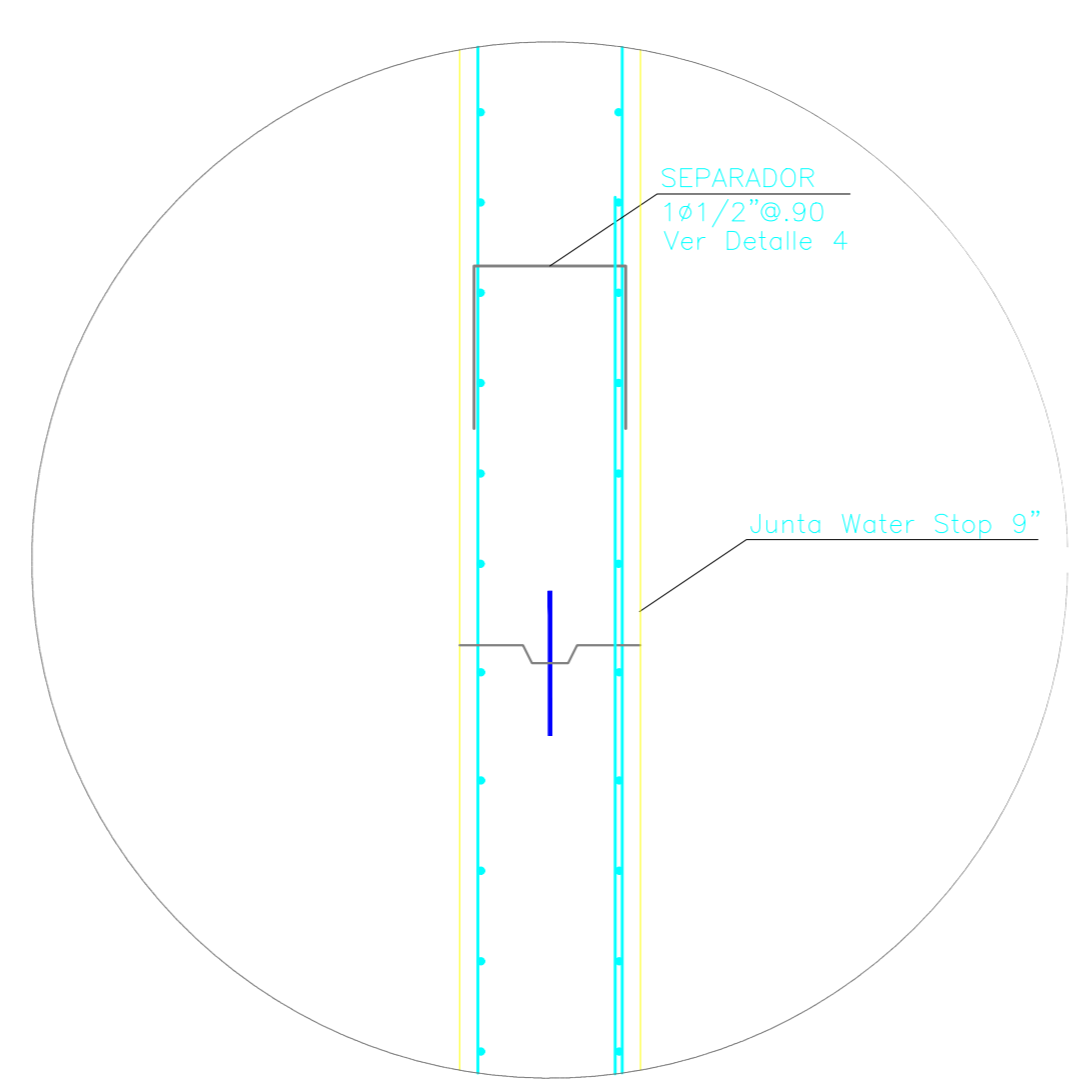
**9.00 NORMAS**  
 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
 American Concrete Institute (ACI)

**10.00 IMPORTANTE**  
 Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti sulfres, y concreto impermeabilizante.

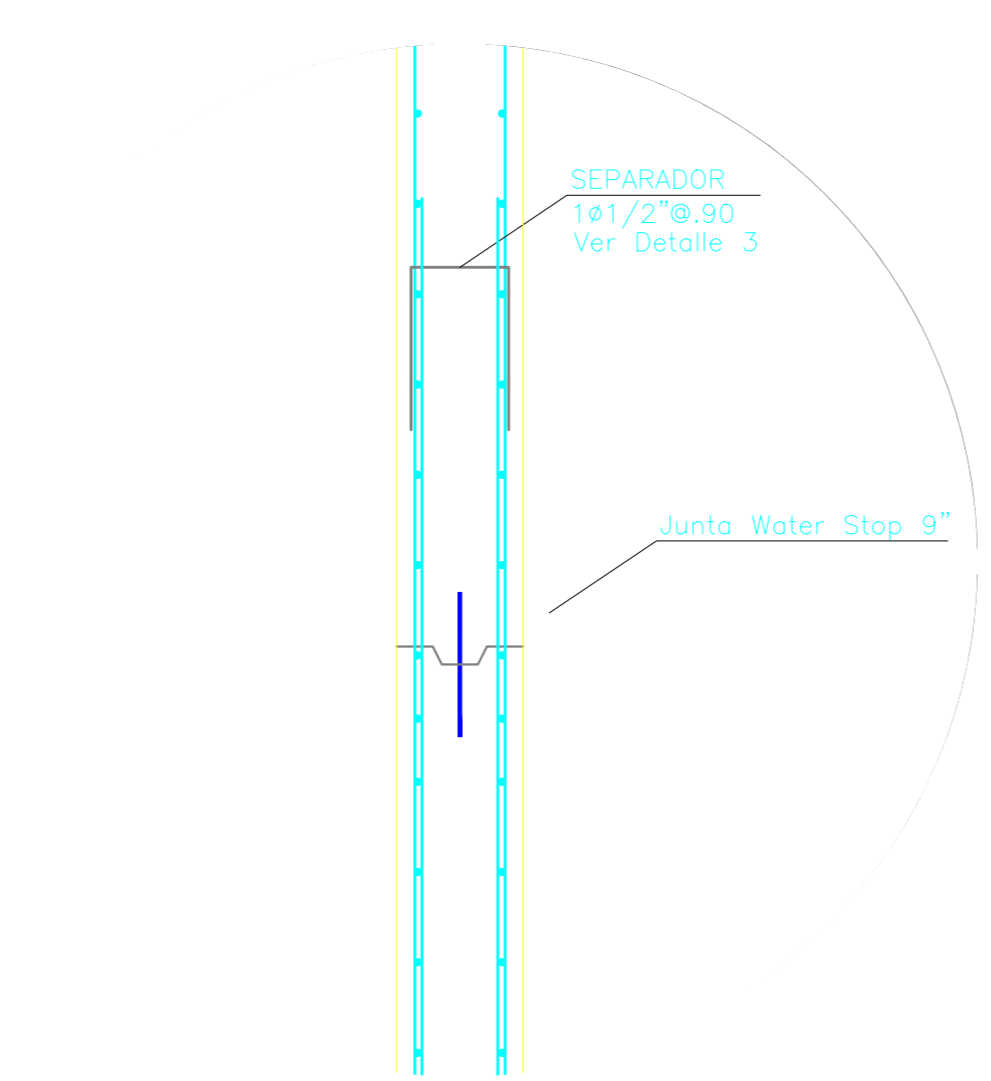
**CORTE B - B**  
 ESCALA 1:25



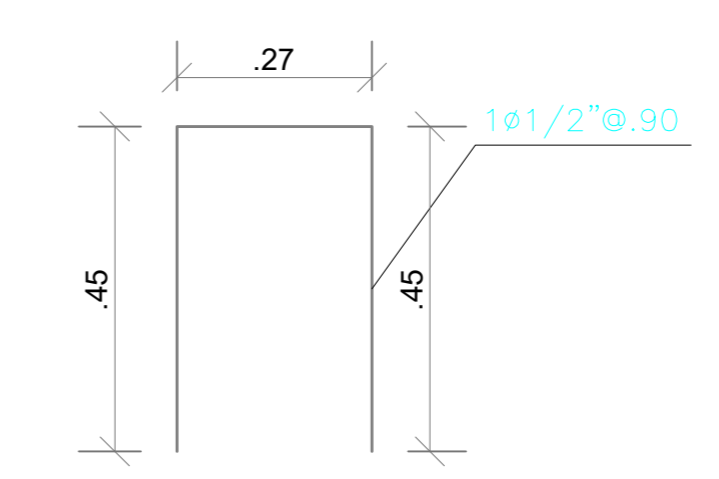
**DETALLE 5 - MURO E=0.50 m**  
 Esc. 1/20



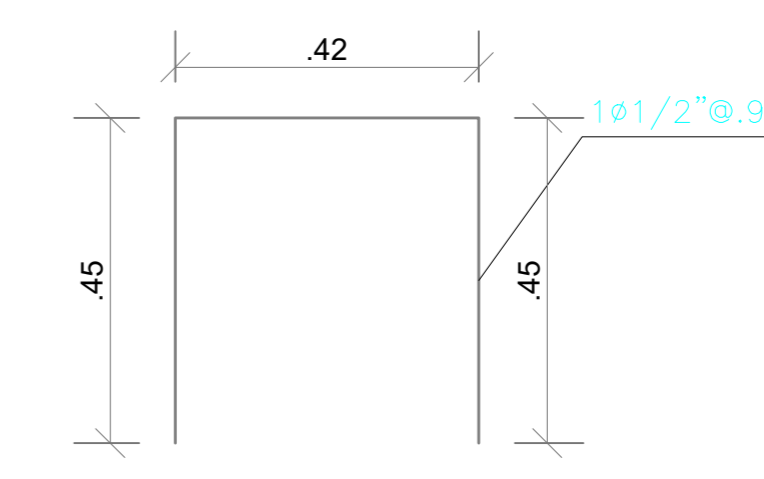
**DETALLE 1 - JUNTA WATER TOP**  
**MURO E=0.50 m**  
 Esc. 1/20



**DETALLE 2 - JUNTA WATER TOP**  
**MURO E=0.35 m**  
 Esc. 1/20

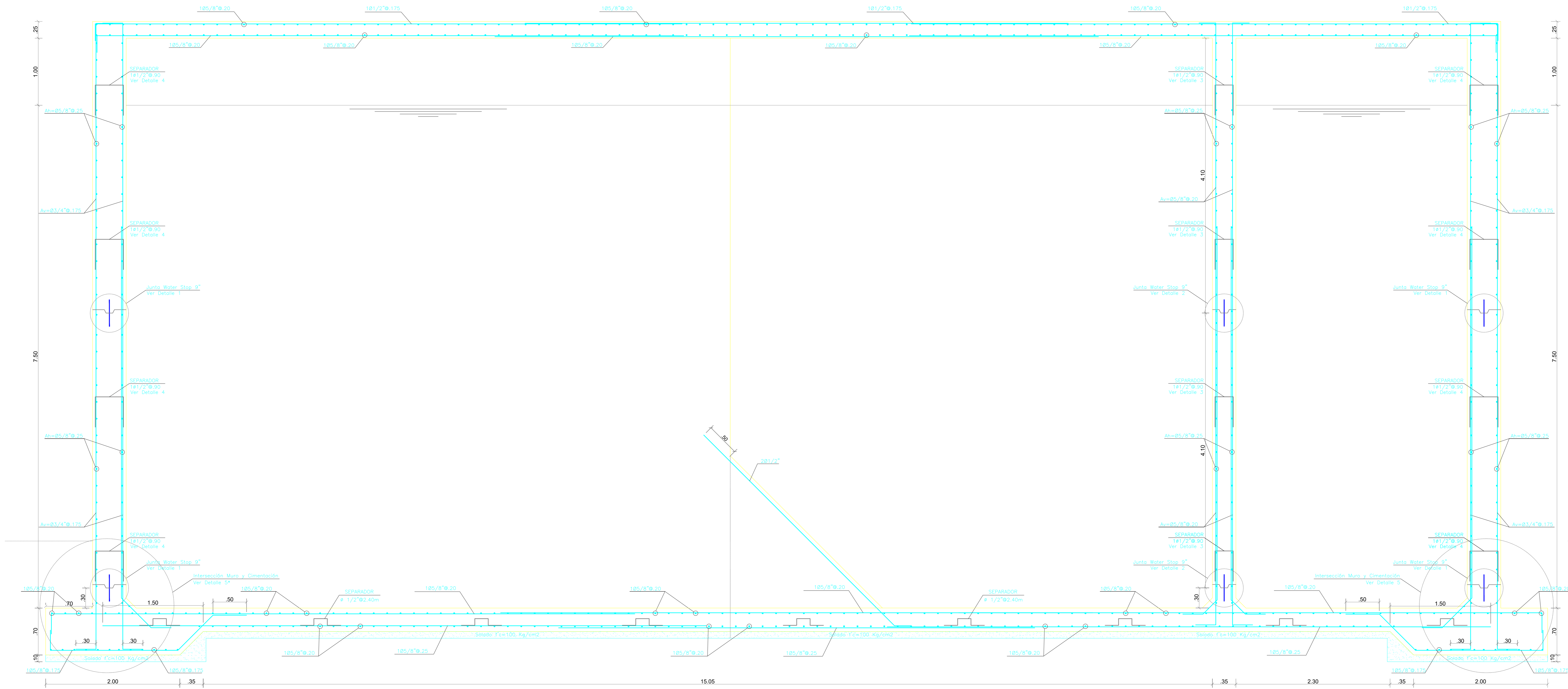


**DETALLE 3 - SEPARADOR**  
**MURO E=0.35 m**  
 Esc. 1/10



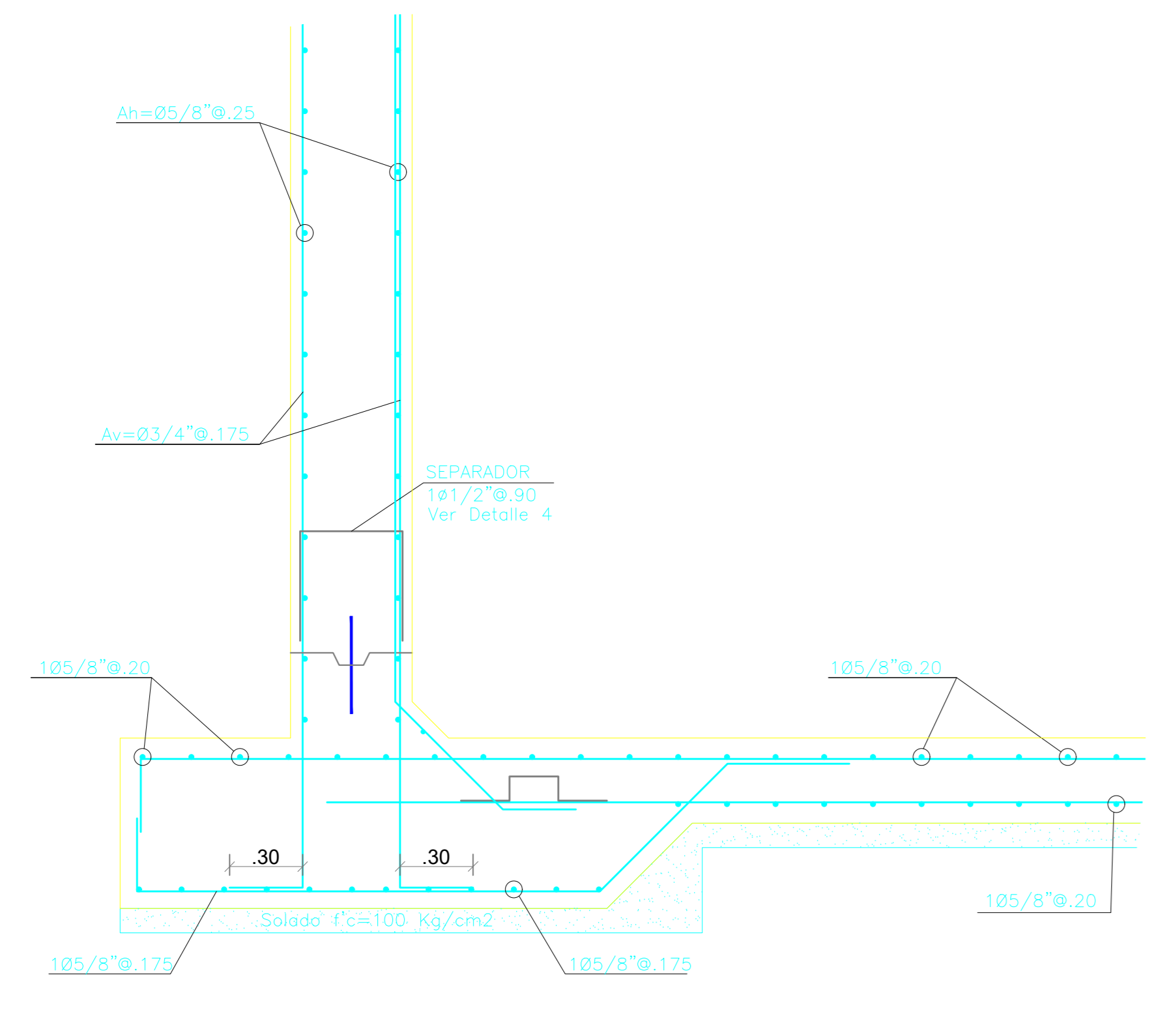
**DETALLE 4 - SEPARADOR**  
**MURO E=0.50 m**  
 Esc. 1/10

