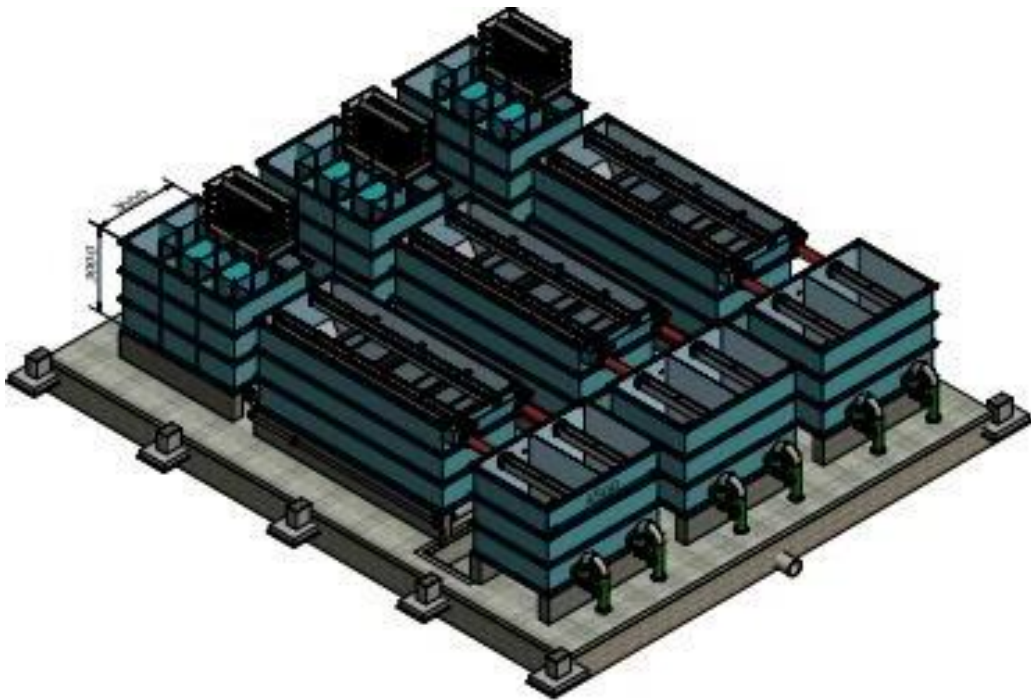




ALCALDÍA DE  
**BOLÍVAR**

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL  
"CANTÓN BOLÍVAR - MANABÍ"**

**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE  
AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA  
CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**JULIO - 2020**



# ***FASE II***

## ***MEMORIAS TÉCNICAS***



**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>PROYECTO DE AGUA POTABLE DE FASE II .....</b>	<b>7</b>
<b>1. ANTECEDENTES Y AJUSTES A LA FASE I.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA USO DOMÉSTICO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 VOLUMEN DE LA RESERVA .....</b>	<b>14</b>
<b>3. OFERTA Y DEMANDA .....</b>	<b>15</b>
<b>4. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DOMÉSTICO DE CALCETA Y QUIROGA .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 FUENTE SUPERFICIAL - PRESA LA ESPERANZA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 TOMA O CAPTACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 CONDUCCIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 TRATAMIENTO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5 PLANTA DE TRATAMIENTO CON FILTRACIÓN RÁPIDA .....</b>	<b>27</b>
<b>4.5 ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA.....</b>	<b>28</b>
<b>4.6 LINEA DE TRATAMIENTO A DARSE.....</b>	<b>30</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA POTABILIZADORA MODULAR COMPACTA DE AGUA DE 7500 m<sup>3</sup>/día.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 NORMATIVIDAD .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL PROCESO DE POTABILIZACIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.1 OXIGENACIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.2 COAGULACIÓN Y MEZCLA RÁPIDA.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.3 MEZCLA LENTA MECÁNICA.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.4 FLOCULACIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.5 PRE SEDIMENTACIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>5.3.6 SEDIMENTACIÓN.....</b>	<b>37</b>
<b>5.3.7 FILTRACIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.8 DESIFECCCIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>5.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....</b>	<b>39</b>
<b>5.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>39</b>
<b>5.5 PROCESOS Y CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA.....</b>	<b>40</b>
<b>5.5.1 REGULACIÓN Y CONTROL DE CAUDAL .....</b>	<b>40</b>



~~"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"~~

5.5.2 OXIGENADOR DINÁMICO MEDIANTE ENERGÍA HIDRÁULICA .....	43
5.5.3 MEZCLA RÁPIDA Y COAGULACIÓN TIPO "CANALETA PARSHALL" .....	44
5.5.4 DIMENSIONES.....	46
5.5.5 MEZCLA LENTA MECÁNICA.....	48
5.5.6 FLOCULADOR DE FLUJO VERTICAL .....	49
5.5.7 SEDIMENTACIÓN DE ALTA TAZA.....	52
5.5.8 DESINFECCIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	59
6. RESERVA .....	61
6.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	63
6.2 ESQUEMA DEL PROYECTO A DISEÑAR .....	74
6.3 ALCANCE DEL TRABAJO .....	78
6.4 ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS DE CANTIDADES DE ACERO Y HORMIGÓN.....	79
6.5 ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL .....	84
7. RECOMENDACIÓN .....	94

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento .....	8
Tabla 2: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable .....	9
Tabla 3: Proyección demográfica.....	11
Tabla 4: Dotaciones media futura.....	12
Tabla 5: Distribución de caudales medios, diarios, máximos horarios .....	13
Tabla 6: Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento.....	16
Tabla 7: Valores de caudales oferta.....	18
Tabla 8: Datos de flujo volumétrico requerido para Calceta y Quiroga.....	19
Tabla 9: Datos para el diseño de bombas .....	22
Tabla10: Datos para tuberías de succión e impulsión a utilizar .....	23
Tabla 11: Datos de altura dinámica total .....	23
Tabla 12: Datos de Caudales, perdidas de carga, altura dinámica total.....	24
Tabla 13: Curva de la Bomba.....	24
Tabla 14: Valores de agua tratada esperados .....	29
Tabla 15: Coeficientes Cv de valvulas .....	43
Tabla 16: Dimensiones canaleta canal Parshall.....	45



<b>Tabla 17: Dimensiones Canal Parshall.....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 18: Dimensiones Canal Parshall.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 19: Filtros y niveles de turbiedad .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 20: Tablas de quimicos para la planta.....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 21: Valores simulacion Sap 2000 .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 22: Valores de RO .....</b>	<b>86</b>
<b>Tablas 23: Reportes Watercad , longitud,diámetro,velocidad coeficiente Hazen-Williams, Gradiente hidráulico .....</b>	<b>68</b>
<b>Tablas 24: Reportes Watercad, Nodos, alturas, presiones m.c.a, demandas .....</b>	<b>73</b>

### ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1: Vista en planta arquitectónico.....</b>	<b>20</b>
<b>Imagen 2: Vista en planta satelital .....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen 3: Esquema línea de conducción.....</b>	<b>22</b>
<b>Imagen 4: Curva de operación del sistema.....</b>	<b>24</b>
<b>Imagen 5: Curva de la bomba .....</b>	<b>25</b>
<b>Imagen 6: Curva de máxima eficiencia hidráulica .....</b>	<b>25</b>
<b>Imagen 7: Catalogo de bomba 40 Hp .....</b>	<b>26</b>
<b>Imagen 8: Análisis de agua .....</b>	<b>28</b>
<b>Imagen 9: Vista superior, planta de tratamiento modular .....</b>	<b>31</b>
<b>Imagen 10: Vista en corte, planta de tratamiento modular 2D .....</b>	<b>32</b>
<b>Imagen 11: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D .....</b>	<b>32</b>
<b>Imagen 12: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D .....</b>	<b>40</b>
<b>Imagen 13: Oxigenador .....</b>	<b>43</b>
<b>Imagen 14: Oxigenador .....</b>	<b>43</b>
<b>Imagen 15 :Canal Parshall.....</b>	<b>45</b>
<b>Imagen 16: Vista en planta canal Parshall .....</b>	<b>45</b>
<b>Imagen 17: Caudalimetro hidráulico.....</b>	<b>46</b>
<b>Imagen 18: Altura para verificación de caudal.....</b>	<b>48</b>
<b>Imagen 19: Mezclador mecánico .....</b>	<b>49</b>
<b>Imagen 20: Sedimentador .....</b>	<b>53</b>
<b>Imagen 21: Esquema canaleta del sedimentador .....</b>	<b>55</b>
<b>Imagen 22: Tanques de desinfección.....</b>	<b>59</b>
<b>Imagen 23: Regulador Vacuum.....</b>	<b>60</b>
<b>Imagen 24: Planta de losa de cimentación.....</b>	<b>74</b>



*"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"*

---

<b>Imagen 25: Sección 1-1.....</b>	<b>75</b>
<b>Imagen 26: Vista A-A´.....</b>	<b>75</b>
<b>Imagen 27: Numeración de nudos en la cimentación.....</b>	<b>78</b>
<b>Imagen 28: Propiedades de los materiales .....</b>	<b>80</b>
<b>Imagen 29: Carga muerta.....</b>	<b>81</b>
<b>Imagen 30: Carga viva .....</b>	<b>82</b>
<b>Imagen 31: Carga sísmica.....</b>	<b>84</b>
<b>Imagen 32: Elementos tipo Frame y tipo shell.....</b>	<b>84</b>
<b>Imagen 33: Elementos tipo Frame y tipo shell vista 3D .....</b>	<b>85</b>
<b>Imagen 34: Viga tipo .....</b>	<b>87</b>
<b>Imagen 35: Momento M33 en viga tipo .....</b>	<b>87</b>
<b>Imagen 36: Cortante V22 en viga tipo .....</b>	<b>88</b>
<b>Imagen 37: Torsión en viga tipo .....</b>	<b>88</b>
<b>Imagen 38: Diseño de vigas a la flexión .....</b>	<b>89</b>
<b>Imagen 39: Diseño de vigas al cortante.....</b>	<b>89</b>
<b>Imagen 40: Diseño de vigas a la torsión.....</b>	<b>90</b>
<b>Imagen 41: Diseño de la losa Momento M11 .....</b>	<b>90</b>
<b>Imagen 42: Diseño de la losa Momento M22 .....</b>	<b>91</b>
<b>Imagen 43: Diseño de la losa cortante V13.....</b>	<b>91</b>
<b>Imagen 44: Diseño de la losa cortante V23.....</b>	<b>92</b>
<b>Imagen 45: Diseño de la losa Acero superior Ast.1 .....</b>	<b>92</b>
<b>Imagen 46: Diseño de la losa Acero superior Ast.2 .....</b>	<b>93</b>
<b>Imagen 47: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.1 .....</b>	<b>93</b>
<b>Imagen 48: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.2 .....</b>	<b>94</b>
<b>Imagen 49: Tanque Planta de tratamiento 500 m3 .....</b>	<b>62</b>
<b>Imagen 50. Tanque de 1500m3 .....</b>	<b>62</b>



## **PROYECTO DE AGUA POTABLE DE FASE II**

### **1. ANTECEDENTES Y AJUSTES A LA FASE I**

La Consultoría de estos estudios, luego de realizar los dos planteamientos o alternativas para la nueva planta potabilizadora de agua en la ciudad de Calceta para uso doméstico, y una vez que el Administrador del proyecto, procedió con el análisis correspondiente y se escogió la alternativa más óptima en beneficio de la ciudad y el cantón, se ha procedido a realizar los diseños definitivos de los de la propuesta escogida , alternativa 1 (Captación de agua desde la represa la esperanza) de la fase 1.

Dividir la oferta y demanda para el suministro de agua potable:

- Los constantes problemas en épocas invernales y falta de producción de agua potable causan un constante déficit en la ciudad de Calceta por falta producción total en la Mancomunidad, la cual no cumple con su producción requerida para poder dotar a los 5 cantones que la conforman.
- Que el GADM Bolívar tiene previsto el traspaso de las competencias del abastecimiento de agua potable que están actualmente en administración por parte de la Mancomunidad.
- Que el abastecimiento de agua potable para el uso doméstico será: La represa Esperanza que es administrada por el EPA (Empresa Pública del Agua).

Por lo mencionado y con este ajuste realizado a la Fase I **"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**, para el abastecimiento de agua potable para la ciudad se derivan los siguientes usos:



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

FUENTE	USO DOMESTICO	
	m3/día	l/s
<b>LA ESPERANZA</b>	7500	86,81
<b>TOTAL</b>	7500	86,81

**Tabla 1:** Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento

Fuente: Consultor

## **2. DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA USO DOMÉSTICO**

Los diseños definitivos para la nueva planta potabilizadora de agua en la ciudad de Calceta, se consideran las fuentes y caudales justificados e indicados en el cuadro anterior del acápite anterior, a partir de los cuales se realizan los diseños con carácter definitivo a fin de cumplir así el objeto de esta Consultoría.

Es necesario mencionar que oportunamente esta Consultoría presentó al GADM Bolívar el documento bajo el título "FASE I" y de lo cual se realiza esta "FASE II" como "Estudio Definitivo".

### **2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO**

Los parámetros de diseño que permitirán dimensionar los diferentes componentes de un sistema de agua potable, serán los establecidos en las normas emitidas por el Código Ecuatoriano para el Diseño de Obras Sanitarias: Norma CO 10.7-602 y 10.07-601 para sistemas de abastecimiento de Agua Potable del Área Urbana.

#### **2.1.1 PERÍODO DE DISEÑO**

En tiempo para el cual se prevé que los componentes de un sistema de agua potable brindarán un funcionamiento adecuado para que la población en estudio tenga un abastecimiento de agua potable que sea continuo y de calidad, se denomina período de vida diseño. Las normas CO 10.07-601 (NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES), sugiere períodos de útil para cada componente de un sistema de agua potable, que según la Tabla sugiere los valores:

<b>COMPONENTE</b>	<b>VIDA UTIL (AÑOS)</b>
<b>Diques grandes y túneles</b>	50 a 100
<b>Obras de captación</b>	25 a 50
<b>Pozos</b>	10 a 25
<b>Conducciones de hierro dúctil</b>	40 a 50
<b>Conducciones de asbesto cemento o PVC</b>	20 a 30
<b>Planta de tratamiento</b>	30 a 40
<b>Tanques de almacenamiento</b>	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
<b>De hierro dúctil</b>	40 a 50
<b>De asbesto cemento o PVC</b>	20 a 25
<b>Otros materiales</b>	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

**Tabla 2: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable**

Fuente: Consultor

Para los componentes de las obras de agua potable a desarrollarse en Calceta, se adopta un período de diseño de 25 años, es decir, se prevé que durante este lapso de tiempo las estructuras pueden funcionar sin necesidad de ampliación alguna.

Dada la urgente necesidad que tiene la población de Calceta de contar con un sistema de agua, se prevé que para el año 2021 estarán construidas las obras y entrará en funcionamiento el sistema, año a partir del cual se considera el horizonte proyectado, siendo el año 2041 el final del período de diseño.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**2.1.2 PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA:**

La población actual para el inicio del período de diseño (2020), se ha determinado considerando los datos de censos nacionales del año 2010 y su proyección al 2020 hasta el 2045, teniendo como población actual de Calceta y Quiroga habitantes al año 2010 son 17,764, valor similar al indicado en el PDOT para este cantón, a partir de los cuales se determina los índices de crecimiento hasta el año horizonte previsto en este estudio.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, el índice de crecimiento determinado para Bolívar, es a partir del método geométrico aritmético y exponencial; el cual determinó un promedio para efectuar el diseño posterior.