		<b>DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>	
		PLANO DE:	ESCALA: INDICADA
<b>ESTRUCTURAS</b>		DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>
		PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DIBUJO: <b>E.A.L.A.</b>
ASesor: <b>Ing. Iván E. León Malo</b>		TEGISTAS: <b>Bach. Alvaro Jarama Chávez</b> <b>Bach. Edgar Llanero Aguilár</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b> <b>RR-03</b> FECHA: <b>AGOSTO - 2022</b>

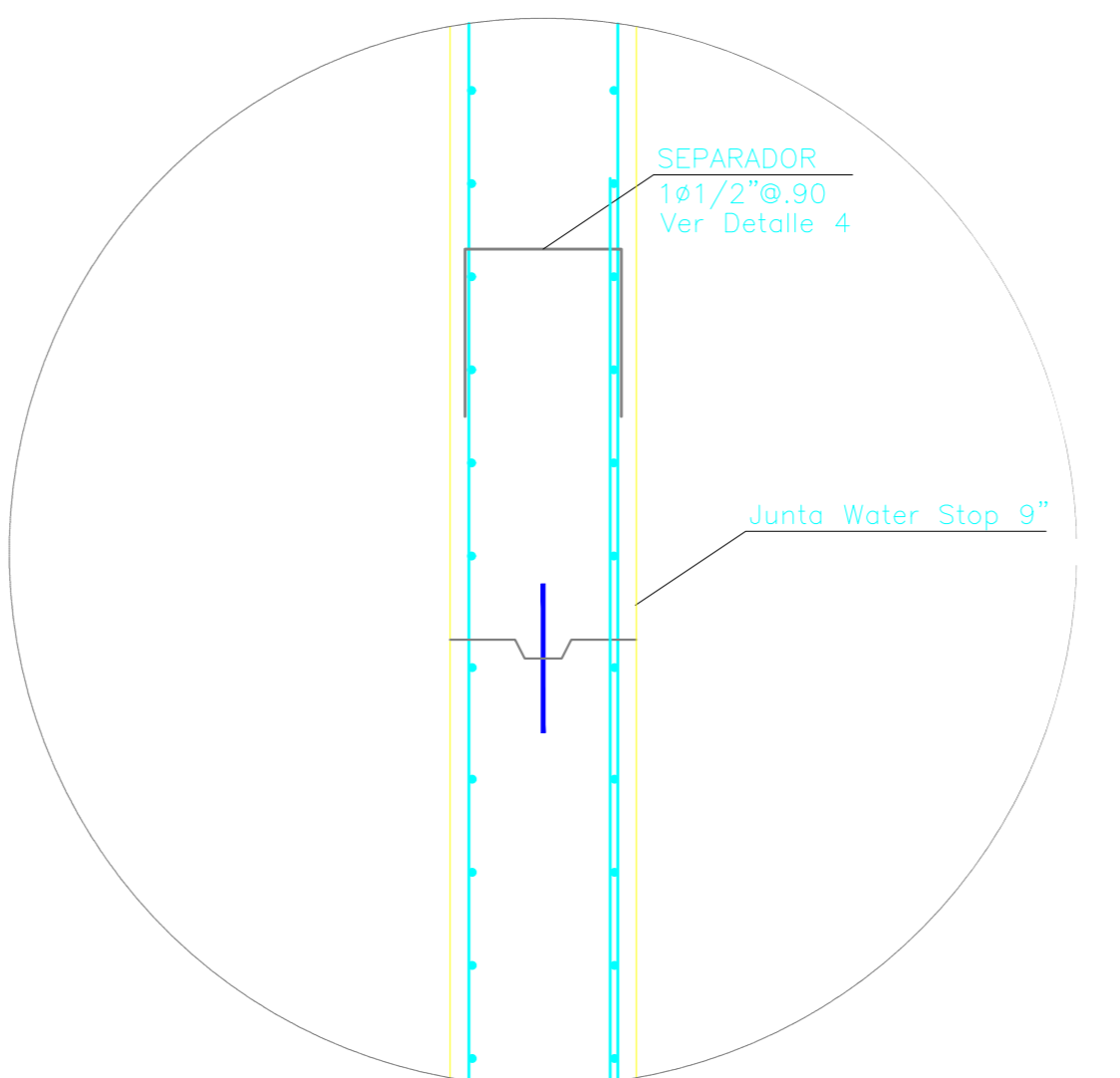


**CORTE C - C**  
ESCALA 1:25

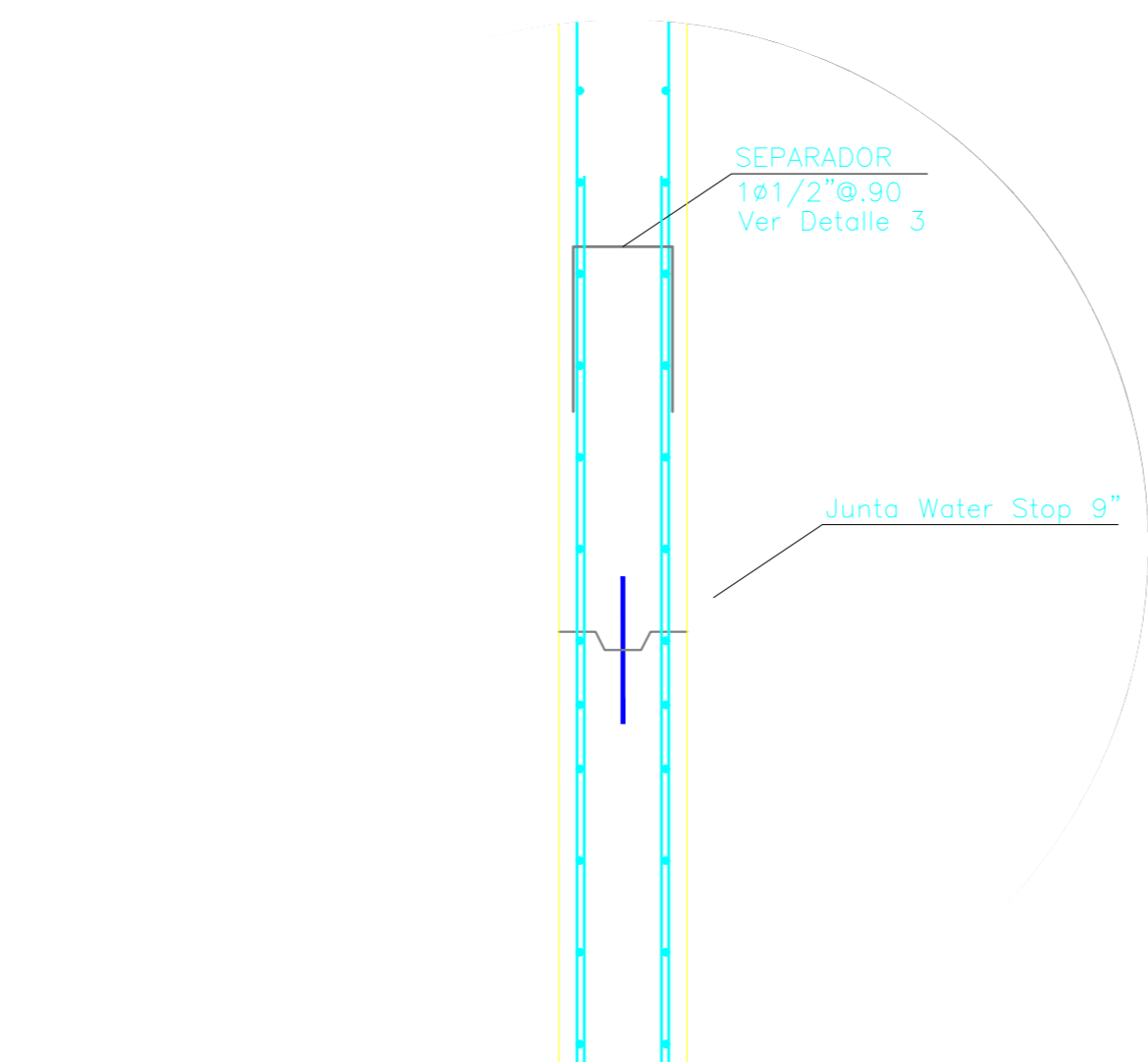
- ESPECIFICACIONES TECNICAS - CISTERNA**
- 1.00 CONCRETO SIMPLE**  
Solado (Cemento Tipo MS) : C/H, 1:12
  - 2.00 CONCRETO ARMADO:**  
Concreto Armado en contacto con el agua, por durabilidad según ACI 350 (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2  
Zapata (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2  
Losa de cimentación (Cemento Portland Tipo MS): f'c = 280 Kg/cm2  
Muros armados (Cemento Portland Tipo MS) : f'c = 280 Kg/cm2
  - 3.00 ACERO DE REFUERZO**  
En todos los elementos, se empleará fierro corrugado G-60 Según planos y detalles
  - 4.00 CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO**  
Qadm = 13,48 kg/cm2
  - 5.00 RECURRIMIENTOS:**  
Zapatas corridas Elementos de C'A', en contacto con el Agua : 7 cm.  
Muros estructurales : 5 cm.  
Losa de cimentación : 4 cm.
  - 6.00 ACABADO DEL CONCRETO:**  
Todo el concreto estructural deberá ser vibrado convenientemente. Tomar todas las disposiciones necesarias en cuanto a rigidez y alineamiento de anclajes, colocación precisa de armaduras, proporción de las mezclas y uso de desmoldadores, a fin de obtener un concreto con acabado óptimo. Realizar ensayos previos a fin de establecer la proporción correcta de volúmenes de piedra y arena y agua.
  - 7.00 REVOCQUES:**  
Terrojar el interior de la cisterna (losa de fondo y muros), usando aditivo impermeabilizante en la proporción de 1Kg por cada bolsa de cemento o según las especificaciones del aditivo.
  - 8.00 CONSIDERACIONES GENERALES:**  
El proceso constructivo se regirá según lo estipulado en el R.N.E. y/o indicaciones de Proyectista. Se respetará las notas adjuntas en los planos y a falta de detalles se consultará al Proyectista. Se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo V en todas las estructuras expuestas al agua.
  - 9.00 NORMAS**  
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)  
American Concrete Institute (ACI)
  - 10.00 IMPORTANTE**  
Se recomienda el uso de cemento Tipo V y/o similares anti-solubles, y concreto impermeabilizante.



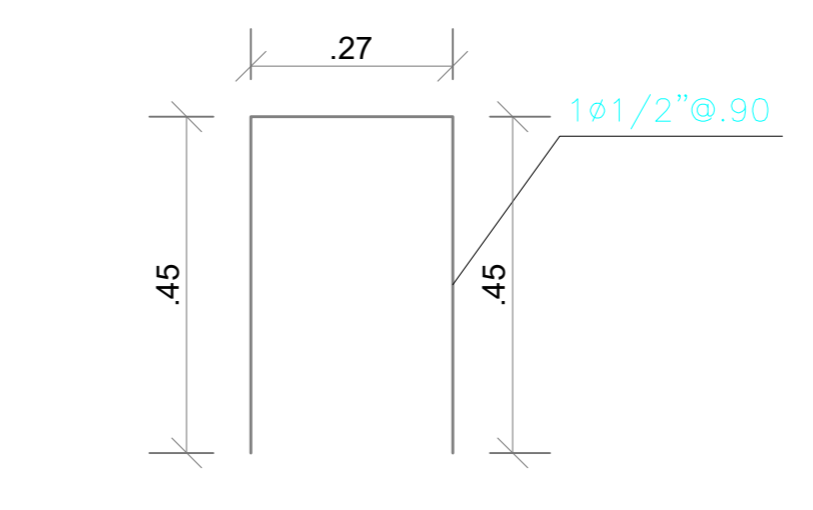
**DETALLE 5\* - MURO E=0.50 m**  
Esc. 1/20



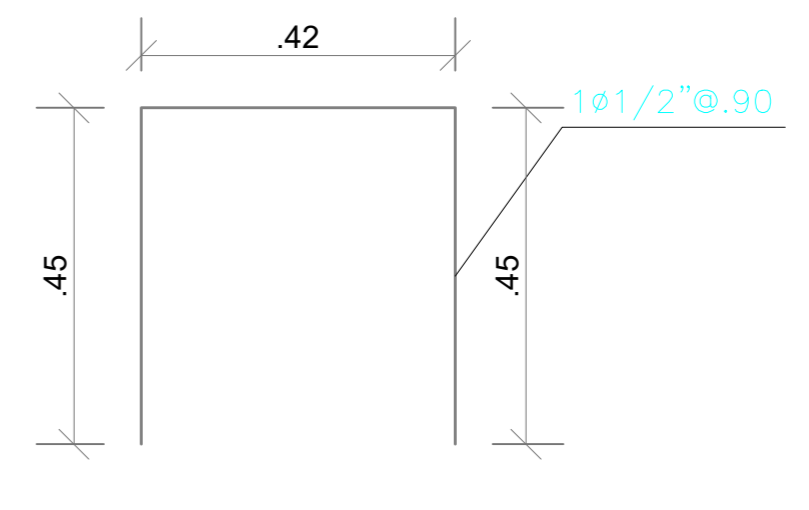
**DETALLE 1 - JUNTA WATER TOP**  
**MURO E=0.50 m**  
Esc. 1/20



**DETALLE 2 - JUNTA WATER TOP**  
**MURO E=0.35 m**  
Esc. 1/20



**DETALLE 3 - SEPARADOR**  
**MURO E=0.35 m**  
Esc. 1/10



**DETALLE 4 - SEPARADOR**  
**MURO E=0.50 m**  
Esc. 1/10

		<b>DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH</b>		ESCALA: <b>INDICADA</b>
		<b>ESTRUCTURAS</b>		LAMINA: <b>RR-04</b>
DEPARTAMENTO: <b>ANCASH</b>	DISTRITO: <b>NUEVO CHIMBOTE</b>	ASESOR: <b>Ing. Iván E. León Malo</b>	FECHA: <b>AGOSTO - 2022</b>	
PROVINCIA: <b>SANTA</b>	DIBUJO: <b>E.A.L.A.</b>	TESISISTAS: <b>Bach. Avaro Jamanca Chávez Bach. Edgar Llanero Aguilár</b>		

## 7.5. Metrados

### RESUMEN DE METRADOS

PROYECTO:	"DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"
PRESUPUESTO:	RESERVORIO CIRCULAR

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>		
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANÍA	GLB	1.00
01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 M	UND	1.00
01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	GLB	1.00
01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	GLB	1.00
01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h = 2,40 m	M	225.20
01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA	GLB	1.00
<b>01.01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO	M2	2697.09
01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO C/EQUIPO PERMANENTE	M2	2697.09
<b>01.01.03</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>		
01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19	GLB	1.00
01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	30.00
01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19	GLB	1.00
01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD	GLB	1.00
01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB	1.00
01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION	M3	848.83
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN	M2	485.66
01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/EQUIPO	M3	133.45
01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	M3	1103.48
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax=10 Km	M3	1103.48
<b>01.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12	M2	97.07
<b>01.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.04.01</b>	<b>ZAPATAS</b>		
01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	307.22



01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	30175.60
01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	405.03
<b>01.04.02</b>	<b>LOSA DE FONDO</b>		
01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	161.35
01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	14461.74
01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	537.84
<b>01.04.03</b>	<b>MURO CILÍNDRICO</b>		
01.04.03.01	MURO CILÍNDRICO - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	743.36
01.04.03.02	MURO CILÍNDRICO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	M2	2457.79
01.04.03.03	MURO CILÍNDRICO - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	79434.00
01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	4915.59
<b>01.04.04</b>	<b>VIGA ANULAR</b>		
01.04.04.01	VIGA ANULAR - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	100.88
01.04.04.02	VIGA ANULAR - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	M2	252.21
01.04.04.03	VIGA ANULAR - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	5797.18
01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	504.41
<b>01.04.05</b>	<b>CÚPULA</b>		
01.04.05.01	CÚPULA - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	125.73
01.04.05.02	CÚPULA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	M2	838.19
01.04.05.03	CÚPULA - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	14324.15
01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	838.19
<b>01.04.06</b>	<b>VERTEDERO</b>		
01.04.06.01	VERTEDERO - CONCRETO f'c=280 kg/cm2	M3	1.76
01.04.06.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	M2	20.50
01.04.06.03	VERTEDERO - ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	103.86
01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	20.50
<b>02.00</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>		
02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM	M2	686.14
02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MURO CILÍNDRICO 1:3, E=2.0 CM	M2	1325.42
02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM	M2	1676.39
<b>02.02</b>	<b>PINTURA</b>		
02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS C/IMPRIMANTE	M2	4406.75
<b>02.03</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>		
02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F°G° CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1"@0.30m, ANCHO 0.40m	M	42.40
02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA	UND	2.00
02.03.03	VENTILACION C/TUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 6" (150 mm)	UND	24.00
02.03.04	SOPORTE METALICO T/ABRAZADERA P/TUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 mm)	UND	10.00