A partir del año 2020 se determina los índices de crecimiento hasta el año horizonte previsto en este estudio, obteniéndose un índice de crecimiento según la tendencia de crecimiento de la población de los años anteriores e indicados a continuación:

<b>Población Urbana 2020</b>		<b>21200</b>			
<b>Tasa de crecimiento poblacional costa (INEC)</b>		1,5			
<b>Período de diseño 25 años</b>					
<b>Población</b>					
<b>n</b>	<b>Años</b>	<b>Aritmético</b>	<b>Geométrico</b>	<b>Exponencial</b>	<b>Promedio</b>
<b>0</b>	2020	21200	21200	21200	21200
<b>1</b>	2021	21202	21518	21520	21413
<b>2</b>	2022	21203	21841	21846	21630
<b>3</b>	2023	21205	22168	22176	21850
<b>4</b>	2024	21206	22501	22511	22073
<b>5</b>	2025	21208	22838	22851	22299
<b>6</b>	2026	21209	23181	23196	22529
<b>7</b>	2027	21211	23529	23547	22762
<b>8</b>	2028	21212	23882	23903	22999
<b>9</b>	2029	21214	24240	24264	23239
<b>10</b>	2030	21215	24603	24631	23483
<b>11</b>	2031	21217	24973	25003	23731
<b>12</b>	2032	21218	25347	25381	23982
<b>13</b>	2033	21220	25727	25765	24237
<b>14</b>	2034	21221	26113	26154	24496



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>15</b>	2035	21223	26505	26549	24759
<b>16</b>	2036	21224	26902	26950	25026
<b>17</b>	2037	21226	27306	27358	25296
<b>18</b>	2038	21227	27716	27771	25571
<b>19</b>	2039	21229	28131	28191	25850
<b>20</b>	2040	21230	28553	28617	26133
<b>21</b>	2041	21232	28982	29049	26421
<b>22</b>	2042	21233	29416	29489	26713
<b>23</b>	2043	21235	29858	29934	27009
<b>24</b>	2044	21236	30305	30387	27309
<b>25</b>	2045	21238	30760	30846	27614

**Tabla 3:** Proyección demográfica

Fuente: Consultor

### 2.1.3 DOTACIÓN:

Dotación, es la cantidad de agua que una por persona requiere para satisfacer sus necesidades domésticas durante el día.

Calceta actualmente cuenta con un servicio de agua potable el cual no cubre toda la demanda requerida por la ciudad, y por lo cual se recurre a los valores que recomienda la NORMA CO 10.07-601, para poblaciones con más de 5.000 habitantes y clima cálido.

Además, la consultoría recomienda que una vez entre en funcionamiento el sistema de agua potable y este estabilizado, se realice un análisis del consumo de Bolívar, partiendo de mediciones reales.

<b>Dotaciones recomendadas</b>			
<b>POBLACIÓN</b>	<b>CLIMA</b>	<b>DOTACIÓN FUTURA</b>	<b>MEDIA</b>
(habitantes)		(l/hab.xdía)	
	Frío	120 – 150	
<b>Hasta 5000</b>	Templado	130 – 160	
	Cálido	170 – 200	



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

	Frío	180 – 200
<b>5000 a 50000</b>	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
	Frío	> 200
<b>Más de 50000</b>	Templado	> 220
	Cálido	> 230

**Tabla 4:** Dotaciones media futura

Fuente: INEC-2011

Por las razones explicadas, se considera que al inicio del período de diseño se tendrá un valor de dotación 200 l/hab.\*día y al final del mismo se tiene una dotación de 230l/hab.\*día, basándose en los datos recomendados por la normativa de diseños de abastecimiento de agua para mayores a 1000 habitantes, en poblaciones de 5000 a 50000 habitantes para clima cálido.

Dadas las condiciones actuales, se estima que el consumo de agua potable en la población irá incrementándose paulatinamente hasta el final del año horizonte de diseño (2040) llegando a obtenerse una dotación futura de los 230 l/hab. \*día.

Este incremento progresivo del consumo de agua potable a darse en Calceta, se prevé por las siguientes razones:

- El precio del agua, ya que el consumo será mayor cuanto menor sea el precio del agua, haciendo relación al que en la actualidad pagan los consumidores al ser abastecidos por tanqueros repartidores y/o bidones.
- La calidad del agua del abastecimiento que, a mejor, hará aumentar el consumo.
- Mejor calidad de vida de sus habitantes.
- Cumplir con toda el área de abastecimiento de Calceta

Los resultados de proyección de la población servida, porcentaje de cobertura actual del servicio de agua potable y la dotación media futura, se indican en el cuadro siguiente:



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Dotación				220	l/hab/día	
Tasa de crecimiento poblacional costa (INEC)				1,5	%.	
Período de diseño 25 años						
Dotación						
n	Años	Población Futura	Caudal Medio Diario (l/s)	Caudal Máximo Diario (l/s)	Caudal Máximo Horario (l/s)	Caudal de consumo diario (m <sup>3</sup> /día)
0	2020	21200	53,9815	67,4769	161,9444	5830
1	2021	21413	54,5246	68,1558	163,5738	5889
2	2022	21630	55,0759	68,8449	165,2277	5948
3	2023	21850	55,6354	69,5443	166,9063	6009
4	2024	22073	56,2034	70,2543	168,6102	6070
5	2025	22299	56,7799	70,9749	170,3397	6132
6	2026	22529	57,3651	71,7063	172,0952	6195
7	2027	22762	57,9590	72,4488	173,8771	6260
8	2028	22999	58,5619	73,2024	175,6857	6325
9	2029	23239	59,1738	73,9673	177,5215	6391
10	2030	23483	59,7950	74,7437	179,3849	6458
11	2031	23731	60,4254	75,5318	181,2763	6526
12	2032	23982	61,0654	76,3317	183,1961	6595
13	2033	24237	61,7149	77,1437	185,1448	6665
14	2034	24496	62,3742	77,9678	187,1227	6736
15	2035	24759	63,0435	78,8043	189,1304	6809
16	2036	25026	63,7227	79,6534	191,1682	6882
17	2037	25296	64,4122	80,5153	193,2367	6957
18	2038	25571	65,1121	81,3901	195,3362	7032
19	2039	25850	65,8224	82,2781	197,4673	7109
20	2040	26133	66,5435	83,1794	199,6305	7187
21	2041	26421	67,2754	84,0942	201,8261	7266
22	2042	26713	68,0183	85,0228	204,0548	7346
23	2043	27009	68,7723	85,9654	206,3169	7427
24	2044	27309	69,5377	86,9221	208,6131	7510
25	2045	27614	70,3146	87,8932	210,9437	7594

**Tabla 5:** Distribución de caudales medios, diarios, máximos horarios

Fuente: Consultor



## **2.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES:**

Los caudales que servirán para el dimensionamiento de las diferentes unidades que forman parte del sistema de agua potable y requerido anualmente hasta el final del período de diseño, se determinan con base a factores máximo diario y máximo horario aplicados al consumo medio diario, los cuales han sido tomados de los valores recomendados en las normas CO 10.07-601. (NEC2011)

### **2.2.1 Determinación de consumos:**

Consumo medio diario (cmd) = (Dotación media futura x Población diseño)/(86.400)

Consumo máximo diario (CMD) = (k máx. diario; k (1.3 - 1.5). adoptado k=1.4

Consumo máximo horario (CMH) = (k máx. horario); k (2 - 2.3), adoptado K=2

### **2.2.2 CAUDALES DE DISEÑO:**

- Caudal de Captación = (QMD)
- Caudal de Conducción = (QMD)
- Caudal de tratamiento = (QMD)
- Caudal de distribución = CMH

La red de distribución será calculada con el caudal máximo horario y verificado con el caudal máximo diario más incendios que para esta ciudad será un caudal de 10 l/s como dotación de agua contra incendios, para un número simultáneo de incendios igual a dos, valor adoptado según la norma CO 10.07-601.

## **2.3 VOLUMEN DE LA RESERVA**

Para la determinación del volumen de reserva o almacenamiento de agua para la distribución a la población de Calceta, se considera los siguientes criterios:

### **2.3.1 Volumen de regulación**

El volumen de regulación será del 25% para poblaciones con menos de 5.000 habitantes y del 30 % para aquellas que superan los 5.000 habitantes.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

### **2.3.2 Volumen contra incendio:**

En la costa, para una población mayor a hasta los 3.000 habitantes no se considera volumen para incendios y superior a ésta, se determina como volumen contra incendio aplicando la fórmula:

$$V_i = 50 \text{ Raíz de } P$$

P, población en miles de habitantes

### **2.3.3 Volumen de emergencia**

Para las poblaciones y ciudades que superan los 5.000 habitantes, se considera el 25% como volumen de regulación.

En el cuadro a continuación se resumen los factores adoptados para el sector urbano y rural, tanto de consumos como de caudales para diseño de las diferentes unidades o componentes del sistema de agua potable y para cada población o recinto de estudio.

Con todos estos criterios adoptados, se tiene el cuadro de oferta y demanda de caudales, (qmd, CDM y CMH), caudales de diseños (captación, tratamiento, distribución) y volúmenes de almacenamiento (regulación, incendios, emergencia y total), indicados en el cuadro siguiente:

## **3. OFERTA Y DEMANDA**

En la Fase 1, se realizó en detalle el análisis de la oferta y demanda de caudales de agua potable en Bolívar, la cual, luego del ajuste respectivo mencionado en el numeral 3 de esta memoria técnica esta **"oferta y demanda"** queda definida de la siguiente manera:

Para uso *doméstico* utilizar la fuente represa la Esperanza Refinería



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

FUENTE	USO DOMESTICO	
	m3/día	l/s
LA ESPERANZA	7500	86,81
TOTAL	7500	86,81

**Tabla 6:** Valores de caudales requeridos para diseño de planta tratamiento

Fuente: Consultor





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

No,	AÑO	POBLACIÓN DE DISEÑO (Habitantes)	PORCENTAJE COBERTURA DE SERVICIO %	POBLACION SERVIDA (Habitantes)	DOTACION (l*hab/día)	OFERTA			DEMANDA			DEFICIT
						EXISTENTE MANCOMUNIDAD (m3/d)	REPRESA LA ESPERANZA (m3/d)	cmd(m3/d)	CMD(m3/d)	CMH(m3/d)	CAUDALES (m3/)	
	2020		65	137800	180	2500		4613,76	5771,52	13851,648	-2113,76	
<b>0</b>	2021	21200	75	15900	230	2500	7500	4664,0016	5830,00416	13991,99616	-2164,0016	
<b>1</b>	2022	21413	75	16060	230	2500	7500	4710,92544	5888,66112	14132,77632	-2210,92544	
<b>2</b>	2023	21630	75	16223	230	2500	7500	4758,55776	5948,19936	14275,67328	-2258,55776	
<b>3</b>	2024	21850	90	19665	230	2500	7500	4806,89856	6008,62752	14420,70432	-2306,89856	
<b>4</b>	2025	22073	90	19866	230	2500	7500	4855,97376	6069,97152	14567,92128	-2355,97376	
<b>5</b>	2026	22299	90	20069	230	2500	7500	4905,78336	6132,23136	14717,35008	-2405,78336	
<b>6</b>	2027	22529	100	22529	230	2500	7500	4956,34464	6195,42432	14869,02528	-2456,34464	
<b>7</b>	2028	22762	100	22762	230	2500	7500	5007,6576	6259,57632	15022,98144	-2507,6576	
<b>8</b>	2029	22999	100	22999	230	2500	7500	5059,74816	6324,68736	15179,24448	-2559,74816	
<b>9</b>	2030	23239	100	23239	230	2500	7500	5112,61632	6390,77472	15337,8576	-2612,61632	
<b>10</b>	2031	23483	100	23483	230	2500	7500	5166,288	6457,85568	15498,85536	-2666,288	
<b>11</b>	2032	23731	100	23731	230	2500	7500	5220,75456	6525,94752	15662,27232	-2720,75456	
<b>12</b>	2033	23982	100	23982	230	2500	7500	5276,05056	6595,05888	15828,14304	-2776,05056	
<b>13</b>	2034	24237	100	24237	230	2500	7500	5332,16736	6665,21568	15996,51072	-2832,16736	
<b>14</b>	2035	24496	100	24496	230	2500	7500	5389,13088	6736,41792	16167,40128	-2889,13088	
<b>15</b>	2036	24759	100	24759	230	2500	7500	5446,9584	6808,69152	16340,86656	-2946,9584	
<b>16</b>	2037	25026	100	25026	230	2500	7500	5505,64128	6882,05376	16516,93248	-3005,64128	
<b>17</b>	2038	25296	100	25296	230	2500	7500	5565,21408	6956,52192	16695,65088	-3065,21408	
<b>18</b>	2039	25571	100	25571	230	2500	7500	5625,68544	7032,10464	16877,04768	-3125,68544	
<b>19</b>	2040	25850	100	25850	230	2500	7500	5687,05536	7108,82784	17061,17472	-3187,05536	



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>20</b>	2041	26133	100	26133	230	2500	7500	5749,3584	7186,70016	17248,0752	-3249,3584
<b>21</b>	2042	26421	100	26421	230	2500	7500	5812,59456	7265,73888	17437,77504	-3312,59456
<b>22</b>	2043	26713	100	26713	230	2500	7500	5876,78112	7345,96992	17630,33472	-3376,78112
<b>23</b>	2044	27009	100	27009	230	2500	7500	5941,92672	7427,41056	17825,78016	-3441,92672
<b>24</b>	2045	27309	100	27309	230	2500	7500	6008,05728	7510,06944	18024,17184	-3508,05728
<b>25</b>	2046	27614	100	27614	230	2500	7500	6075,18144	7593,97248	18225,53568	-3575,18144

**Tabla 7:** Valores de caudales oferta

Fuente: Consultor



#### **4. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DOMÉSTICO DE CALCETA Y QUIROGA**

##### **4.1 FUENTE SUPERFICIAL - PRESA LA ESPERANZA**

El Embalse “La Esperanza”, localizada en la Parroquia Rural Quiroga, a aproximadamente 12 km de la Parroquia Urbana Calceta linderando con la parroquia rural de Quiroga y Membrillo, Cabecera Cantonal del Cantón Bolívar-Provincia de Manabí; longitud aproximada de 93 km desde la obra de captación en el Embalse “La Esperanza” hasta el punto de recepción la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 445000000 m<sup>3</sup> y el requerimiento se deriva en la siguiente tabla.

LOCALIDADES BENEFICIADAS POR PROYECTO	Ubicación (km)	Flujo Volumétrico (m <sup>3</sup> /d)	Coordenadas	
			E	N
<b>Quiroga</b>	2	1500	600731.64	9902543.03
<b>Calceta</b>	13	6000	592375.38	9907179.73