<b>01.08</b>	<b>PRUEBAS DE CONTROL</b>		
01.08.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO	M3	6171.86
<b>01.09</b>	<b>VARIOS</b>		
01.09.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA	M	277.72

## PLANILLA DE SUSTENTACIÓN DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"  
 PRESUPUESTO: RESERVORIO CIRCULAR

### 01 ESTRUCTURAS

#### 01.01 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD

##### 01.01.01 OBRAS PROVISIONALES

ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANÍA									Unidad	GLB
01.01.01.01	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Alquiler de local	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 M									Unidad	UND
01.01.01.02	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Cartel de Obra	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES									Unidad	GLB
01.01.01.03	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Servicios higiénicos provisionales	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES									Unidad	GLB
01.01.01.04	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Instalaciones eléctricas provisionales	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h = 2,40 m									Unidad	M
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Cerco perimétrico provisional			75.30	37.30					225.20	
									<b>Metrado Total</b>	<b>225.20</b>	

01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Transporte de maquinarias, equipos y herramientas a obra	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	

### 01.01.02 TRABAJOS PRELIMINARES

01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Área total del proyecto			74.30	36.30					2697.09	
									<b>Metrado Total</b>	<b>2697.09</b>	

01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO C/EQUIPO PERMANENTE									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Área total del proyecto			74.30	36.30					2697.09	
									<b>Metrado Total</b>	<b>2697.09</b>	

### 01.01.03 SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Elaboración de Plan de Seguridad y Salud en Obra Inc. Plan Covid-19	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	

01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL									Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Equipos de protección individual	30								30.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>30.00</b>	

01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Equipos de protección colectiva	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	

01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Equipamiento para la vigilancia de la salud	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	

01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Señalización temporal de seguridad	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	

01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO									Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Recursos para respuesta ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo	1								1.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>	



01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Mitigación de impacto ambiental	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

### 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.40	1.90	69.43			633.19
	adicionar	2				1.90		2.27		8.63
	Losa de Fondo	2				1.40		76.20		213.36
	descontar	-2				1.40		2.27		-6.36
									<b>Metrado Total</b>	<b>848.83</b>

01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.40		69.43			333.26
	Losa de Fondo	2						76.20		152.40
									<b>Metrado Total</b>	<b>485.66</b>

01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/EQUIPO								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Relleno encima de zapatas	2			0.90	1.00	74.14			133.45
									<b>Metrado Total</b>	<b>133.45</b>

01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Factor	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Material de acarreo	1	1.30						848.83	1103.48
									<b>Metrado Total</b>	<b>1103.48</b>

01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax= 10 Km								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Material de eliminación	1							1103.48	1103.48
									<b>Metrado Total</b>	<b>1103.48</b>

### 01.03 CONCRETO SIMPLE

01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.40	0.10	69.43			33.33
	adicionar	2				0.10		2.27		0.45
	Losa de Fondo	2				0.10		316.46		63.29
									<b>Metrado Total</b>	<b>97.07</b>

### 01.04 CONCRETO ARMADO

#### 01.04.01 ZAPATAS

01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f'c=280 kg/cm2								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas - Reservorios	2				0.80		196.79		314.86
		2				0.80		5.73		9.16
	descontar	-2					7.44	0.13		-1.86
	descontar	-2					59.79	0.13		-14.95
									<b>Metrado Total</b>	<b>307.22</b>

01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO fy=4200 kg/cm2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en zapatas	2								30175.60
									<b>Metrado Total</b>	<b>30175.60</b>

01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Curado en zapatas	2						202.51		405.03	
									<b>Metrado Total</b>	<b>405.03</b>	

### 01.04.02 LOSA DE FONDO

01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm2									Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Losa de fondo	2				0.30		268.92		161.35	
									<b>Metrado Total</b>	<b>161.35</b>	

01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO $f_y=4200$ kg/cm2									Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Acero en losa de fondo	2								14461.74	
									<b>Metrado Total</b>	<b>14461.74</b>	

01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Curado en losa de fondo	2						268.92		537.84	
									<b>Metrado Total</b>	<b>537.84</b>	

### 01.04.03 MURO CILÍNDRICO

01.04.03.01	MURO CILÍNDRICO - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm2									Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Muro cilíndrico	2				8.85		41.66		737.34	
	adicionar	2							3.01	6.02	
									<b>Metrado Total</b>	<b>743.36</b>	

01.04.03.02	MURO CILÍNDRICO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Cara externa	2				8.85	71.31			1262.26	
	Cara interna	2				8.85	67.54			1195.53	
									<b>Metrado Total</b>	<b>2457.79</b>	

01.04.03.03	MURO CILÍNDRICO - ACERO $f_y=4200$ kg/cm2									Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Acero en muros cilíndrico	2								79434.00	
									<b>Metrado Total</b>	<b>79434.00</b>	

01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Curado en muro cilíndrico	2								4915.59	
									<b>Metrado Total</b>	<b>4915.59</b>	

#### 01.04.04 VIGA ANULAR

01.04.04.01	VIGA ANULAR - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm2									Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Viga anular	2				0.90		56.05		100.88	
									<b>Metrado Total</b>	<b>100.88</b>	

01.04.04.02	VIGA ANULAR - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial	
	Cara externa	2				0.90	72.57			130.63	
	Cara interna	2				0.90	67.54			121.58	
									<b>Metrado Total</b>	<b>252.21</b>	

01.04.04.03	VIGA ANULAR - ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>									Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial	
	Acero en viga anular	2									5797.18
										<b>Metrado Total</b>	<b>5797.18</b>

01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial	
	Curado en viga anular	2									504.41
										<b>Metrado Total</b>	<b>504.41</b>

### 01.04.05 CÚPULA

01.04.05.01	CÚPULA - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>									Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial	
	Cúpula	2					0.15		419.10		125.73
										<b>Metrado Total</b>	<b>125.73</b>

01.04.05.02	CÚPULA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA									Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial	
	Cara interna	2									838.19
										<b>Metrado Total</b>	<b>838.19</b>

01.04.05.03	CÚPULA - ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>									Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial	
	Cúpula	2									14324.15
										<b>Metrado Total</b>	<b>14324.15</b>

01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Curado en cúpula	2								
									<b>Metrado Total</b>	<b>838.19</b>

### 01.04.06 VERTEDERO

01.04.06.01	VERTEDERO - CONCRETO $f'c=280$ kg/cm2								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Base	2		1.35	1.00	0.20				0.54
	Paredes	2				1.20		0.51		1.22
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.76</b>

01.04.06.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Base	2		1.35	1.00					2.70
	Cara externa de las paredes	2				1.40	3.70			10.36
	Cara interna de las paredes	2				1.20	3.10			7.44
									<b>Metrado Total</b>	<b>20.50</b>

01.04.06.03	VERTEDERO - ACERO $f_y=4200$ kg/cm2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en vertedero	2								103.86
									<b>Metrado Total</b>	<b>103.86</b>

01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Curado en vertedero	2								20.50
									<b>Metrado Total</b>	<b>20.50</b>

## 02.00 ARQUITECTURA

### 02.01 REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS

02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tarrajeo de losa de fondo	2						343.07		686.14
<b>Metrado Total</b>										<b>686.14</b>

02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MURO CILÍNDRICO 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tarrajeo de muro cilíndrico	2						618.03		1236.06
	adicionar	2						44.68		89.36
	Vertedero	2						20.50		41.00
<b>Metrado Total</b>										<b>1325.42</b>

02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tarrajeo de losa de techo	2						838.19		1676.39
<b>Metrado Total</b>										<b>1676.39</b>

### 02.02 PINTURA

02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS C/IMPRIMANTE								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° manos	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Cara externa del muro cilíndrico	2	2					559.82		2239.26
	Cara externa de viga anular	2	2					65.31		261.25
	Alero de la viga anular	2	2					14.39		57.55
	Cara externa de la cúpula	2	2					462.17		1848.68
<b>Metrado Total</b>										<b>4406.75</b>

### 02.03 CARPINTERIA METALICA

02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F°G° CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1"@0.30m, ANCHO 0.40m								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Externa	2					11.70			23.40
	Interna	2					9.50			19.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>42.40</b>

02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tapa metálica	2	1							2.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>2.00</b>

02.03.03	VENTILACION C/TUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 6" (150 mm)								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tubería de ventilación	2	12							24.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>24.00</b>

02.03.04	SOPORTE METALICO T/ABRAZADERA P/TUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 mm)								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Abrazadera metálica para tubería	2	5							10.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>10.00</b>

### 01.08 PRUEBAS DE CONTROL

01.08.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Reservorios	2				8.50		363.05		6171.86
									<b>Metrado Total</b>	<b>6171.86</b>



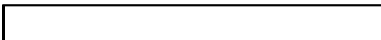

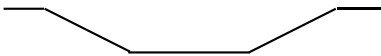
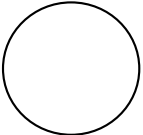
01.09 VARIOS

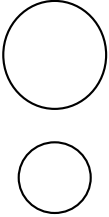
01.09.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores	2	2				69.43			277.72
									<b>Metrado Total</b>	<b>277.72</b>

## PLANILLA DE SUSTENTACIÓN DE METRADOS - ACERO

PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

PRESUPUESTO: RESERVORIO CIRCULAR

DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	N° DE ELEMENTOS IGUALES	N° DE PIEZAS IGUALES	LONGITUD POR PIEZA(m)	LONGITUD POR Ø (m)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
01.04.01.02 ZAPATAS - ACERO fy=4200 kg/cm2											
Dirección radial Superior		1"	1	340	4.5						1530
Inferior		3/4"	1	340	5					1700	
		3/4"	1	27	4.5					121.5	
Dirección tangencial Superior		3/4"	1	13						883.80	

Inferior				3/4"	1	11						762.70	
				3/4"	1	4						12.50	
	1 B = 2.25 Kg.			1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"					
Longitud Total por Ø (m)							3480.50	1530					
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973					
Total (Kgs.)							7778.93	6078.69					

sin Desperdicio

**13857.62 Kg**



% Desp.







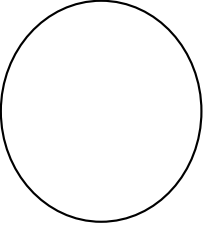
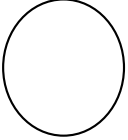
3%    3%    3%    3%    5%    7%    8%    10%

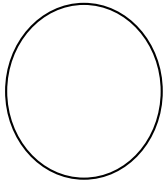

622.31    607.87

con Desperdicio

**15087.80 Kg**

<b>01.04.02.02 LOSA DE FONDO - ACERO fy= 4200 kg/cm2</b>													
Dirección radial				5/8"	1	17	9					153	
Superior				5/8"	1	18	8.30					149.40	
													

Inferior		5/8"	1	35	7.60			266		
		5/8"	1	70	6.20			434		
		5/8"	1	140	3.40			476		
		5/8"	1	52	9			468		
		5/8"	1	53	7.90			418.70		
		5/8"	1	105	5.80			609		
	<b>Dirección tangencial</b>									
Superior		1/2"	1	29			980.40			
		1/2"	1	6			27.20			

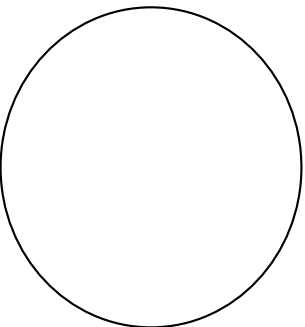
Inferior									1/2"	1	29					980.40		
Separador									1/2"	52	5	0.80			208			
		1 B = 2.25 Kg.		1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.						
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"										
Longitud Total por Ø (m)					2196.00	2974.10												
Peso (Kg./ml)	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973										
Total (Kgs.)					2182.82	4615.80												

Sin Desperdicio 6798.62 Kg

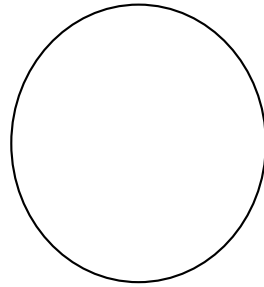
% Desp. 3%   3%   3%   3%   5%   7%   8%   10%

109.14   323.11

Con Desperdicio 7230.87 Kg

<b>01.04.03.03 MURO CILÍNDRICO - ACERO fy=4200 kg/cm2</b>																		
Horizontal									3/4"	1	54	70.90					3828.60	
Cara externa																		

Cara interna



3/4"

1

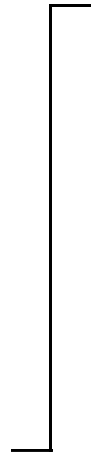
54

68

3672

**Vertical**

Cara externa



3/4"

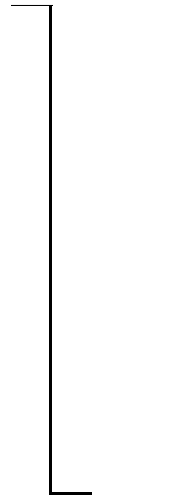
1

355

11

3905

Cara interna



3/4"

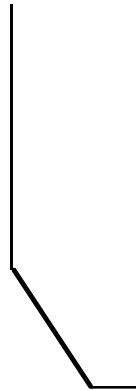
1

340

11

3740

Chafán sanitario



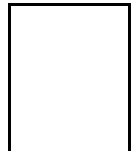
5/8"

1

340

4.40

1496

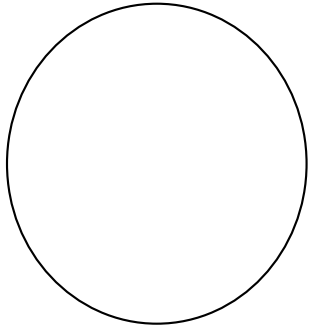
Separador			1/2"	85	4	1.90			646		
	1 B = 2.25 Kg.		1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"			
Longitud Total por Ø (m)					646	1496	15145.60				
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973			
Total (Kgs.)					642.12	2321.79	33850.42				

Sin Desperdicio **36814.33 Kg**

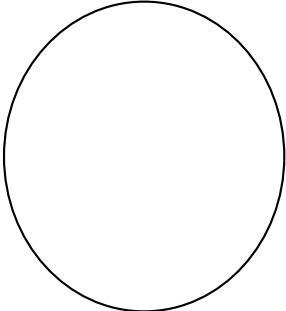
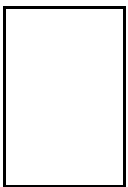
% Desp. 3% 3% 3% 3% 5% 7% 8% 10%

32.11 162.53 2708.03

Con Desperdicio **39717.00 Kg**

<b>01.04.04.03 VIGA ANULAR - ACERO fy=4200 kg/cm2</b>											
Longitudinal Cara externa			3/4"	1	5	72.20					361



Cara interna			3/4"	1	5	68					340
Estribos			1/2"	1	340	3.40			1156		

	1 B = 2.25 Kg.		1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"				
Longitud Total por Ø (m)				0	1156		701					
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973				
Total (Kgs.)				0	1149.06		1566.74					

Sin Desperdicio **2715.80 Kg**





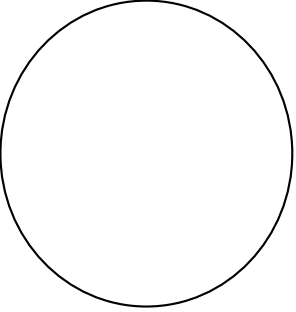
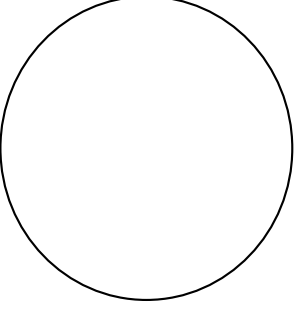
% Desp.	3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
---------	----	----	----	----	----	----	----	-----

					57.45		125.34	
--	--	--	--	--	-------	--	--------	--

Con Desperdicio **2898.59 Kg**

**01.04.05.03 CÚPULA - ACERO fy= 4200 kg/cm2**

Dirección radial Superior				1/2"	1	360	3.90			1404		
---------------------------	--	--	--	------	---	-----	------	--	--	------	--	--

Inferior		1/2"	1	42	10.85		455.7			
		1/2"	1	43	9.15		393.45			
		1/2"	1	85	7.45		633.25			
		1/2"	1	170	4.10		697			
<b>Dirección tangencial</b>										
Superior		1/2"	1	21			1273.20			
Inferior		1/2"	1	56			2005.60			





	1 B = 2.25 Kg.		1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"				
Longitud Total por Ø (m)					6862.20							
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973				
Total (Kgs.)					6821.0268							



Sin Desperdicio **6821.03 Kg**

% Desp. 3% 3% 3% 3% 5% 7% 8% 10%

341.05

Con Desperdicio **7162.08 Kg**

01.04.06.03 VERTEDERO - ACERO fy=4200 kg/cm2											
Base Superior		1/2"	1	6	0.92					5.52	
		1/2"	1	5	1.85					9.24	
Inferior		1/2"	1	6	0.92					5.52	
		1/2"	1	5	1.90					9.52	

Paredes Vertical													
													
	Horizontal												
			1/2"	1	5	1.20		6.00					
			1/2"	1	5	1.32		6.60					
			1/2"	1	8	0.92		7.36					
		1 B = 2.25 Kg.		1 B = 5.22 Kg.		1 B = 9.18 Kg.		1 B = 14.4 Kg.		1 B = 20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"					
Longitud Total por Ø (m)					49.76								
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973					
Total (Kgs.)					49.46								

Sin Desperdicio

<b>49.46 Kg</b>							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

% Desp.

3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
----	----	----	----	----	----	----	-----

				2.47			
--	--	--	--	------	--	--	--

Con Desperdicio

<b>51.93 Kg</b>							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

## RESUMEN DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"  
 PRESUPUESTO: RESERVORIO RECTANGULAR

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES, DEMOLICIONES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIAÑÍA	GLB	1.00
01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 M	UND	1.00
01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	GLB	1.00
01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	GLB	1.00
01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h=2.40m	M	225.20
01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA	GLB	1.00
<b>01.01.02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO	M2	2697.09
01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO C/EQUIPO PERMANENTE	M2	2697.09
<b>01.01.03</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>		
01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19	GLB	1.00
01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	30.00
01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19	GLB	1.00
01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD	GLB	1.00
01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB	1.00
01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION	M3	1637.10
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN	M2	1048.32
01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/EQUIPO	M3	11.20

01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	M3	2128.24
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax=10 Km	M3	2128.24
<b>01.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12	M2	104.83
<b>01.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.04.01</b>	<b>ZAPATAS</b>		
01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2	M3	264.18
01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO F <sub>y</sub> =4200 KG/CM2	KG	23436.02
01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	386.34
<b>01.04.02</b>	<b>LOSA DE FONDO</b>		
01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2	M3	231.69
01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	21667.79
01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	661.98
<b>01.04.03</b>	<b>MUROS EXTERIORES</b>		
01.04.03.01	MUROS EXTERIORES - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2	M3	357.84
01.04.03.02	MUROS EXTERIORES - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA	M2	2851.97
01.04.03.03	MUROS EXTERIORES - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	70616.80
01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	2894.97
<b>01.04.04</b>	<b>MUROS INTERIORES</b>		
01.04.04.01	MUROS INTERIORES - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2	M3	260.28
01.04.04.02	MUROS INTERIORES - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA	M2	1174.56
01.04.04.03	MUROS INTERIORES - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	38863.08
01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	1483.97
<b>01.04.05</b>	<b>VERTEDERO</b>		
01.04.05.01	VERTEDERO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm2	M3	1.76
01.04.05.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA	M2	13.06
01.04.05.03	VERTEDERO - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	344.82
01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	2.70
<b>01.04.06</b>	<b>LOSA DE TECHO</b>		
01.04.06.01	LOSA DE TECHO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm2	M3	231.00
01.04.06.02	LOSA DE TECHO - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA	M2	853.01

01.04.06.03	LOSA DE TECHO - ACERO F'Y=4200 kg/cm2	KG	40739.15
01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	2630.02
<b>02.00</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>		
02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM	M2	805.06
02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS INTERIORES 1:3, E=2.0 CM	M2	2873.95
02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM	M2	1620.02
<b>02.02</b>	<b>PINTURA</b>		
02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS C/IMPRIMANTE	M2	2257.00
<b>02.03</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>		
02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F°G° CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1"@0.30m, ANCHO 0.40m	M	32.20
02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA	UND	2.00
02.03.03	VENTILACION C/TUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 6" (160 mm)	UND	50.00
02.03.04	SOPORTE METALICO T/ABRAZADERA P/TUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 MM)	UND	10.00
<b>01.08</b>	<b>PRUEBAS DE CONTROL</b>		
01.08.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO	M3	6883.64
<b>01.09</b>	<b>VARIOS</b>		
01.09.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA	M	507.36

# PLANILLA DE SUSTENTACIÓN DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

PRESUPUESTO: RESERVORIO RECTANGULAR

## 01 ESTRUCTURAS

### 01.01 OBRAS PROVISIONALES, DEMOLICIONES Y TRABAJOS PRELIMINARES

#### 01.01.01 OBRAS PROVISIONALES

01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANÍA								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Alquiler de local	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 M								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Cartel de Obra	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Servicios higiénicos provisionales	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>

01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Instalaciones eléctricas provisionales	1								1.00
<b style="color: red;">Metrado Total</b>										<b style="color: red;">1.00</b>



01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h=2.40m								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Cerco perimétrico provisional			75.30	37.30					225.20
									<b>Metrado Total</b>	<b>225.20</b>

01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Transporte de maquinarias, equipos y herramientas a obra	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

### 01.01.02 TRABAJOS PRELIMINARES

01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Área total del proyecto			74.30	36.30					2697.09
									<b>Metrado Total</b>	<b>2697.09</b>

01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO C/EQUIPO PERMANENTE								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Área total del proyecto			74.30	36.30					2697.09
									<b>Metrado Total</b>	<b>2697.09</b>

### 01.01.03 SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Elaboración de Plan de Seguridad y Salud en Obra Inc. Plan Covid-19	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Equipos de protección individual	30								30.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>30.00</b>

01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Equipos de protección colectiva	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Equipamiento para la vigilancia de la salud	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Señalización temporal de seguridad	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Recursos para respuesta ante emergencias en seguridad y salud en el trabajo	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL								Unidad	GLB
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Mitigación de impacto ambiental	1								1.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.00</b>

## 01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.00	1.80	83.60			601.92
	Losa de Fondo	2		19.40	18.40	1.45				1035.18
									<b>Metrado Total</b>	<b>1637.10</b>

01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.00		83.60			334.40
	Losa de Fondo	2		19.40	18.40					713.92
									<b>Metrado Total</b>	<b>1048.32</b>

01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/EQUIPO								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Relleno encima de zapatas	2				1.00	91.60			183.20
	Descontar	-2				1.00	86.00			-172.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>11.20</b>

01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Factor	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Material de acarreo	1	1.30						1637.10	2128.24
									<b>Metrado Total</b>	<b>2128.24</b>

01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax=10 Km								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Material de eliminación	1							2128.24	2128.24
									<b>Metrado Total</b>	<b>2128.24</b>

### 01.03 CONCRETO SIMPLE

01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas	2			2.00	0.10	83.60			33.44
	Losa de Fondo	2		19.40	18.40	0.10				71.39
									<b>Metrado Total</b>	<b>104.83</b>

### 01.04 CONCRETO ARMADO

#### 01.04.01 ZAPATAS

01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas - Reservorios	2	2	22.40				1.58		141.57
		2	2	19.40				1.58		122.61
									<b>Metrado Total</b>	<b>264.18</b>

01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO F <sub>y</sub> =4200 KG/CM2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en zapatas									23436.02
									<b>Metrado Total</b>	<b>23436.02</b>

01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Zapatas - Cara superior	2	2	22.40	2.35					210.56
		2	2	18.7	2.35					175.78
									<b>Metrado Total</b>	<b>386.34</b>

### 01.04.02 LOSA DE FONDO

01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO $f_c=280$ KG/CM2								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Losa de fondo	2		18.70	17.70	0.35				231.69
									<b>Metrado Total</b>	<b>231.69</b>

01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO $FY=4200$ kg/cm2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en losa de fondo									21667.79
									<b>Metrado Total</b>	<b>21667.79</b>

01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Losa de fondo - Cara superior	2		18.70	17.70					661.98
									<b>Metrado Total</b>	<b>661.98</b>

### 01.04.03 MUROS EXTERIORES

01.04.03.01	MUROS EXTERIORES - CONCRETO $f_c=280$ KG/CM2								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores									
	Muro exterior largo	2		22.00				4.26		187.44
	Muro exterior corto	2		20.00				4.26		170.40
									<b>Metrado Total</b>	<b>357.84</b>

01.04.03.02	MUROS EXTERIORES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores									
	Encofrado exterior	2	2	22.00		8.50				748.00
		2	2	21.00		8.50				714.00
	Encofrado interior	2				8.56	42.74			731.71
		2				8.56	38.45			658.26
									<b>Metrado Total</b>	<b>2851.97</b>

01.04.03.03	MUROS EXTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en muros exteriores									70616.80
									<b>Metrado Total</b>	<b>70616.80</b>

01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros - Cara exterior	2	1			8.75	86.00			1505.00
	Muros - Cara interior	2	1			8.56	42.74			731.71
		2	1			8.56	38.45			658.26
									<b>Metrado Total</b>	<b>2894.97</b>

#### 01.04.04 MUROS INTERIORES

01.04.04.01	MUROS INTERIORES - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM2								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros interiores									
	Muro interior corto de entrada	2	1	3.45	0.35	8.50				20.53
	Muro interior largo de entrada	2	1	12.42	0.35	8.50				73.90
	Muros interiores divisores extremos	2	2		0.35			78.89		110.45
	Muro interior divisor medio	2	1		0.35			79.15		55.41
									<b>Metrado Total</b>	<b>260.28</b>

01.04.04.02	MUROS INTERIORES - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	<b>Muros interiores</b>									
	Muro interior corto de entrada	2	2	3.30		8.50				112.20
	Muro interior largo de entrada	2	1	7.52		8.50				127.84
		2	1	6.22		8.50				105.74
		2	1	10.40		8.50				176.80
	Muros interiores divisores extremos	2	2					78.89		315.56
		2	2		0.35		9.44			13.22
	Muro interior divisor medio	2	2					79.15		316.60
		2	1		0.35		9.44			6.61
									<b>Metrado Total</b>	<b>1174.56</b>

01.04.04.03	MUROS INTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Acero en muros interiores									38863.08
									<b>Metrado Total</b>	<b>38863.08</b>

01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muro interior corto de entrada	2	2	3.30		8.56				112.99
	Muro interior largo de entrada	2	1	7.87		8.56				134.73
		2	1	6.22		8.56				106.49
		2	1	10.40		8.56				178.05
	Muros interiores divisores extremos	2	2			8.56	18.31			626.93
		2	2					2.57		10.28
	Muro interior divisor medio	2	1			8.56	18.07			309.36
		2	1					2.57		5.14
									<b>Metrado Total</b>	<b>1483.97</b>

### 01.04.05 VERTEDERO

01.04.05.01	VERTEDERO - CONCRETO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de vertedero	2		1.35	1.00	0.20				0.54
	Muros de vertedero	2			0.15	1.20	3.40			1.22
									<b>Metrado Total</b>	<b>1.76</b>

01.04.05.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de vertedero	2		1.35	1.00					2.70
	Muros de vertedero	2				1.40	3.70			10.36
									<b>Metrado Total</b>	<b>13.06</b>

01.04.05.03	VERTEDERO - ACERO $F'Y=4200 \text{ kg/cm}^2$								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
										344.82
									<b>Metrado Total</b>	<b>344.82</b>

01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de vertedero - Cara inferior	2		1.35	1.00					2.70
	Losa de vertedero - Cara superior	2		1.20	0.70					1.68
	Muros de vertedero - Cara interior	2				1.20	3.10			7.44
	Muros de vertedero - Cara exterior	2				1.40	3.70			10.36
									<b>Metrado Total</b>	<b>2.70</b>



### 01.04.06 LOSA DE TECHO

01.04.06.01	LOSA DE TECHO - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de techo	2	1	22.00	21.00	0.25				231.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>231.00</b>

01.04.06.02	LOSA DE TECHO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de techo									
	Fondo de techo	2	1	21.00	20.00					840.00
	Descuento de muros	-2	1	3.45	0.35					-2.42
		-2	1	12.42	0.35					-8.69
		-2	2	8.98	0.35					-12.57
		-2	1	9.01	0.35					-6.31
	Caras laterales	2				0.25	86.00			43.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>853.01</b>

01.04.06.03	LOSA DE TECHO - ACERO $FY=4200$ kg/cm <sup>2</sup>								Unidad	KG
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Acero en losa de techo									40739.15
									<b>Metrado Total</b>	<b>40739.15</b>

01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Metrado Parcial
	Losa de techo - Cara inferior	2						810.01		1620.02
	Losa de techo - Caras laterales	2						43.00		86.00
	Losa de techo - Cara superior	2		22.00	21.00					924.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>2630.02</b>

## 02.01 REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS

02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Superficie de losa de fondo	2						402.53		805.06
<b>Metrado Total</b>										<b>805.06</b>

02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS INTERIORES 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores - Cara interna	2				8.56	42.74			731.71
		2				8.56	38.45			658.26
	Muros interiores - Cara interna									
	Muro interior corto de entrada	2	2	3.30		8.56				112.99
	Muro interior largo de entrada	2	1	7.87		8.56				134.73
		2	1	6.22		8.56				106.49
		2	1	10.40		8.56				178.05
	Muros interiores divisores extremos	2	2			8.56	18.31			626.93
		2	2					2.57		10.28
	Muro interior divisor medio	2	1			8.56	18.07			309.36
		2	1					2.57		5.14
<b>Metrado Total</b>										<b>2873.95</b>

02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Losa de techo - Cara inferior	2						810.01		1620.02
<b>Metrado Total</b>										<b>1620.02</b>

## 02.02 PINTURA

02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS C/IMPRIMANTE								Unidad	M2
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores	2				7.75	86.00			1333.00
	Losa de techo - cara superior	2		22.00	21.00					924.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>2257.00</b>

## 02.03 CARPINTERIA METALICA

02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F°G° CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1"@0.30m, ANCHO 0.40m								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Escalera exterior	2				7.75				15.50
	Escalera interior	2				8.35				16.70
									<b>Metrado Total</b>	<b>32.20</b>

02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Tapa metálica	2								2.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>2.00</b>

02.03.03	VENTILACION C/TUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 6" (160 mm)								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Techo de reservorio	2	25							50.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>50.00</b>

02.03.04	SOPORTE METALICO T/ABRAZADERA P/TUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 MM)								Unidad	UND
	Descripción	Cantidad	N° veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Soporte metálico	2	5							10.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>10.00</b>

### 01.08 PRUEBAS DE CONTROL

01.08.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO								Unidad	M3
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Reservorios	2				8.50		404.92		6883.64
										0.00
									<b>Metrado Total</b>	<b>6883.64</b>

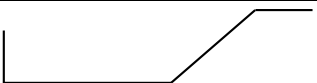


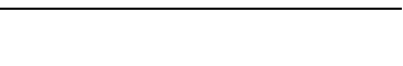
### 01.09 VARIOS

01.09.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA								Unidad	M
	Descripción	Cantidad	Nº veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Volumen (m3)	Metrado Parcial
	Muros exteriores	2	2				84.00			336.00
	Muros interiores	2	2	3.45						13.80
		2	2	12.42						49.68
		2	4	8.98						71.84
		2	2	9.01						36.04
									<b>Metrado Total</b>	<b>507.36</b>

## PLANILLA DE SUSTENTACIÓN DE METRADOS - ACERO

PROYECTO: "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

PRESUPUESTO: RESERVORIO RECTANGULAR





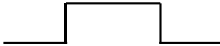




DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	N° DE ELEMENTOS IGUALES	N° DE PIEZAS IGUALES	LONGITUD POR PIEZA(m)	LONGITUD POR Ø (m)					
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2										
Acero inferior		5/8"	2	524	3.46				3626.08		
		5/8"	2	24	22.86				1097.28		
		5/8"	2	24	23.86				1145.28		
Acero superior		5/8"	2	458	9.00				8244.00		
		1 B =2.25 Kg.	1 B =5.22 Kg.	1 B =9.18 Kg.	1 B =14.4 Kg.	1 B =20.34 Kg.	1 B = Kg.				
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"			
Longitud Total por Ø (m)						14112.64					
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973			
Total (Kgs.)						21902.82					


Sin Desperdicio 21902.82 Kg

% Desp.	3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
---------	----	----	----	----	----	----	----	-----

						1533.20		
--	--	--	--	--	--	---------	--	--

Con Desperdicio 23436.02 Kg

01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO F'Y=4200 kg/cm2									
<b><u>Del corte B-B</u></b>										
Inferior lateral		<b>5/8"</b>	2	90	9.00				1620.00	
Inferior medio		<b>5/8"</b>	2	90	8.10				1458.00	
Inferior lateral		<b>5/8"</b>	2	90	9.00				1620.00	
Superior medio		<b>5/8"</b>	2	112	9.00				2016.00	
Separadores		<b>1/2"</b>	2	184	0.80			294.40		
<b><u>Del corte C-C</u></b>										
Inferior lateral		<b>5/8"</b>	2	77	9.00				1386.00	
Inferior medio		<b>5/8"</b>	2	77	7.10				1093.40	
Inferior lateral		<b>5/8"</b>	2	77	9.00				1386.00	
Superior medio		<b>5/8"</b>	2	117	8.83				2066.22	

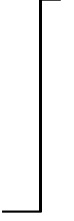
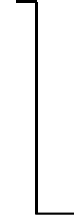
Separadores		1/2"	2	216	0.80			345.60		
		1 B =2.25 Kg.	1 B =5.22 Kg.	1 B =9.18 Kg.	1 B =14.4 Kg.	1 B =20.34 Kg.	1 B = Kg.			
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"		
Longitud Total por Ø (m)					640.00	12645.62				
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973		
Total (Kgs.)					636.16	19626.00				