**Tabla 8: Datos de flujo volumétrico requerido para Calceta y Quiroga**

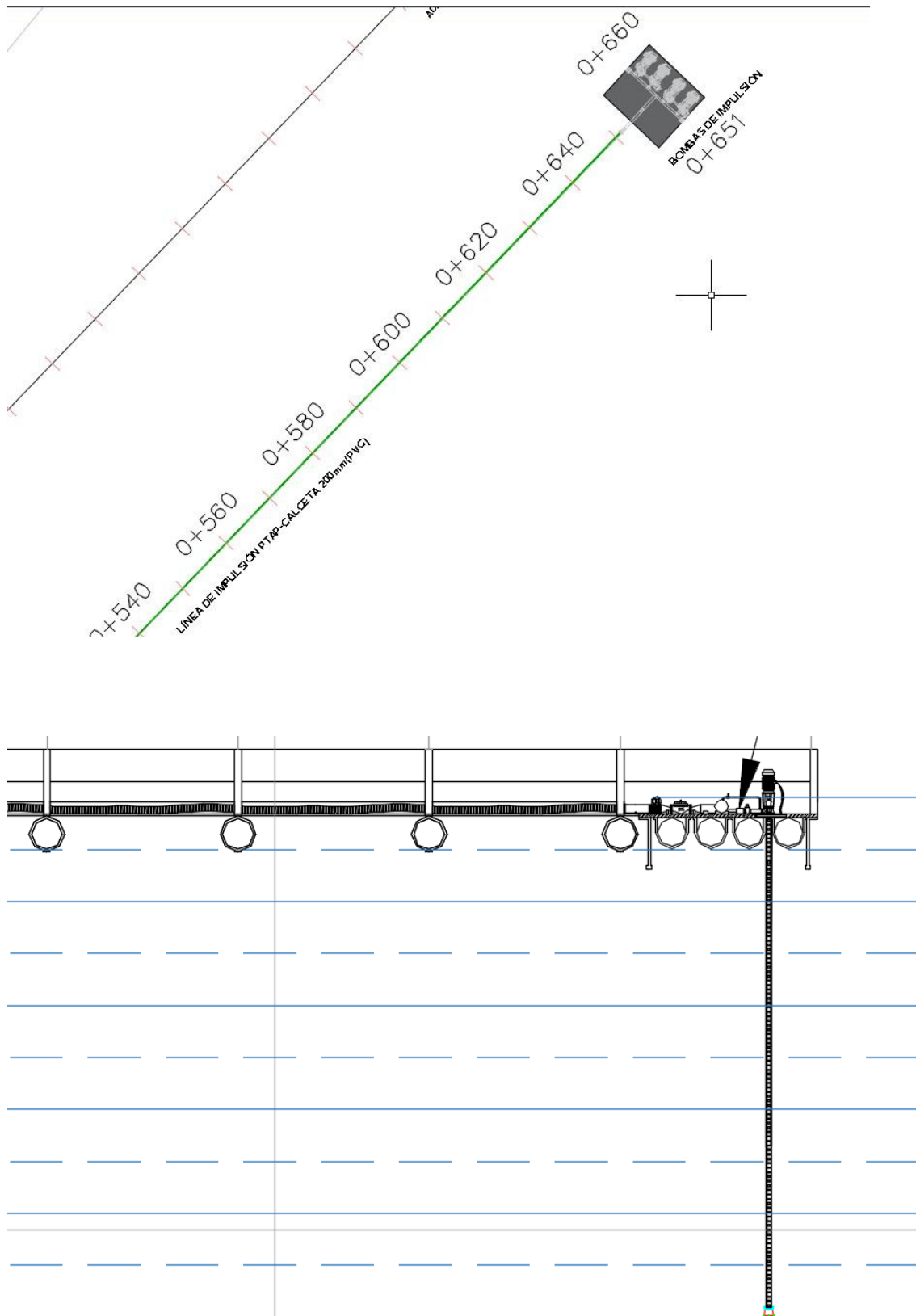
Fuente: Consultor

##### **4.2 TOMA O CAPTACIÓN**

La captación ubicada en la represa Esperanza ubicada en Bolívar, la cual requiere un caudal de  $Q = 7.500 \text{ m}^3/\text{día} - 86.80 \text{ l/s}$  para la dotación de la propuesta, está ubicada en el punto de la captación y se encuentra en las coordenadas N: 9901477.147, E: 602926.025 y abscisa 0+650



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 1:** Vistas- (Planta-Corte) Captación

Fuente: Consultor



**Imagen 2:** Vista en planta satelital

Fuente; Google Earth

### **4.3 CONDUCCIÓN**

A partir del punto de toma indicado, se procede a realizar la línea de conducción hasta el sitio establecido para el tratamiento y reserva cuyo punto de referencia se ubican las coordenadas N: 9901477.147, E: 602926, que va desde la cota 60 hasta 120msnm.

Conociendo que la presión en el sitio de entrega es de 7.3 kg/cm<sup>2</sup> (73 mca), se procede a diseñar la conducción, determinándose que es necesario tener un diámetro interno de 200 mm con lo cual se obtiene una presión residual en el ingreso a la planta de tratamiento de 13.3 mca.

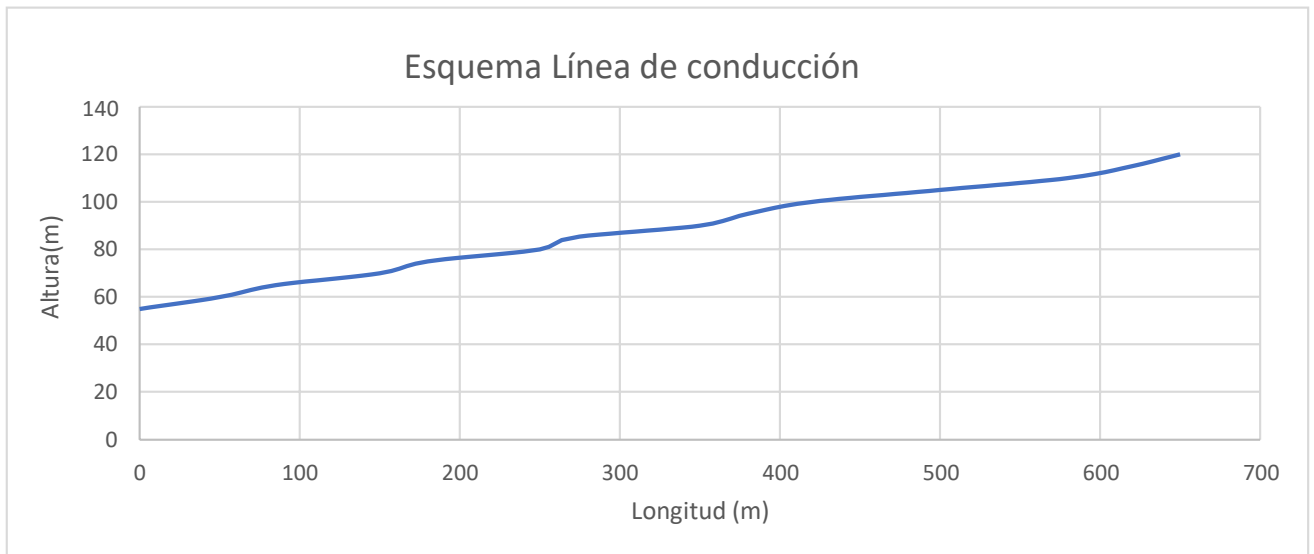
La longitud es de 645 m lineales y para este cálculo se ha incrementado en un 50% dada la topografía en contra pendiente y se requiere una ADT (altura dinámica total) de 64,90 m para su impulsión.

Se utilizarán 4 bombas centrifugas de impulsión de 40 Hp (cada una), para un bombeo constante de 24h y esta estarán adaptadas a un manifold, la cual tendrá una salida de 10 pulgadas y servirá como conducción hasta la planta de tratamiento.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

En esquema y el cálculo hidráulico de esta línea se encuentra a continuación:



**Imagen 3:** Esquema línea de conducción

Fuente: Consultor

DATOS		
Qmax	21,7	L/seg
	0,0217	m <sup>3</sup> /seg
Q de diseño	21,70	L/seg
	0,0217	m <sup>3</sup> /seg
Horas de bombeo	24	h
Cota	60	msnm
Temperatura	20	Grados
Coefficiente C	140	PVC

**Tabla 9:** Datos para el diseño de bombas

Fuente: Consultor.

TUBERIA DE IMPULSION		
K=	0,7 a 1,6	adm
	1,2	adm
D=	5,589991055	inch
TUBERIA DE SUCCION		
D=	0,192	m
	7,539	inch
D asumido=	10	inch



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

D real=	0,2445	m
---------	--------	---

**Tabla10: Datos para tuberías de succión e impulsión a utilizar**

Fuente: Consultor.

ALTURA DINAMICA TOTAL		
Altura de velocidad		
Hv=	0,0109	m
Altura dinámica total		
Altura estática total min.	64	m
Altura estática total máx.	60	m
Perdida de carga		
Hf=	<b>0,04635221</b>	m
Perdida de Longitudes (HI)		
Tubería 10´=	10	m
Ampliación concéntrica=	2	m
Válvula de retención=	25	m
2 codo de 10´	13,4	m
Válvula de cortina=	1,4	m
SUMATORIA Σ (HI)	51,8	m

<b>ADT=</b>	<b>64,0572</b>	<b>m</b>
-------------	----------------	----------

**Tabla 11: Datos de altura dinámica total**

Fuente: Consultor.

Q		Hf	Hv	Carga estática		ADT	
GPM	m <sup>3</sup> /s			Min	Max	Min	Max
	0	0	0	60	64	60	64
<b>344,1403</b>	0,0217	0,0464	0,4622	60	64	60,5085322	64,5085322
<b>423,4353</b>	0,0267	0,0681	0,5687	60	64	60,6367258	64,6367258
<b>502,7303</b>	0,0317	0,0935	0,6752	60	64	60,768687	64,768687
<b>582,0253</b>	<b>0,0367</b>	<b>0,1227</b>	<b>0,7817</b>	<b>60</b>	<b>64</b>	<b>60,9043208</b>	<b>64,9043208</b>
<b>661,3203</b>	0,0417	0,1554	0,8882	60	64	61,043548	65,043548
<b>740,6153</b>	0,0467	0,1917	0,9946	60	64	61,1863011	65,1863011
<b>819,9103</b>	0,0517	0,2314	1,1011	60	64	61,3325214	65,3325214
<b>899,2053</b>	0,0567	0,2745	1,2076	60	64	61,4821571	65,4821571
<b>978,5003</b>	0,0617	0,3210	1,3141	60	64	61,6351616	65,6351616



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

<b>1057,7953</b>	0,0667	0,3709	1,4206	60	64	61,7914931	65,7914931
<b>1137,0903</b>	0,0717	0,4240	1,5271	60	64	61,9511133	65,9511133

Tabla 12: Datos de Caudales, pérdidas de carga, altura dinámica total

Fuente: Consultor.