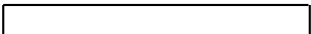

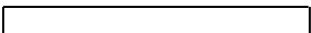

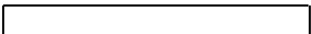
Sin Desperdicio 20262.16 Kg

% Desp. 3%   3%   3%   3%   5%   7%   8%   10%

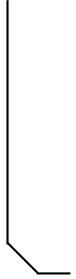
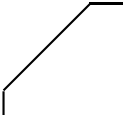
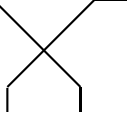
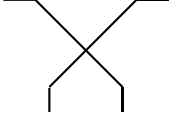
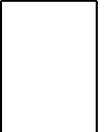
31.81   1373.82

Con Desperdicio 21667.79 Kg

01.04.03.03 MUROS EXTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2										
Acero vertical										
Acero externo		3/4"	2	484	9.78				9467.04	
Acero interno		3/4"	2	476	9.83				9358.16	

Acero horizontal									
Acero externo		5/8"	2	68	22.40			3046.40	
		5/8"	2	68	21.41			2911.76	
Acero interno		5/8"	2	68	22.33			3036.88	
		5/8"	2	68	21.33			2900.88	
Acero en chaflan		1/2"	2	2	21.33		85.32		
		1/2"	2	2	22.33		89.32		



Acero vertical en chaflan		3/8"	2	468	6.47	6055.92			
Acero horizontal en chaflan		3/8"	2	172	1.79	615.76			
Acero en esquinas		3/8"	2	172	1.79	615.76			
Acero en encuentro de muro externo e interno		3/8"	2	172	1.79	615.76			
Separador		1/2"	2	376	1.32	992.64			

1 B =2.25 Kg.

1 B =5.22 Kg.

1 B =9.18 Kg.

1 B =14.4 Kg.

1 B =20.34 Kg.

1 B = Kg.

Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
Longitud Total por Ø (m)				7287.44	1167.28	11896	18825.20	
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973
Total (Kgs.)				4080.97	1160.28	18462.47	42074.32	

Sin Desperdicio

65778.04 Kg

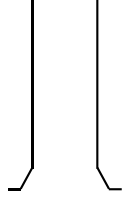
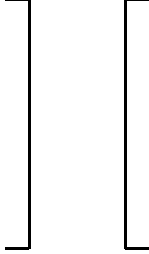
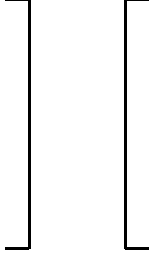

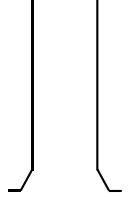
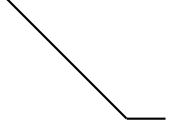
% Desp.




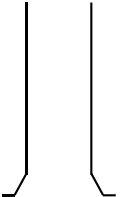
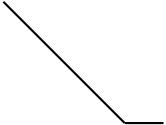



3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
			122.43	58.01	1292.37	3365.95	

Con Desperdicio

<b>70616.80 Kg</b>
--------------------



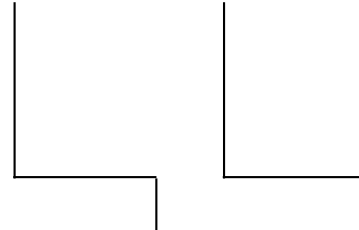
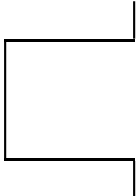
01.04.04.03 MUROS INTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2											
<b>Acero vertical</b>											
<u>Muro corto de entrada</u>			5/8"	2	17	9.53				324.02	
Acero interno											
Acero externo			5/8"	2	17	9.53				324.02	
Acero en chaflan			3/8"	2	34	6.17		419.56			
<u>Muro largo de entrada</u>			5/8"	2	63	9.53				1200.78	
Acero interno											
Acero externo			5/8"	2	63	9.53				1200.78	

Acero en chaflán		<b>3/8"</b>	2	126	6.17	1554.84		
<b><u>Muros interiores</u></b> <b><u>divisores extremos</u></b>								
Acero interno		<b>5/8"</b>	4	39	9.53		1486.68	
Acero externo		<b>5/8"</b>	4	39	9.53		1486.68	
Acero en final de muro		<b>5/8"</b>	4	16	1.82		116.48	
Acero en chaflán		<b>3/8"</b>	4	78	6.17	1925.04		
Acero en final de muro		<b>1/2"</b>	4	2	4.27		34.16	

<b>Muro interior divisor medio</b>									
Acero interno		5/8"	2	39	9.53				743.34
Acero externo		5/8"	2	39	9.53				743.34
Acero en final de muro		5/8"	2	16	1.82			58.24	
Acero en chaflan		3/8"	2	78	6.17		962.52		
Acero en final de muro		1/2"	2	2	4.27			17.08	
<b>Separador</b>		1/2"	2	236	1.17			552.24	
<b>Acero horizontal</b>									
<b>Muro corto de entrada</b>									
Acero interno		5/8"	2	35	4.70				329.00
Acero externo		5/8"	2	35	4.70				329.00

<b>Muro largo de entrada</b>									
Acero interno			<b>5/8"</b>	2	35	12.82			897.40
Acero externo			<b>5/8"</b>	2	35	12.82			897.40
<b>Muros interiores divisores extremos</b>									
Acero interno			<b>5/8"</b>	2	35	11.95			836.50
Acero externo			<b>5/8"</b>	2	35	11.95			836.50
<b>Muro interior divisor medio</b>									
Acero interno			<b>5/8"</b>	2	35	12.13			849.10
Acero externo			<b>5/8"</b>	2	35	12.13			849.10
		1 B =2.25 Kg.	1 B =5.22 Kg.	1 B =9.18 Kg.	1 B =14.4 Kg.	1 B =20.34 Kg.	1 B = Kg.		
<b>Ø</b>	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
Longitud Total por Ø (m)				4861.96	13333.64	13333.64			
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973	
Total (Kgs.)				2722.7	13253.64	20693.81			

Sin Desperdicio	36670.15 Kg							
% Desp.	3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
				81.68	662.68	1448.57		
Con Desperdicio	38863.08 Kg							

01.04.05.03		VERTEDERO - ACERO FY=4200 kg/cm2											
Losa de fondo	Acero longitudinal		1/2"	2	6	1.79		21.48					
	Acero transversal		1/2"	2	6	1.20		14.40					
Muros	Acero vertical		1/2"	2	15	2.95		88.50					
			1/2"	2	17	2.80		95.20					
	Acero horizontal		1/2"	2	10	4.10		82.00					
			1/2"	2	10	1.44		28.80					
		1 B =2.25 Kg.		1 B =5.22 Kg.		1 B =9.18 Kg.		1 B =14.4 Kg.		1 B =20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"					
Longitud Total por Ø (m)					330.38								
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973					
Total (Kgs.)					328.4								

Sin Desperdicio

328.40 Kg

% Desp.


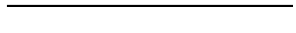
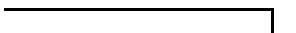
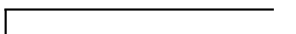
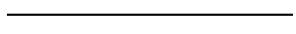

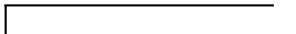
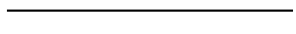
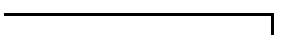
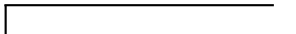
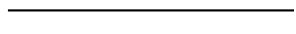
3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
----	----	----	----	----	----	----	-----

				16.42			
--	--	--	--	-------	--	--	--

Con Desperdicio

<b>344.82 Kg</b>
------------------

<b>01.04.06.03</b>	<b>LOSA DE TECHO - ACERO FY=4200 kg/cm2</b>
--------------------	---

Acero en el corte A-A										
Acero superior		5/8"	2	105	9.00				1890.00	
		5/8"	2	105	8.10				1701.00	
		5/8"	2	105	9.00				1890.00	
Acero inferior		5/8"	2	105	9.00				1890.00	
		5/8"	2	105	9.00				1890.00	
		5/8"	2	105	9.00				1890.00	
Acero en el corte B-B										
Acero superior		5/8"	2	126	9.00				2268.00	
		5/8"	2	126	8.10				2041.20	
		5/8"	2	126	9.00				2268.00	
Acero inferior		5/8"	2	126	9.00				2268.00	
		5/8"	2	126	9.00				2268.00	

				5/8"	2	126	9.00				2268.00			
		1 B =2.25 Kg.			1 B =5.22 Kg.		1 B =9.18 Kg.		1 B =14.4 Kg.		1 B =20.34 Kg.		1 B = Kg.	
Ø	6mm	1/4"	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"						
Longitud Total por Ø (m)						24532.20								
<b>Peso (Kg./ml)</b>	0.222	0.25	0.395	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973						
Total (Kgs.)						38073.97								

Sin Desperdicio 38073.97 Kg

% Desp. 

3%	3%	3%	3%	5%	7%	8%	10%
----	----	----	----	----	----	----	-----

					2665.18		
--	--	--	--	--	---------	--	--

Con Desperdicio 40739.15 Kg



## 7.6. Precios Unitarios

810

Página : 1

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001 "DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"			Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001 RESERVOIRIO CIRCULAR						
Partida	01.01.01.01 ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			3,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Materiales</b>						
0239010108	ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
							3,000.00
Partida	01.01.01.02 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 m						
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EO. 2.0000	Costo unitario directo por : und			1,559.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	8.0000	24.22	193.76
0101010005	PEON		hh	2.0000	8.0000	17.28	138.24
							332.00
	<b>Materiales</b>						
0202100061	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 6" INCLUYE TUERCA		und		15.0000	1.65	24.75
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO		kg		2.0000	5.85	11.70
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0.3250	67.80	22.04
0207030001	HORMIGON		m3		0.4800	21.18	10.17
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		146.0000	5.35	781.10
0239130024	GIGANTOGRAFIA 7.20m x 3.60m		und		1.0000	296.61	296.61
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO		gal		1.0000	42.37	42.37
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.4000	20.34	28.48
							1,217.22
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	332.00	9.96
							9.96
Partida	01.01.01.03 SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,406.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Materiales</b>						
0290240006	ALQUILER DE BAÑOS PORTATILES		und		2.0000	703.39	1,406.78
							1,406.78
Partida	01.01.01.04 INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			3,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Materiales</b>						
0239130028	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
							3,000.00
Partida	01.01.01.05 CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h=2.40m						
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EO. 25.0000	Costo unitario directo por : m			93.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	24.22	7.75
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	17.28	11.06
							18.81
	<b>Materiales</b>						
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO		kg		0.2500	5.85	1.46
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		6.0000	5.35	32.10
02436000000007	PALO EUCALIPTO h=3.0m		und		1.0000	12.71	12.71
0244030032	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 4 mm		pl		0.9000	30.42	27.38
							73.65
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	18.81	0.56
							0.56

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1484001	DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022	
Subpresupuesto	001	RESERVOIRIO CIRCULAR				
Parte	01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	5.695.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Equipos					
03011400020004	MARTILLO NEUMÁTICO DE 24 kg	hm	2.0000	16.0000	12.00	192.00
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	8.0000	182.20	1,457.60
0349040037	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	8.0000	148.31	1,186.48
0349020008	COMPRESORA NEUMÁTICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	8.0000	127.12	1,016.96
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 y63	hm	1.0000	8.0000	230.34	1,842.72
						5,695.76
Parte	01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 219.0000	EO. 219.0000	Costo unitario directo por : m2	2.08	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1143	17.28	1.98
						1.98
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.98	0.10
						0.10
Parte	01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DE EQUIPO PERMANENTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 350.0000	EO. 350.0000	Costo unitario directo por : m2	3.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	17.28	0.40
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	25.06	0.57
						0.97
	Materiales					
02130300010002	YESO EN BOLSA DE 18 kg	bol		0.2778	13.14	3.65
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0020	42.37	0.08
						3.73
	Equipos					
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	hm	1.0000	0.0229	12.00	0.27
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.97	0.03
03014900010001	CORDEL	el		0.1900	21.10	4.01
0349000022	ESTACION TOTAL INC. PRISMA	hm	1.0000	0.0229	17.50	0.40
						4.71
Parte	01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	4,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
	Materiales					
02901700010020	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID - 19	glb		1.0000	4,000.00	4,000.00
						4,000.00

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001	RESERVORIO CIRCULAR					
Partida	01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : und		242.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Materiales</b>							
0239500098	BOTAS DE JEBE	per		1.0000	31.27	31.27	
0239500099	GUANTES DE CUERO	per		2.0000	8.39	16.78	
02670100010010	CASCO DE PROTECCIÓN	und		1.0000	12.29	12.29	
0267020009	LENTE DE PROTECCIÓN	und		2.0000	5.85	11.70	
0267030009	TAPONES DE SEGURIDAD PARA OIDOS	und		3.0000	2.97	8.91	
0267050006	GUANTES DE JEBE	per		4.0000	13.47	53.88	
0267050010	GUANTES DE CAUCHO MULTIPROPOSITO	per		4.0000	5.00	20.00	
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		1.0000	10.93	10.93	
0267060023	UNIFORME DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	und		1.0000	43.05	43.05	
0267070008	ZAPATOS DE CUERO PUNTA DE ACERO	per		1.0000	33.81	33.81	
						<b>242.62</b>	
Partida	01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl		140.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Materiales</b>							
0239500134	MASCARILLA KN95	und		20.0000	1.52	30.40	
0267040010	MASCARILLA QUIRURGICA DESECHABLE	und		500.0000	0.22	110.00	
						<b>140.40</b>	
Partida	01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl		3,812.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Materiales</b>							
0239500115	PRUEBAS SEROLOGICAS COVID-19	und		40.0000	67.80	2,712.00	
0239500124	TERMOMETRO DIGITAL INFRARROJO	und		1.0000	83.90	83.90	
0255090004	BALON DE OXIGENO 10 M3 (RECARGADO) KIT COMPLETO	und		1.0000	847.46	847.46	
02671000050003	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	und		1.0000	169.49	169.49	
						<b>3,812.85</b>	
Partida	01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : gbl		2,257.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	17.28	276.48	
						<b>276.48</b>	
<b>Materiales</b>							
0239900142	CONO DE SEGURIDAD VIAL H=28" POLIETILENO	und		4.0000	33.81	135.24	
0239900143	TRANQUERA DE MADERA TORNILLO 2"x4"	und		4.0000	118.64	474.56	
0239900145	SEÑAL INFORMATIVA Y/O RESTRICTIVA 40 X 40 cm.	und		5.0000	5.00	25.00	
0239900154	CINTA SEÑALIZADORA PELIGRO - LIMITE DE OBRA	rl		4.0000	63.47	253.88	
0244030035	PANELES DE INFORMACION	und		5.0000	84.75	423.75	
0244030036	PANELES DE PREVENCION	und		5.0000	84.75	423.75	
0246030073	MALLA DE SEGURIDAD NARANJA	rl		4.0000	59.24	236.96	
						<b>1,973.14</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	276.48	8.29	
						<b>8.29</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subpresupuesto 001 RESERVORIO CIRCULAR Fecha presupuesto 03/01/2022

Partida 01.01.03.06 RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Rendimiento gbl/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : gbl 559.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0267100001	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PGS)	und		1.0000	101.61	101.61
0267100012	COLLARINES CERVICALES RIGIDO	und		1.0000	60.00	60.00
0267100013	INMOVILIZADOR DE CABEZA	und		1.0000	194.92	194.92
0294010058	CAMILLA RIGIDA PIEVACUACION DE EMERGENCIA	und		1.0000	203.39	203.39
						<b>559.92</b>

Partida 01.01.03.07 MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Rendimiento gbl/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : gbl 2,900.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>						
0212220069	PLAN DE CIERRE DE OBRA	gbl		1.0000	1,000.00	1,000.00
0239130029	INSTRUCTIVO PARA EL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA, TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS (INC. PREVENICIONISTA)	gbl		1.0000	500.00	500.00
0239130030	MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO DURANTE LA OBRA	gbl		1.0000	500.00	500.00
0239130031	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DURANTE LA CONSTRUCCION	mes		6.0000	150.00	900.00
						<b>2,900.00</b>

Partida 01.02.01 EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION

Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 154.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	24.22	7.75
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	19.12	12.24
0101010005	PEON	hh	10.0000	3.2000	17.28	55.30
						<b>75.29</b>
<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0600	25.00	1.50
0210060041	IMPLEMENTO DE SEGURIDAD PARA VOLADURAS	gbl		1.5000	5.00	7.50
0227020015	FULMINANTE	und		3.0000	1.20	3.60
0228000023	DINAMITA AL 65%	kg		0.6500	12.71	8.26
0228020004	NITRATO DE AMONIO	kg		0.6000	2.12	1.27
0255100003	MECHA LENTA	m		7.0000	1.19	8.33
						<b>30.46</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	75.29	3.76
03011400020004	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1.0000	0.3200	12.00	3.84
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.3200	127.12	40.68
						<b>48.28</b>

Partida 01.02.02 REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN

Rendimiento m2/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo unitario directo por : m2 3.19

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	17.28	0.92
						<b>1.94</b>
<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA	m3		0.0500	8.00	0.40
						<b>0.40</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.94	0.06
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 8 HP	hm	1.0000	0.0533	14.83	0.79
						<b>0.85</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"					
Subpresupuesto	001	RESERVOIRIO CIRCULAR		Fecha presupuesto	03/01/2022		
<b>Partida</b>	<b>01.02.03</b>	<b>RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/EQUIPO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 20.0000</b>	<b>EQ. 20.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>74.07</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	24.22	9.69	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	17.28	27.65	
						37.34	
	<b>Materiales</b>						
02070400010006	MATERIAL GRANULAR PARA RELLENO	m3		1.0500	27.12	28.48	
0207070002	AGUA	m3		0.1500	8.00	1.20	
						29.68	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.34	1.12	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 8 HP	hm	1.0000	0.4000	14.83	5.93	
						7.05	
<b>Partida</b>	<b>01.02.04</b>	<b>ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 8.0000</b>	<b>EQ. 8.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>17.80</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	17.28	17.28	
						17.28	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.28	0.52	
						0.52	
<b>Partida</b>	<b>01.02.05</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax=10 Km</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 300.0000</b>	<b>EQ. 300.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>23.78</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0133	24.22	0.32	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.28	0.92	
						1.24	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.1067	182.20	19.44	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0133	230.34	3.06	
						22.54	
<b>Partida</b>	<b>01.03.01</b>	<b>SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 120.0000</b>	<b>EQ. 120.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>27.76</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	24.22	3.23	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	19.12	2.55	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.5333	17.28	9.22	
						15.00	
	<b>Materiales</b>						
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	21.18	2.75	
0207070002	AGUA	m3		0.0162	8.00	0.13	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.3800	20.34	7.73	
						10.61	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.00	0.45	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.0667	25.42	1.70	
						2.15	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subpresupuesto 001 RESERVORIO CIRCULAR Fecha presupuesto 03/01/2022

Partida 01.04.01.01 ZAPATAS - CONCRETO Fc=280 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 15.0000 EO. 15.0000 Costo unitario directo por : m3 455.16

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	24.22	25.84
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	17.28	92.16
<b>128.20</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25
<b>303.15</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	128.20	3.85
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5333	12.00	6.40
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	25.42	13.56
<b>23.81</b>						

Partida 01.04.01.02 ZAPATAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EO. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 7.59

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61
<b>1.39</b>						
<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52
<b>6.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16
<b>0.20</b>						

Partida 01.04.01.03 CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Rendimiento m2/DIA MO. 150.0000 EO. 150.0000 Costo unitario directo por : m2 2.97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
<b>1.02</b>						
<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89
<b>1.90</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02
<b>0.05</b>						



## Análisis de precios unitarios

Proyecto: 1484001 "DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subproyecto: 001 RESERVOIRIO CIRCULAR Fecha presupuesto: 03/01/2022

Parte: 01.04.02.01 LOSA DE FONDO - CONCRETO Fc=280 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>			455.16
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
011010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.0667	24.22	25.94
011010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20
011010005	PEON		hh	10.0000	5.3333	17.28	92.16
<b>Materiales</b>							
029010004	ARENA GRUESA		m <sup>3</sup>		0.5000	25.00	12.50
0210100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m <sup>3</sup>		0.5500	63.56	34.96
021010002	AGUA		m <sup>3</sup>		0.1800	8.00	1.44
029010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		12.5000	20.34	254.25
<b>Equipos</b>							
031010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	128.20	3.85
03012600010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.5333	12.00	6.40
03012600030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOUR 18 HP 11 P3		hm	1.0000	0.5333	25.42	13.56
<b>23.81</b>							

Parte: 01.04.02.02 LOSA DE FONDO - ACERO fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
011010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78
011010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61
<b>Materiales</b>							
0290100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0600	7.96	0.48
0290300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60		kg		1.0500	5.26	5.52
<b>Equipos</b>							
031010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.39	0.04
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16
<b>0.20</b>							

Parte: 01.04.02.03 CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>			2.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
011010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
<b>Materiales</b>							
021010002	AGUA		m <sup>3</sup>		0.0010	8.00	0.01
0221800010015	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)		gal		0.0500	37.71	1.89
<b>Equipos</b>							
031010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.02	0.03
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT		und		0.0001	177.88	0.02
<b>0.95</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001	RESERVOIRIO CIRCULAR					
Partida	01.04.03.01	MURO CILINDRICO - CONCRETO Fc=280 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m3		516.88
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75
0101010005	PEON		hh	12.0000	8.0000	17.28	138.24
							183.28
	<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.5000	25.00	12.50
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.5500	63.56	34.96
0207070002	AGUA		m3		0.1800	8.00	1.44
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		12.5000	20.34	254.25
							303.15
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	183.28	5.50
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3		hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95
							30.45
Partida	01.04.03.02	MURO CILINDRICO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : m2		84.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61
							27.73
	<b>Materiales</b>						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8		kg		0.1000	7.96	0.80
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO		kg		0.1500	5.85	0.88
0222140006	LACA DESMOLDEADORA		gal		0.0750	131.27	9.85
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.5000	5.35	18.73
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M		pln		0.1800	118.56	21.34
02400800110005	DISOLVENTE		gal		0.0750	55.85	4.19
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.		pze		0.0400	6.76	0.27
							56.06
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	27.73	0.83
							0.83
Partida	01.04.03.03	MURO CILINDRICO - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg		7.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61
							1.39
	<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0600	7.96	0.48
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	5.26	5.52
							6.00
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.39	0.04
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16
							0.20



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH					Fecha presupuesto	03/01/2022
Subpresupuesto	001	RESERVOIRIO CIRCULAR						
<b>Partida</b>	<b>01.04.03.04</b>	<b>CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 150.0000</b>	<b>EQ. 150.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>2.97</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	1.02	
	<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89	1.90	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02	0.05	
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.01</b>	<b>VIGA ANULAR - CONCRETO Fc=280 kg/cm2</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>516.88</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29	32.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	12.75	
0101010005	PEON	hh	12.0000	8.0000	17.28	138.24	183.28	
	<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	303.15	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	183.28	5.50	5.50	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 240"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	8.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95	16.95	
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.02</b>	<b>VIGA ANULAR - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>97.69</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	24.22	16.15	16.15	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	12.75	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	17.28	11.52	11.52	
	<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80	0.80	
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88	0.88	
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85	9.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73	18.73	
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	pln		0.1800	118.56	21.34	21.34	
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19	4.19	
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27	0.27	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	40.42	1.21	1.21	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"			Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001 RESERVORIO CIRCULAR						
Partida	01.04.04.03	VIGA ANULAR - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg	7.59
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.
	Mano de Obra						Parcial \$/.
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	24.22
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0320	19.12
							1.39
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.0600	7.96
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0500	5.26
							6.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.39
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO			hm	1.0000	0.0320	5.00
							0.20
Partida	01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000			Costo unitario directo por : m2	2.97
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.
	Mano de Obra						Parcial \$/.
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0533	19.12
							1.02
	Materiales						
0207070002	AGUA			m3		0.0010	8.00
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)			gal		0.0500	37.71
							1.90
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.02
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT			und		0.0001	177.88
							0.02
							0.05
Partida	01.04.05.01	CÚPULA - CONCRETO Fc=280 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m3	493.15
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.
	Mano de Obra						Parcial \$/.
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	1.3333	24.22
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.6667	19.12
0101010005	PEON			hh	10.0000	6.6667	17.28
							115.20
							160.24
	Materiales						
0205010004	ARENA GRUESA			m3		0.5000	25.00
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"			m3		0.5500	63.56
0207070002	AGUA			m3		0.1800	8.00
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		12.5000	20.34
							254.25
							303.15
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	160.24
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 240"			hm	1.0000	0.6667	12.00
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3			hm	1.0000	0.6667	25.42
							16.95
							29.76

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001	RESERVORIO CIRCULAR					
Parte	01.04.05.02	CÚPULA - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000		Costo unitario directo por : m2	97.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	24.22	16.15	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	17.28	11.52	
						<b>40.42</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80	
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88	
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73	
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	pln		0.1800	118.56	21.34	
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19	
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27	
						<b>56.06</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	40.42	1.21	
						<b>1.21</b>	
Parte	01.04.05.03	CÚPULA - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg	7.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
						<b>1.39</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
						<b>6.00</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
						<b>0.20</b>	
Parte	01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000		Costo unitario directo por : m2	2.97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
						<b>1.02</b>	
<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89	
						<b>1.90</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02	
						<b>0.05</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH*		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001	RESERVORIO CIRCULAR					
<b>Partida</b>	<b>01.04.06.01</b>	<b>VERTEDERO - CONCRETO Fc=280 kg/cm2</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>493.15</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	
0101010005	PEON	hh	10.0000	6.6667	17.28	115.20	
						<b>160.24</b>	
	<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.96	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
						<b>303.15</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	160.24	4.81	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95	
						<b>29.76</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.04.06.02</b>	<b>VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 15.0000</b>	<b>EQ. 15.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>84.62</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61	
						<b>27.73</b>	
	<b>Materiales</b>						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80	
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88	
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73	
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	pln		0.1800	118.96	21.34	
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19	
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27	
						<b>56.06</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	27.73	0.83	
						<b>0.83</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.04.06.03</b>	<b>VERTEDERO - ACERO fy=4200 kg/cm2</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>kg/DIA</b>	<b>MO. 250.0000</b>	<b>EQ. 250.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : kg</b>			<b>7.59</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
						<b>1.39</b>	
	<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
						<b>6.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
						<b>0.20</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"					Fecha presupuesto	03/01/2022
Subpresupuesto	001	RESERVORIO CIRCULAR						
Partida	01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EO. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			2.97	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
	<b>Mano de Obra</b>						<b>1.02</b>	
	<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA		m3		0.0010	8.00	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)		gal		0.0500	37.71	1.89	
							<b>1.90</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.02	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT		und		0.0001	177.88	0.02	
							<b>0.05</b>	
Partida	02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EO. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			30.50	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	24.22	15.50	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.3200	17.28	5.53	
	<b>Mano de Obra</b>						<b>21.03</b>	
	<b>Materiales</b>							
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51	
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05	
02221700010046	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78	
							<b>8.84</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	21.03	0.63	
							<b>0.63</b>	
Partida	02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MURO CILÍNDRICO 1:3, E=2.0 CM						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EO. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			35.92	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	24.22	19.38	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	17.28	6.91	
	<b>Mano de Obra</b>						<b>26.29</b>	
	<b>Materiales</b>							
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51	
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05	
02221700010046	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78	
							<b>8.84</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	26.29	0.79	
							<b>0.79</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	001	RESERVORIO CIRCULAR					
<b>Partida</b>	<b>02.01.03</b>	<b>TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 16.0000</b>	<b>EQ. 16.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>42.69</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.0000	24.22	24.22
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.5000	17.28	8.64
							<b>32.86</b>
	<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05
02221700010046	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78
							<b>8.84</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	32.86	0.99
							<b>0.99</b>
<b>Partida</b>	<b>02.02.01</b>	<b>PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS CIMPRIMANTE</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 30.0000</b>	<b>EQ. 30.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>15.89</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	24.22	6.46
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1333	17.28	2.30
							<b>8.76</b>
	<b>Materiales</b>						
02380100030005	LIJA		und		0.1500	2.12	0.32
0240080012	THINNER		gal		0.0200	33.05	0.66
0240150001	IMPRIMANTE		gal		0.1333	22.88	3.05
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO		gal		0.0670	42.37	2.84
							<b>6.87</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.76	0.26
							<b>0.26</b>
<b>Partida</b>	<b>02.03.01</b>	<b>ESCALERA MARINERO DE TUBO F*G° CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1" @0.30m, ANCHO 0.40m</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m/DIA</b>	<b>MO. 1.5000</b>	<b>EQ. 1.5000</b>	<b>Costo unitario directo por : m</b>			<b>3,359.78</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.5000	8.0000	24.22	193.76
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	5.3333	19.12	101.97
0101010005	PEON		hh	1.0000	5.3333	17.28	92.16
							<b>387.89</b>
	<b>Materiales</b>						
02250600020006	ESCALERA MARINERO DE TUBO F*G° STANDAR CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1" @0.30m, ANCHO 0.40m		und		1.0000	2,796.61	2,796.61
0255080019	ANCLAJES METALICOS		und		12.0000	2.97	35.64
							<b>2,832.25</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	387.89	11.64
0348800012	ANDAMIO METALICO		hm	3.0000	16.0000	8.00	128.00
							<b>139.64</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH				
Subpresupuesto	001	RESERVOIRIO CIRCULAR				
Fecha presupuesto	03/01/2022					
<b>Partida</b>	<b>02.03.02</b>	<b>TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>und/DIA</b>	<b>MO. 2.0000</b>	<b>EQ. 2.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>		<b>457.33</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	24.22	96.88
						<b>96.88</b>
	<b>Materiales</b>					
0239990058	TAPA METÁLICA DE 80x80cm; e=3/16"	und		1.0000	322.03	322.03
02720100060007	CANDADO DE BRONCE 50MM	und		1.0000	35.51	35.51
						<b>357.54</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	96.88	2.91
						<b>2.91</b>
<b>Partida</b>	<b>02.03.03</b>	<b>VENTILACION CTUBERIA DE ACERO SIDIENÓ DE 6" (150 mm)</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>und/DIA</b>	<b>MO. 5.0000</b>	<b>EQ. 5.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>		<b>289.98</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	24.22	38.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	19.12	30.59
						<b>69.34</b>
	<b>Materiales</b>					
0229080085	NIPLE DE F <sup>3/8</sup> DE Ø 4"	und		1.0000	11.44	11.44
0229080087	NIPLE DE F <sup>3/8</sup> DE Ø 4" x 20"	und		1.0000	52.97	52.97
0271640023	CODO DE F <sup>3/8</sup> 4"x90"	und		2.0000	76.27	152.54
0293020031	CINTA TEFLON	und		1.0000	1.61	1.61
						<b>218.56</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	69.34	2.08
						<b>2.08</b>
<b>Partida</b>	<b>02.03.04</b>	<b>SOPORTE METALICO TIABRAZADERA P/TUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 mm)</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>und/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>		<b>569.48</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	24.22	193.76
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	17.26	138.24
						<b>332.00</b>
	<b>Materiales</b>					
0202080029	PERNO DE 5/8" CON TUERCA DE AJUSTE	und		9.0000	2.12	19.08
0255080020	ANCLAJES DE 5/8"	und		6.0000	5.08	30.48
0271090072	ABRAZADERA DE F <sup>3/8</sup> 8"	und		3.0000	59.32	177.96
						<b>227.52</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	332.00	9.96
						<b>9.96</b>



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"						
Subpresupuesto	001 RESERVORIO CIRCULAR			Fecha presupuesto	03/01/2022		
Partida	02.04.01 PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3			23.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	24.22	2.42
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1000	19.12	1.91
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.2000	17.28	3.46
							7.79
	<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA		m3		0.0170	8.00	0.14
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%		kg		0.0010	21.14	0.02
							0.16
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.79	0.23
0348040037	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl		hm	1.0000	0.1000	148.31	14.83
							15.06
Partida	02.05.01 WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA						
Rendimiento	m/DIA	MO. 65.0000	EQ. 65.0000	Costo unitario directo por : m			20.17
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1231	24.22	2.98
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.0615	17.28	1.06
							4.04
	<b>Materiales</b>						
0229120007	WATER STOP PVC DE 9"		m		1.0500	15.25	16.01
							16.01
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.04	0.12
							0.12



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"			Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002 RESERVORIO RECTANGULAR						
Partida	01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		3,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
0239010108	ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANIA		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
							3,000.00
Partida	01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 m					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000		Costo unitario directo por : und		1,559.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	8.0000	24.22	193.76
0101010005	PEON		hh	2.0000	8.0000	17.28	138.24
							332.00
	Materiales						
0202100061	PERNO HEXAGONAL DE 3/4" X 6" INCLUYE TUERCA		und		15.0000	1.65	24.75
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO		kg		2.0000	5.85	11.70
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"		m3		0.3250	67.80	22.04
0207030001	HORMIGON		m3		0.4800	21.18	10.17
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		146.0000	5.35	781.10
0239130024	GIGANTOGRAFIA 7.20m x 3.60m		und		1.0000	296.61	296.61
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO		gal		1.0000	42.37	42.37
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		1.4000	20.34	28.48
							1,217.22
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	332.00	9.96
							9.96
Partida	01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		1,406.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
0290240006	ALQUILER DE BAÑOS PORTATILES		und		2.0000	703.39	1,406.78
							1,406.78
Partida	01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb		3,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Materiales						
0239130028	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES		glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
							3,000.00
Partida	01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h=2.40m					
Rendimiento	m/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : m		93.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	24.22	7.75
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6400	17.28	11.06
							18.81
	Materiales						
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO		kg		0.2500	5.85	1.46
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		6.0000	5.35	32.10
024360000000007	PALO EUCALIPTO h=3.0m		und		1.0000	12.71	12.71
0244030032	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 4 mm		pl		0.9000	30.42	27.38
							73.65
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	18.81	0.56
							0.56