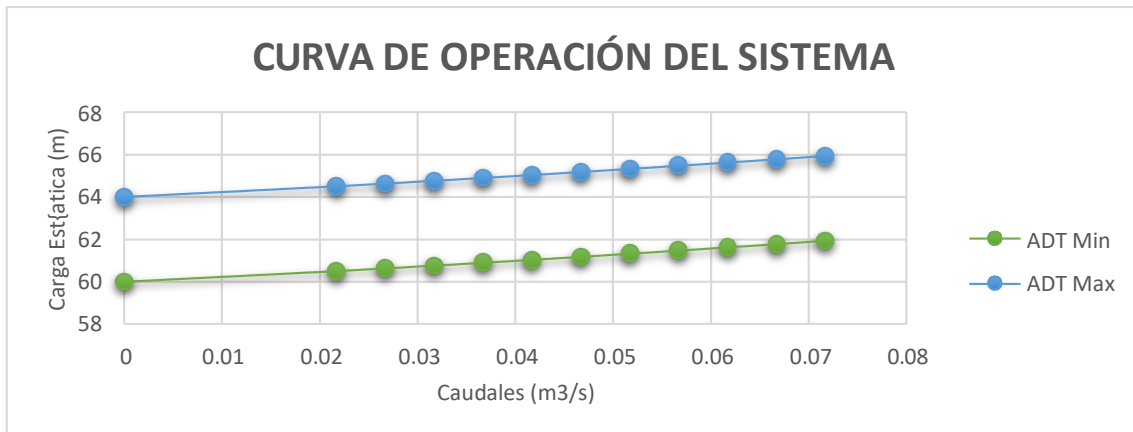


Imagen 4: Curva de operación del sistema

Fuente: Consultor

CURVA DE LA BOMBA		
Q		ADT
GPM	m <sup>3</sup> /s	m
<b>200</b>	0,012618297	93,2
<b>280</b>	0,017665615	89,83
<b>400</b>	0,025236593	80,6
<b>582</b>	0,036719243	64,2
<b>680</b>	0,042902208	49,9

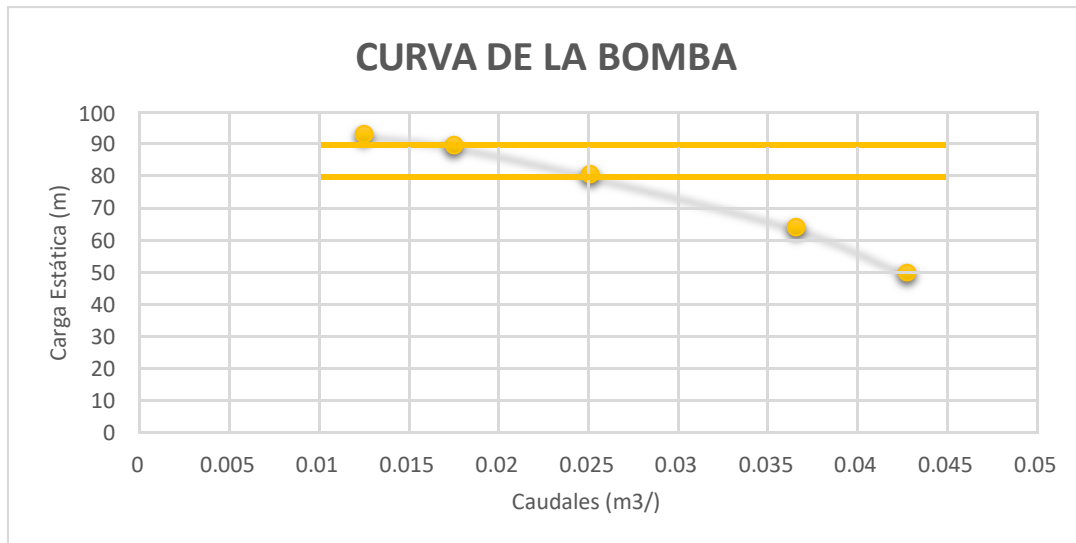
Tabla 13: Curva de la Bomba

Fuente: Consultor.