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
<b>Partida</b>	<b>01.01.01.06</b>	<b>TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>glb/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : glb</b>			<b>5,695.76</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Equipos</b>						
03011400020004	MARTILLO NEUMÁTICO DE 24 kg	hm	2.0000	16.0000	12.00	192.00	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	8.0000	182.20	1,457.60	
0348040037	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1.0000	8.0000	148.31	1,186.48	
0349020008	COMPRESORA NEUMÁTICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	8.0000	127.12	1,016.96	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	1.0000	8.0000	230.34	1,842.72	
						<b>5,695.76</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.02.01</b>	<b>LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 210.0000</b>	<b>EQ. 210.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>2.08</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1143	17.28	1.98	
						<b>1.98</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.98	0.10	
						<b>0.10</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.02.02</b>	<b>TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO CIEQUIPO PERMANENTE</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 350.0000</b>	<b>EQ. 350.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>9.41</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0229	17.28	0.40	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0229	25.06	0.57	
						<b>0.97</b>	
	<b>Materiales</b>						
02130300010002	YESO EN BOLSA DE 18 kg	bol		0.2778	13.14	3.65	
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.0020	42.37	0.08	
						<b>3.73</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	hm	1.0000	0.0229	12.00	0.27	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.97	0.03	
03014900010001	CORDEL	rl		0.1900	21.10	4.01	
0349880022	ESTACION TOTAL INC. PRISMA	hm	1.0000	0.0229	17.50	0.40	
						<b>4.71</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.03.01</b>	<b>ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>glb/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : glb</b>			<b>4,000.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Materiales</b>						
02901700010020	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID - 19	glb		1.0000	4,000.00	4,000.00	
						<b>4,000.00</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Partida	01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : und			242.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Materiales</b>							
0239500098	BOTAS DE JEBE	par		1.0000	31.27	31.27	
0239500099	GUANTES DE CUERO	par		2.0000	8.39	16.78	
02670100010010	CASCO DE PROTECCIÓN	und		1.0000	12.29	12.29	
0267020009	LENTE DE PROTECCIÓN	und		2.0000	5.85	11.70	
0267030009	TAPONES DE SEGURIDAD PARA OIDOS	und		3.0000	2.97	8.91	
0267050006	GUANTES DE JEBE	par		4.0000	13.47	53.88	
0267050010	GUANTES DE CAUCHO MULTIPROPOSITO	par		4.0000	5.00	20.00	
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		1.0000	10.93	10.93	
0267060023	UNIFORME DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	und		1.0000	43.05	43.05	
0267070008	ZAPATOS DE CUERO PUNTA DE ACERO	par		1.0000	33.81	33.81	
							<b>242.62</b>
Partida	01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : gbl			140.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Materiales</b>							
0239500134	MASCARILLA KN95	und		20.0000	1.52	30.40	
0267040010	MASCARILLA QUIRURGICA DESECHABLE	und		500.0000	0.22	110.00	
							<b>140.40</b>
Partida	01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : gbl			3,812.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Materiales</b>							
0239500115	PRUEBAS SEROLOGICAS COVID-19	und		40.0000	67.80	2,712.00	
0239500124	TERMOMETRO DIGITAL INFRARROJO	und		1.0000	83.90	83.90	
0255090004	BALON DE OXIGENO 10 M3 (RECARGADO) KIT COMPLETO	und		1.0000	847.46	847.46	
02671000050003	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	und		1.0000	169.49	169.49	
							<b>3,812.85</b>
Partida	01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	gbl/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : gbl			2,257.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	17.28	276.48	
							<b>276.48</b>
<b>Materiales</b>							
0239900142	CONO DE SEGURIDAD VIAL H=28" POLIETILENO	und		4.0000	33.81	135.24	
0239900143	TRANQUERA DE MADERA TORNILLO 2"x4"	und		4.0000	118.64	474.56	
0239900145	SEÑAL INFORMATIVA Y/O RESTRICTIVA 40 X 40 cm.	und		5.0000	5.00	25.00	
0239900154	CINTA SEÑALIZADORA PELIGRO - LIMITE DE OBRA	rl		4.0000	63.47	253.88	
0244030035	PANELES DE INFORMACION	und		5.0000	84.75	423.75	
0244030036	PANELES DE PREVENCION	und		5.0000	84.75	423.75	
0246030073	MALLA DE SEGURIDAD NARANJA	rl		4.0000	59.24	236.96	
							<b>1,973.14</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	276.48	8.29	
							<b>8.29</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
<b>Partida</b>	<b>01.01.03.06</b>	<b>RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>gbl/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EO. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : gbl</b>			<b>559.92</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>	
	<b>Materiales</b>						
0267100001	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (POS)	und		1.0000	101.61	101.61	
0267100012	COLLARINES CERVICALES RIGIDO	und		1.0000	60.00	60.00	
0267100013	INMOVILIZADOR DE CABEZA	und		1.0000	194.92	194.92	
0294010058	CAMILLA RIGIDA PIEVACUACION DE EMERGENCIA	und		1.0000	203.39	203.39	
						<b>559.92</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.03.07</b>	<b>MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>gbl/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EO. 1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : gbl</b>			<b>2,900.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>	
	<b>Materiales</b>						
0212220069	PLAN DE CIERRE DE OBRA	gbl		1.0000	1,000.00	1,000.00	
0239130029	INSTRUCTIVO PARA EL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA, TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS (INC. PREVENCIÓNISTA)	gbl		1.0000	500.00	500.00	
0239130030	MANEJO DE MATERIAL PARTICULADO DURANTE LA OBRA	gbl		1.0000	500.00	500.00	
0239130031	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DURANTE LA CONSTRUCCION	mes		6.0000	150.00	900.00	
						<b>2,900.00</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.02.01</b>	<b>EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 25.0000</b>	<b>EO. 25.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>154.03</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	24.22	7.75	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	19.12	12.24	
0101010005	PEON	hh	10.0000	3.2000	17.28	55.30	
						<b>75.29</b>	
	<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0600	25.00	1.50	
0210060041	IMPLEMENTO DE SEGURIDAD PARA VOLADURAS	gbl		1.5000	5.00	7.50	
0227020015	FULMINANTE	und		3.0000	1.20	3.60	
0228000023	DINAMITA AL 65%	kg		0.6500	12.71	8.26	
0228020004	NITRATO DE AMONIO	kg		0.6000	2.12	1.27	
0255100003	MECHA LENTA	m		7.0000	1.19	8.33	
						<b>30.46</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	75.29	3.76	
03011400020004	MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1.0000	0.3200	12.00	3.84	
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.3200	127.12	40.68	
						<b>48.28</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.02.02</b>	<b>REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACIÓN</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 150.0000</b>	<b>EO. 150.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>3.19</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio SI.</b>	<b>Parcial SI.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	17.28	0.92	
						<b>1.94</b>	
	<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA	m3		0.0500	8.00	0.40	
						<b>0.40</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.94	0.06	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 8 HP	hm	1.0000	0.0533	14.83	0.79	
						<b>0.85</b>	

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"	Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVOIRIO RECTANGULAR				
<b>Partida</b>	<b>01.02.03</b>	<b>RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO C/ EQUIPO</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 20.0000</b>	<b>EO. 20.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>74.07</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	24.22	9.69
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	17.28	27.65
						<b>37.34</b>
	<b>Materiales</b>					
02070400010006	MATERIAL GRANULAR PARA RELLENO	m3		1.0500	27.12	28.48
0207070002	AGUA	m3		0.1500	8.00	1.20
						<b>29.68</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.34	1.12
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 8 HP	hm	1.0000	0.4000	14.83	5.93
						<b>7.05</b>
<b>Partida</b>	<b>01.02.04</b>	<b>ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 8.0000</b>	<b>EO. 8.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>17.80</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	17.28	17.28
						<b>17.28</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.28	0.52
						<b>0.52</b>
<b>Partida</b>	<b>01.02.05</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA, Dmax=10 Km</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 300.0000</b>	<b>EO. 300.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>23.78</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0133	24.22	0.32
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	17.28	0.92
						<b>1.24</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.1067	182.20	19.44
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0133	230.34	3.06
						<b>22.54</b>
<b>Partida</b>	<b>01.03.01</b>	<b>SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C:H 1:12</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 120.0000</b>	<b>EO. 120.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>27.76</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1333	24.22	3.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	19.12	2.55
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.5333	17.28	9.22
						<b>15.00</b>
	<b>Materiales</b>					
0207030001	HORMIGON	m3		0.1300	21.18	2.75
0207070002	AGUA	m3		0.0162	8.00	0.13
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.3800	20.34	7.73
						<b>10.61</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.00	0.45
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.0667	25.42	1.70
						<b>2.15</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH					
Subpresupuesto	002	RESERVOIRIO RECTANGULAR		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Partida	01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO Fc=280 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			455.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	24.22	25.84	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	17.28	92.16	
							128.20
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
							303.15
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	128.20	3.85	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5333	12.00	6.40	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	25.42	13.56	
							23.81
Partida	01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO Fy=4200 KG/CM2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
							1.39
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
							6.00
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
							0.20
Partida	01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			2.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
							1.02
<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89	
							1.90
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02	
							0.05



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH					
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Partida	01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO Fc=280 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			455.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	24.22	25.84	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	17.28	92.16	
							128.20
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
							303.15
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	128.20	3.85	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5333	12.00	6.40	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.5333	25.42	13.56	
							23.81
Partida	01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO fy=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
							1.39
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
							6.00
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
							0.20
Partida	01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			2.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
							1.02
<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89	
							1.90
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02	
							0.05

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Partida	01.04.03.01	MUROS EXTERIORES - CONCRETO Fc=280 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			516.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	
0101010005	PEON	hh	12.0000	8.0000	17.28	138.24	
<b>183.28</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
<b>303.15</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	183.28	5.50	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95	
<b>30.45</b>							
Partida	01.04.03.02	MUROS EXTERIORES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			84.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61	
<b>27.73</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80	
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88	
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73	
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	pln		0.1800	118.56	21.34	
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19	
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27	
<b>56.06</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	27.73	0.83	
<b>0.83</b>							
Partida	01.04.03.03	MUROS EXTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
<b>1.39</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
<b>6.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
<b>0.20</b>							



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022	
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR				
<b>Partida</b>	<b>01.04.03.04</b>	<b>CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 150.0000</b>	<b>EQ. 150.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>2.97</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
						1.02
	<b>Materiales</b>					
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89
						1.90
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02
						0.05
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.01</b>	<b>MUROS INTERIORES - CONCRETO Fc=280 KG/CM2</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>516.88</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75
0101010005	PEON	hh	12.0000	8.0000	17.28	138.24
						183.28
	<b>Materiales</b>					
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25
						303.15
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	183.28	5.50
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95
						30.45
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.02</b>	<b>MUROS INTERIORES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA</b>				
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 15.0000</b>	<b>EQ. 15.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>84.62</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61
						27.73
	<b>Materiales</b>					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA P/CONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	pln		0.1800	118.56	21.34
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27
						56.06
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	27.73	0.83
						0.83

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.03</b>	<b>MUROS INTERIORES - ACERO FY=4200 kg/cm2</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>kg/DIA</b>	<b>MO. 250.0000</b>	<b>EQ. 250.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : kg</b>		<b>7.59</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
						<b>1.39</b>	
	<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010002	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
						<b>6.00</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
						<b>0.20</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.04.04.04</b>	<b>CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 150.0000</b>	<b>EQ. 150.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>		<b>2.97</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02	
						<b>1.02</b>	
	<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA	m3		0.0010	8.00	0.01	
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)	gal		0.0500	37.71	1.89	
						<b>1.90</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.02	0.03	
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT	und		0.0001	177.88	0.02	
						<b>0.05</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.04.05.01</b>	<b>VERTEDERO - CONCRETO Fc=280 kg/cm2</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m3</b>		<b>493.15</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	
0101010005	PEON	hh	10.0000	6.6667	17.28	115.20	
						<b>160.24</b>	
	<b>Materiales</b>						
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
						<b>303.15</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	160.24	4.81	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95	
						<b>29.76</b>	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"						
Subpresupuesto	002 RESERVORIO RECTANGULAR		Fecha presupuesto 03/01/2022				
Partida	01.04.05.02 VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EO. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			84.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61
<b>27.73</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8		kg		0.1000	7.96	0.80
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO		kg		0.1500	5.85	0.88
0222140006	LACA DESMOLDEADORA		gal		0.0750	131.27	9.85
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.5000	5.35	18.73
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M		pln		0.1800	118.56	21.34
02400800110005	DISOLVENTE		gal		0.0750	55.85	4.19
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.		pza		0.0400	6.76	0.27
<b>56.06</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	27.73	0.83
<b>0.83</b>							
Partida	01.04.05.03 VERTEDERO - ACERO fy=4200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EO. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61
<b>1.39</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0600	7.96	0.48
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	5.26	5.52
<b>6.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.39	0.04
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO		hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16
<b>0.20</b>							
Partida	01.04.05.04 CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EO. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			2.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
<b>1.02</b>							
<b>Materiales</b>							
0207070002	AGUA		m3		0.0010	8.00	0.01
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)		gal		0.0500	37.71	1.89
<b>1.90</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.02	0.03
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT		und		0.0001	177.88	0.02
<b>0.05</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Parte	01.04.06.01	LOSA DE TECHO - CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EO. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			493.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	24.22	32.29	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.12	12.75	
0101010005	PEON	hh	10.0000	6.6667	17.28	115.20	
<b>160.24</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	25.00	12.50	
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	63.56	34.96	
0207070002	AGUA	m3		0.1800	8.00	1.44	
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.5000	20.34	254.25	
<b>303.15</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	160.24	4.81	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	12.00	8.00	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1.0000	0.6667	25.42	16.95	
<b>29.76</b>							
Parte	01.04.06.02	LOSA DE TECHO - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO CARAVISTA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EO. 15.0000	Costo unitario directo por : m2			84.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	24.22	12.92	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.12	10.20	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	17.28	4.61	
<b>27.73</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1000	7.96	0.80	
02041200010011	CLAVOS CON CABEZA PICONSTRUCCION PROMEDIO	kg		0.1500	5.85	0.88	
0222140006	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.0750	131.27	9.85	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	5.35	18.73	
02310500010013	TRIPLAY FENOLICO DE 18MMx1.22Mx2.44M	plh		0.1800	118.56	21.34	
02400800110005	DISOLVENTE	gal		0.0750	55.85	4.19	
0271270003	PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50m.	pze		0.0400	6.76	0.27	
<b>56.06</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	27.73	0.83	
<b>0.83</b>							
Parte	01.04.06.03	LOSA DE TECHO - ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EO. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			7.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	24.22	0.78	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	19.12	0.61	
<b>1.39</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	7.96	0.48	
02040300010022	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg		1.0500	5.26	5.52	
<b>6.00</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.39	0.04	
03013300020003	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	5.00	0.16	
<b>0.20</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	"DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Partida	01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2			2.97
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	19.12	1.02
							1.02
	<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA		m3		0.0010	8.00	0.01
02221800010016	CURADOR DE CONCRETO (ADITIVO)		gal		0.0500	37.71	1.89
							1.90
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.02	0.03
0348410004	MOCHILA FUMIGADORA MANUAL DE 20 LT		und		0.0001	177.88	0.02
							0.05
Partida	02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			30.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6400	24.22	15.50
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.3200	17.28	5.53
							21.03
	<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05
02221700010046	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78
							8.84
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	21.03	0.63
							0.63
Partida	02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS INTERIORES 1:3, E=2.0 CM					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			35.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	24.22	19.38
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	17.28	6.91
							26.29
	<b>Materiales</b>						
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05
02221700010046	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78
							8.84
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	26.29	0.79
							0.79

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Partida	02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16.0000	EO. 16.0000	Costo unitario directo por : m2			42.69
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.0000	24.22	24.22
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.5000	17.28	8.64
							32.86
	Materiales						
0204000000	ARENA FINA		m3		0.0202	25.00	0.51
0207070002	AGUA		m3		0.0057	8.00	0.05
02221700010045	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL EN POLVO		kg		0.2352	5.00	1.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.4340	5.35	2.32
0293010051	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2352	20.34	4.78
							8.84
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	32.86	0.99
							0.99
Partida	02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS CIMPRIMANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EO. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			15.89
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	24.22	6.46
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1333	17.28	2.30
							8.76
	Materiales						
02380100030005	LIJA		und		0.1500	2.12	0.32
0240080012	THINNER		gal		0.0200	33.05	0.66
0240150001	IMPRIMANTE		gal		0.1333	22.88	3.05
0254010016	PINTURA ESMALTE SINTETICO		gal		0.0670	42.37	2.84
							6.87
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.76	0.26
							0.26
Partida	02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F*G* CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1" @0.30m, ANCHO 0.40m					
Rendimiento	m/DIA	MO. 1.5000	EO. 1.5000	Costo unitario directo por : m			3,359.78
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.5000	8.0000	24.22	193.76
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	5.3333	19.12	101.97
0101010005	PEON		hh	1.0000	5.3333	17.28	92.16
							387.89
	Materiales						
02250600020006	ESCALERA MARINERO DE TUBO F*G* STANDAR CON PARANTES Ø1 1/2" Y PELDAÑOS Ø1" @0.30m, ANCHO 0.40m		und		1.0000	2,796.61	2,796.61
0255080019	ANCLAJES METÁLICOS		und		12.0000	2.97	35.64
							2,832.25
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	387.89	11.64
0348800012	ANDAMIO METALICO		hm	3.0000	16.0000	8.00	128.00
							139.64