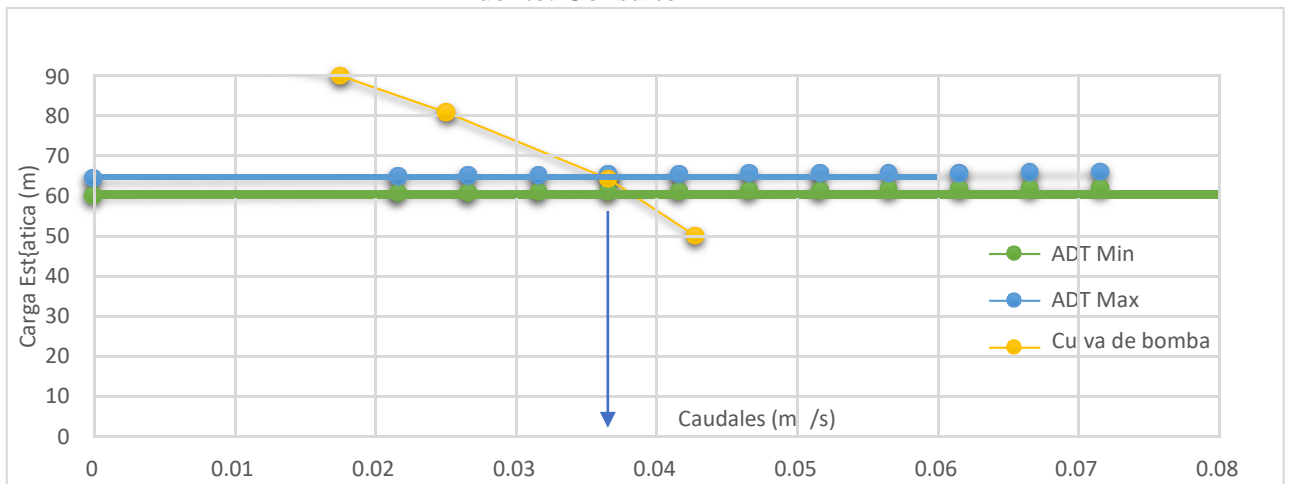


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 5:** Curva de la bomba

Fuente: Consultor

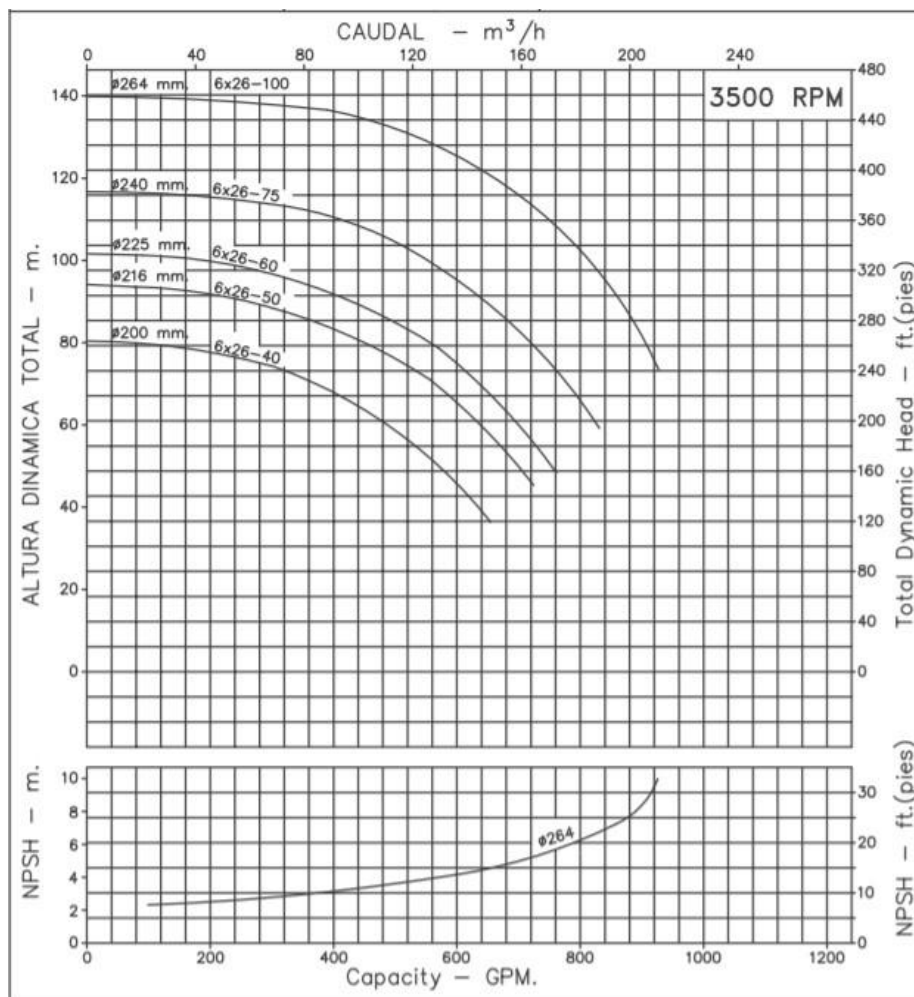


**Imagen 6:** Curva de máxima eficiencia hidráulica

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 7:** Catalogo de bomba 40 Hp

Fuente: Consultor

#### 4.4 TRATAMIENTO

Del análisis de tratabilidad realizado por el Consultor (Imagen: Estudio de calidad de agua) es la muestra de agua de la presa La Esperanza, en el anexo se presentan los análisis efectuados durante el estudio y se determina que presenta las siguientes características físicas y químicas:

Se observa que los valores de turbiedad y color, sobrepasan los límites máximos permisibles estipulados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2014, quinta revisión: Agua Potable - Requisitos, por lo tanto, para su remoción se deberá aplicar el



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

tratamiento convencional, que consta de los procesos de coagulación - mezcla rápida, floculación - mezcla lenta, sedimentación, filtración y desinfección.

El GADM Bolívar también adjunta los análisis de laboratorio con caracterización de las aguas de la represa la Esperanza, las cuales comparadas con los resultados de los análisis realizados por esta Consultoría difieren ligeramente.

#### **4.5 PLANTA DE TRATAMIENTO CON FILTRACIÓN RÁPIDA**

La planta de tratamiento que servirá al sistema de agua potable de la ciudad de Calceta provincia Manabí se alimentará con aguas provenientes de la presa La Esperanza y tendrá capacidad para trabajar con un caudal de 7.500 m<sup>3</sup>/día – 86,80 l/s.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**4.5 ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA**

Análisis de Agua y Microbiología de Alimentos

DR. IGOR MERA MARTINEZ, Mg A  
Químico y Farmacéutico

Portoviejo, marzo 16 de 2020

**SOLICITA:** "ESTUDIOS DE EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PLAN DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CALCETA"

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de embalse

**PROCEDECENCIA:** Cantón Bolívar, represa La Esperanza

**RECIBIDO:** Marzo 13/ 2020

ANÁLISIS FÍSICO		NORMA INEN 1 108-2014 (5 <sup>ta</sup> REV.)	
PARÁMETROS		RESULTADO	LÍMITES MÁXIMOS
Color	UTC	7	15
Olor		No objetable	No objetable
Turbiedad	NTU	11	5
pH		8,06	6.5 – 8.5 *
Temperatura	°C	24,9	-
Sólidos disueltos totales	ppm	82,4	1000
Conductividad eléctrica	µS/cm	153,52	1250
Salinidad total	g/l	0,082	1

ANÁLISIS QUÍMICO		RESULTADO	LÍMITES MÁXIMOS
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	46,66	120-300 *
Dureza de Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	31,19	-
Alcalinidad de Bicarb	mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	33,02	-
Calcio	mg/l Ca 2+	12,33	70 *
Magnesio	mg/l Mg 2+	3,85	30 *
Manganeso	mg/l Mn 2+	0,02	0.4
Hierro total	mg/l Fe 3+	0,14	0.3 *
Sodio	mg/l Na +	9,31	200 *
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	28,58	200 *
Cloruros	mg/l Cl <sup>-</sup>	7,2	250 *
Nitratos	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,7	50
Nitritos	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0	0.2
Cloro residual	mg/l	0	0.3 – 1.5

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO		MÉTODO	RESULTADO	REQUISITOS NTE INEN 1108-2014 (5 <sup>ta</sup> REV.)
AEROBIOS MESÓF.	UFC/ml	Stándar Methods 22 Ed.	800000	--
COLIFORMES TOT. NMP/100 ml		Stándar Methods 22 Ed.	5400	--
COLIFORMES FEC. NMP/100ml		Stándar Methods 22 Ed.	340	<1,1

**CONCLUSIÓN:** La muestra analizada presenta MUY BUENAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS para su potabilización para consumo humano. Presenta contaminación con bacterias de origen fecal.

**RECOMENDACIÓN:** Previo a su uso se recomienda tratamiento convencional, incluida la desinfección del agua.

**NOTA:** Los límites propuestos por la NORMA INEN 1108-2014 son para aguas potabilizadas. Por tanto, ha sido colocada aquí sólo con fines referenciales.

\*Valores que corresponden a la NTE INEN 1108:2006

Dr. Igor Mera Martinez Mg. A.  
QUÍMICO FARMACÉUTICO

Dirección: Ramal de Córdova 167220 - Fax: 052637933  
Portoviejo-Manabí

**Imagen 8:** Análisis de agua

Fuente: Consultor

**DOSIS ÓPTIMA DE COAGULANTE**

- Coagulante: Policloruro de Aluminio
- Dosis Óptima: 50.0 mg/L



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**GRADIENTE DE COAGULACIÓN - MEZCLA RÁPIDA**

- Tiempo óptimo de mezcla rápida: 3 minutos (180 segundos)
- Velocidad de agitación: 100 rpm
- Gradiente óptimo de mezcla rápida: 140 s<sup>-1</sup>

**GRADIENTE DE FLOCULACIÓN - MEZCLA LENTA**

- Tiempo óptimo de floculación: 20 minutos
- Velocidad de agitación: 40 rpm
- Gradiente de velocidad: 36 s<sup>-1</sup>

**SEDIMENTACIÓN**

- Tiempo óptimo de sedimentación: 10 minutos
- velocidad de sedimentación: 0.010 cm/s

**PRODUCCIÓN DE LODOS**

- Volumen de lodos, después de la sedimentación: 10.0 ml/l

**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA**

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
<b>Color</b>	Pt – Co	5.00
<b>Turbiedad</b>	NTU	3.00
<b>pH</b>	Unidades	7.26
<b>Alcalinidad</b>	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	78.00
<b>Hierro total</b>	mg/L	0.04

**Tabla 14: Valores de agua tratada esperados**

Fuente: Consultor



#### **4.6 LINEA DE TRATAMIENTO A DARSE**

Debido a que las aguas superficiales registran grandes variaciones en su calidad es necesario emplear un tratamiento completo.