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR					
Partida	02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EO. 2.0000	Costo unitario directo por : und			457.33
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	4.0000	24.22	96.88
							96.88
	Materiales						
0239990058	TAPA METÁLICA DE 80x80cm; e=3/16"		und		1.0000	322.03	322.03
02720100060007	CANDADO DE BRONCE 50MM		und		1.0000	35.51	35.51
							357.54
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	96.88	2.91
							2.91
Partida	02.03.03	VENTILACION CITUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 6" (150 mm)					
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EO. 5.0000	Costo unitario directo por : und			289.98
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	24.22	38.75
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	1.6000	19.12	30.59
							69.34
	Materiales						
0229080085	NIPLE DE F <sup>3</sup> /4 DE Ø 4"		und		1.0000	11.44	11.44
0229080087	NIPLE DE F <sup>3</sup> /4 DE Ø 4" x 20"		und		1.0000	52.97	52.97
0271640023	CODO DE F <sup>3</sup> /4 4"x90"		und		2.0000	76.27	152.54
0293020031	CINTA TEFLON		und		1.0000	1.61	1.61
							218.56
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	69.34	2.08
							2.08
Partida	02.03.04	SOPORTE METALICO TIABRAZADERA PITUB. DE DIAMETRO 8"-10" (200 mm)					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EO. 1.0000	Costo unitario directo por : und			569.48
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	24.22	193.76
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	17.28	138.24
							332.00
	Materiales						
0202080029	PERNO DE 5/8" CON TUERCA DE AJUSTE		und		9.0000	2.12	19.08
0255080020	ANCLAJES DE 5/8"		und		6.0000	5.08	30.48
0271090072	ABRAZADERA DE F <sup>3</sup> /4 8"		und		3.0000	59.32	177.96
							227.52
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	332.00	9.96
							9.96



## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1404001	DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH					
Subpresupuesto	002	RESERVORIO RECTANGULAR		Fecha presupuesto	03/01/2022		
Partida	02.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 80.0000	EO. 80.0000	Costo unitario directo por : m3			23.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	24.22	2.42
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1000	19.12	1.91
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.2000	17.28	3.46
							7.79
	<b>Materiales</b>						
0207070002	AGUA		m3		0.0170	8.00	0.14
0239060010	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%		kg		0.0010	21.14	0.02
							0.16
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.79	0.23
0348040037	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl		hm	1.0000	0.1000	148.31	14.83
							15.06
Partida	02.05.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA					
Rendimiento	m/DIA	MO. 65.0000	EO. 65.0000	Costo unitario directo por : m			20.17
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio SI.	Parcial SI.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1231	24.22	2.98
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.0615	17.28	1.06
							4.04
	<b>Materiales</b>						
0229120007	WATER STOP PVC DE 9"		m		1.0500	15.25	16.01
							16.01
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.04	0.12
							0.12



## 7.7. Presupuesto

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto: 1404301 "DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"  
 Subpresupuesto: 001 RESERVOIRIO CIRCULAR  
 Lugar: ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>2,423,715.18</b>
01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				87,548.07
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				38,609.82
01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 m	und	1.00	1,559.18	1,559.18
01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	gb	1.00	1,406.78	1,406.78
01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.01.05	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL h=2.40m	m	225.20	93.02	20,948.10
01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA	gb	1.00	5,895.76	5,895.76
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				30,989.57
01.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL EN TERRENO	m2	2,897.09	2.08	5,939.95
01.01.02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO O EQUIPO PERMANENTE	m2	2,897.09	8.41	25,379.82
01.01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				20,948.88
01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19	gb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	30.00	242.82	7,278.60
01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19	gb	1.00	140.40	140.40
01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD	gb	1.00	3,812.85	3,812.85
01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gb	1.00	2,257.91	2,257.91
01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	gb	1.00	559.92	559.92
01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	gb	1.00	2,900.00	2,900.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				188,061.67
01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA OMENTACION	m3	848.83	154.03	130,745.28
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACION	m2	485.68	3.19	1,549.28
01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO O EQUIPO	m3	133.45	74.07	9,884.64
01.02.04	ACARRIO DE MATERIAL EXCEDENTE O MAQUINA	m3	1,103.48	17.80	19,641.94
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE O MAQUINA, Dmax=10 Km	m3	1,103.48	23.78	26,240.75
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,894.68
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C/H 1: 12	m2	97.07	27.76	2,694.68
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				2,148,409.56
01.04.01	ZAPATAS				570,070.00
01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	307.22	455.16	139,834.28
01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO F <sub>y</sub> =4200 KG/CM <sup>2</sup>	kg	30,175.60	7.59	229,032.80
01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	405.03	2.97	1,202.94
01.04.02	LOSA DE FONDO				184,802.08
01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	161.35	455.16	73,440.07
01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	14,461.74	7.59	108,764.61
01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	537.64	2.97	1,587.38
01.04.03	MURO CLINDRICO				1,209,709.47
01.04.03.01	MURO CLINDRICO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	743.38	516.88	384,227.92
01.04.03.02	MURO CLINDRICO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	2,457.79	84.82	207,978.19
01.04.03.03	MURO CLINDRICO - ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	79,434.00	7.59	602,904.08
01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	4,915.59	2.97	14,569.30
01.04.04	VIGA ANULAR				122,279.94
01.04.04.01	VIGA ANULAR - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	100.88	516.88	52,142.85
01.04.04.02	VIGA ANULAR - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	252.21	97.89	24,838.39
01.04.04.03	VIGA ANULAR - ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	5,797.18	7.59	44,000.80
01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	504.41	2.97	1,498.10
01.04.05	CÚPULA				255,084.25
01.04.05.01	CÚPULA - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	125.73	483.15	60,903.75
01.04.05.02	CÚPULA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	838.19	97.89	81,882.78
01.04.05.03	CÚPULA - ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	14,324.15	7.59	108,720.30
01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	838.19	2.97	2,489.42
01.04.06	VERTEDERO				3,451.94
01.04.06.01	VERTEDERO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.78	483.15	867.94
01.04.06.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	20.50	84.82	1,734.71

## Presupuesto

Presupuesto 1404001 "DISEÑO DE RESERVORIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subpresupuesto 001 RESERVORIO CIRCULAR

Lugar ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
01.04.06.03	VERTEDERO - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	103.86	7.50	788.30
01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	20.50	2.97	60.89
02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>513,794.47</b>
02.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>140,101.45</b>
02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM	m2	886.14	30.50	26,927.27
02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MURO CILÍNDRICO 1:3, E=2.0 CM	m2	1,325.42	35.92	47,809.09
02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM	m2	1,676.39	42.69	71,585.09
02.02	<b>PINTURA</b>				<b>70,023.26</b>
02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS CIMPRESMANTE	m2	4,406.75	15.89	70,023.26
02.03	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>156,023.05</b>
02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F"10" CON PARANTES Ø1 1/2" Y Peldaños Ø1" @ 0.30m, ANCHO 0.40m	m	42.40	3,359.76	142,454.67
02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA	und	2.00	457.33	914.66
02.03.03	VENTILACION GTUBERIA DE ACERO S0ISEÑO DE 6" (150 mm)	und	24.00	269.96	6,469.52
02.03.04	SOPORTE METALICO TIABRAZADERA PYTUS. DE DIAMETRO 6"-10" (200 mm)	und	10.00	569.48	5,694.80
02.04	<b>PRUEBAS DE CONTROL</b>				<b>140,014.50</b>
02.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVORIO	m3	6,171.86	23.01	142,014.50
02.05	<b>VARIOS</b>				<b>5,801.61</b>
02.05.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 9". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA	m	277.72	20.17	5,601.61
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,937,479.63</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>293,747.96</b>
	<b>UTILIDAD (8%)</b>				<b>234,998.37</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>3,466,225.96</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>623,820.67</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>4,090,046.63</b>

SON : CUATRO MILLONES NOVENTA MIL CIENTO CUARENTISEIS Y 63106 NUEVOS SOLES

## Presupuesto

Presupuesto 1404001 "DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subpresupuesto 002 RESERVOIRIO RECTANGULAR

Lugar ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>3,019,334.75</b>
01.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				67,548.07
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				35,609.82
01.01.01.01	ALQUILER DE ALMACÉN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANÍA	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 7.20 m x 3.60 m	und	1.00	1,559.18	1,559.18
01.01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	gb	1.00	1,406.78	1,406.78
01.01.01.04	INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.01.01.05	CERDO PERIMETRICO PROVISIONAL 1x2.40m	m	225.20	93.02	20,948.10
01.01.01.06	TRANSPORTE DE MAQUINARIAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A OBRA	gb	1.00	5,695.76	5,695.76
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				30,989.57
01.01.02.01	LIMPEZA MANUAL EN TERRENO	m2	2,697.09	2.08	5,609.95
01.01.02.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO CEEQUIPO PERMANENTE	m2	2,697.09	8.41	25,379.62
01.01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				20,548.88
01.01.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA INCL. PLAN COVID-19	gb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	und	30.00	242.62	7,278.60
01.01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL FRENTE AL COVID-19	gb	1.00	140.40	140.40
01.01.03.04	EQUIPAMIENTO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD	gb	1.00	3,812.85	3,812.85
01.01.03.05	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gb	1.00	2,257.91	2,257.91
01.01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	gb	1.00	559.02	559.02
01.01.03.07	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL	gb	1.00	2,900.00	2,900.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				344,328.45
01.02.01	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO PARA CIMENTACION	m3	1,637.10	154.63	252,162.51
01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE EXCAVACION	m2	1,948.32	3.19	3,344.14
01.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO CEEQUIPO	m3	11.20	74.67	839.58
01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE CMAQUINA	m3	2,128.24	17.80	37,882.67
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CMAQUINA, Dmax=10 Km	m3	2,128.24	23.78	50,609.55
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,910.08
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO e=0.10m, C/H 1:12	m2	104.83	27.76	2,910.08
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				2,583,047.15
01.04.01	ZAPATAS				299,270.99
01.04.01.01	ZAPATAS - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	264.18	455.16	120,244.17
01.04.01.02	ZAPATAS - ACERO F <sub>y</sub> =4200 KG/CM <sup>2</sup>	kg	23,436.02	7.59	177,679.39
01.04.01.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	386.34	2.97	1,147.43
01.04.02	LOSA DE FONDO				271,880.43
01.04.02.01	LOSA DE FONDO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	231.89	455.16	105,456.02
01.04.02.02	LOSA DE FONDO - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	21,667.79	7.59	164,458.53
01.04.02.03	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	661.98	2.97	1,966.08
01.04.03	MUROS EXTERIORES				970,873.61
01.04.03.01	MUROS EXTERIORES - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM <sup>2</sup>	m3	357.84	516.88	184,860.34
01.04.03.02	MUROS EXTERIORES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	2,851.97	84.62	241,333.70
01.04.03.03	MUROS EXTERIORES - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	70,616.80	7.59	535,961.51
01.04.03.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	2,894.97	2.97	8,598.06
01.04.04	MUROS INTERIORES				533,302.97
01.04.04.01	MUROS INTERIORES - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 KG/CM <sup>2</sup>	m3	280.28	516.88	144,933.53
01.04.04.02	MUROS INTERIORES - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	1,174.56	84.62	99,391.27
01.04.04.03	MUROS INTERIORES - ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	38,863.08	7.59	294,970.78
01.04.04.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	1,483.97	2.97	4,407.39
01.04.05	VERTEDERO				4,598.28
01.04.05.01	VERTEDERO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.76	493.15	867.94
01.04.05.02	VERTEDERO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	13.06	84.62	1,105.14
01.04.05.03	VERTEDERO - ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	344.82	7.59	2,617.18
01.04.05.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	2.70	2.97	8.02
01.04.06	LOSA DE TECHO				503,120.67
01.04.06.01	LOSA DE TECHO - CONCRETO f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup>	m3	231.00	493.15	113,917.85
01.04.06.02	LOSA DE TECHO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	853.01	84.62	72,181.71

## Presupuesto

Presupuesto 1404001 "DISEÑO DE RESERVOIRIO APOYADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH"

Subpresupuesto 002 RESERVOIRIO RECTANGULAR

Lugar ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.04.06.03	LOSA DE TECHO - ACERO FY=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	40,738.15	7.59	309,210.15
01.04.06.04	CURADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m <sup>2</sup>	2,630.02	2.97	7,811.16
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>530,728.30</b>
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>196,945.26</b>
02.01.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO 1:3, E=2.0 CM	m <sup>2</sup>	805.06	30.50	24,554.33
02.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE MUROS INTERIORES 1:3, E=2.0 CM	m <sup>2</sup>	2,873.95	35.92	103,232.28
02.01.03	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE TECHO 1:3, E=2.0 CM	m <sup>2</sup>	1,620.02	42.69	69,158.65
02.02	PINTURA				<b>35,863.73</b>
02.02.01	PINTADO DE MUROS EXTERIORES CON ESMALTE SINTÉTICO - 2 MANOS COMPROMANTE	m <sup>2</sup>	2,257.00	15.89	35,863.73
02.03	CARPINTERIA METALICA				<b>129,293.28</b>
02.03.01	ESCALERA MARINERO DE TUBO F"10" CON PARANTES Ø1 1/2" Y Peldaños Ø1" @ 0.30m, ANCHO 0.40m	m	32.20	3,999.78	128,784.92
02.03.02	TAPA METALICA DE 3/16" x 0.80m x 0.80m CON MARCO Y ANCLAJES, CON DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA PERNO Y CANDADO INC. PINTURA	und	2.00	457.33	914.66
02.03.03	VENTILACION O TUBERIA DE ACERO S/DISEÑO DE 4" (150 mm)	und	50.00	289.98	14,499.00
02.03.04	SOPORTE METALICO TIABRAZADERA PTUS. DE DIAMETRO 4"-10" (200 mm)	und	10.00	569.48	5,694.80
02.04	PRUEBAS DE CONTROL				<b>158,362.56</b>
02.04.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE RESERVOIRIO	m <sup>3</sup>	6,983.84	23.01	158,362.56
02.05	VARIOS				<b>10,233.45</b>
02.05.01	WATER STOP DE P.V.C. DE 1". PROVISION Y COLOCADO DE JUNTA	m	507.36	20.17	10,233.45
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>3,548,063.13</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>354,806.31</b>
	<b>UTILIDAD (8%)</b>				<b>283,825.05</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>4,187,694.49</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>753,821.01</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>4,941,715.50</b>

SON : CUATRO MILLONES NOVECIENTOS CUARENTUN MIL SETECIENTOS QUINCE Y 50/100 NUEVOS SOLES

## 7.8. Panel Fotográfico



Zona en expansión al sureste de Nuevo Chimbote



Ubicación de la calicata N° 01





Ubicación de la calicata N° 02



Pesaje de las muestras mojadas de roca fracturada granodiorita



Absorción del agua destilada durante 48 horas



Secado de las muestras después de la absorción



Muestras secas de la granodiorita para posterior pesaje



Pesaje de las muestras sumergidas de la granodiorita





Uso de la malla N° 04



Cuarteo de la muestra del suelo



Muestras del suelo para contenido de humedad



Secado de las muestras del suelo



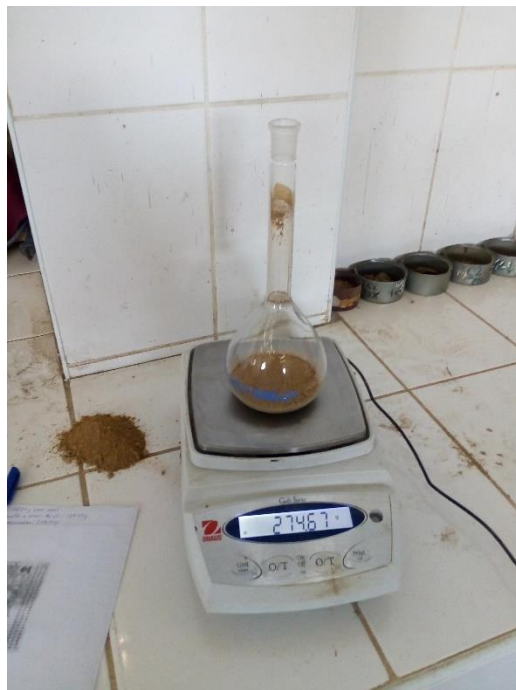
Pesaje de las muestras secas para contenido de humedad



Picnómetro de 500 ml + agua destilada



Pesaje de picnómetro + agua destilada



Peso del picnómetro + muestra del suelo



Llenado del picnómetro hasta el menisco



Eliminación de burbujas de aire mediante calor





Picnómetro + agua + muestra de suelo



Pesaje del picnómetro + agua + muestra de suelo