Por lo indicado, el proceso de tratamiento consta de:

- 1) Mezcla rápida, con un gradiente de velocidad elevado para trabajar con coagulación por adsorción neutralización apropiada para la filtración directa, y que permita utilizar coagulación por barrido para el tratamiento completo.
- 2) Floculación
- 3) Sedimentación de alta tasa
- 4) Filtración de tasa declinante y lavado mutuo.
- 5) Desinfección a base de cloro gas

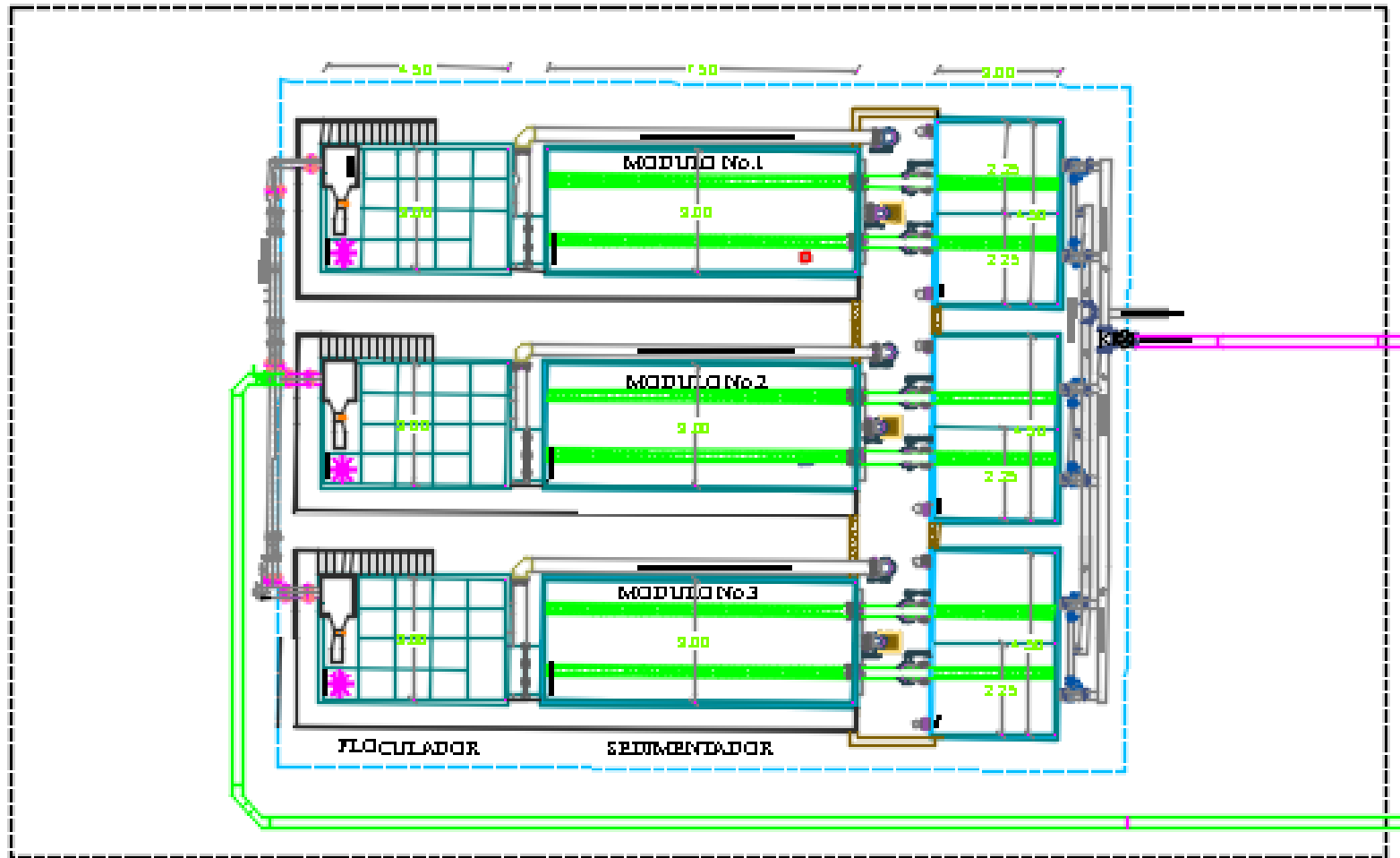
El tipo de planta de tratamiento adoptada ha sido dada por el espacio físico con que se cuenta para su implantación, siendo conveniente una planta modular que cumpla con la norma INEN 2655. Esta Consultoría para efectos de dimensionamiento y presupuesto ha solicitado a la empresa ecuatorianas especialistas en plantas paquetes, proponga su cotización, de la cual se tiene el diseño hidráulico y demás especificaciones técnicas de la planta de tratamiento, la misma que se encuentran como anexos a esta memoria técnica.

Un esquema de la planta de tratamiento propuesta en planimetría y perfil se encuentra a continuación:



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA,  
CANTÓN BOLÍVAR"**

**LINEA DE CUBIERTA**



**Imagen 9:** Vista superior, planta de tratamiento modular  
Fuente: Consultor



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

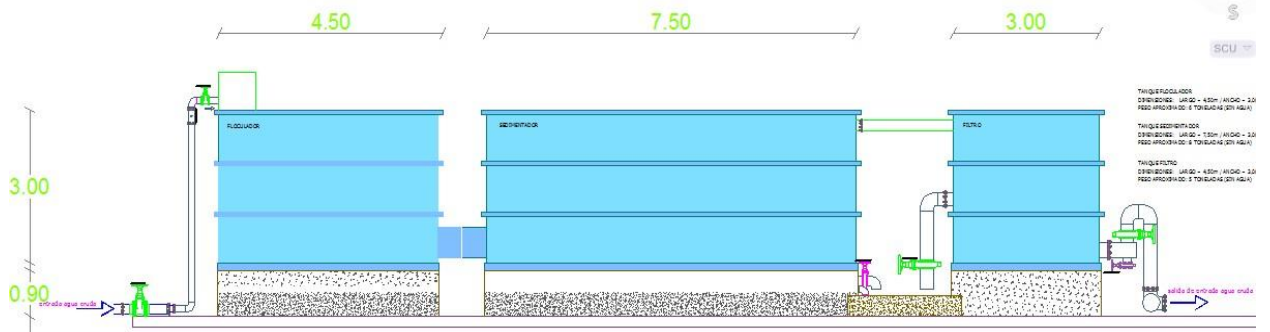


Imagen 10: Vista en corte, planta de tratamiento modular 2D

Fuente: Consultor

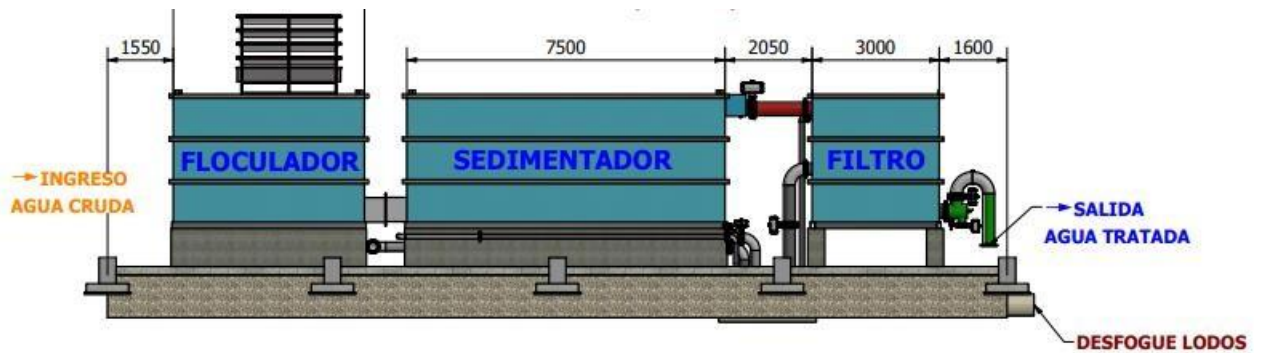


Imagen 11: Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D

Fuente: Consultor

PLANTA Y PERFIL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

TANQUE FLOCULADOR

DIMENSIONES: LARGO = 4,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m  
PESO APROXIMADO: 6 TONELADAS (SIN AGUA)

TANQUE SEDIMENTADOR

DIMENSIONES: LARGO = 7,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m  
PESO APROXIMADO: 8 TONELADAS (SIN AGUA)

TANQUE FILTRO

DIMENSIONES: LARGO = 4,50m / ANCHO = 3,00m / ALTO = 3,00m  
PESO APROXIMADO: 5 TONELADAS (SIN AGUA)





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

## **5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA POTABILIZADORA MODULAR COMPACTA DE AGUA DE 7500 m<sup>3</sup>/día**

La planta potabilizadora Modular Compacta de Q= 7500m<sup>3</sup>/día debe cumplir lo siguiente:

### **5.1 NORMATIVIDAD.**

Todos los cálculos y diseños contemplados en este aparte estarán regidos por las recomendaciones dadas en el REGLAMENTO TECNICO IEOS y las normas técnicas ecuatorianas INEN 2655 - INEN 1108.

### **5.2 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

Conforme a lo expuesto anteriormente, se pretende la implementación de un sistema que resulte económico tanto en la etapa constructiva, como en la etapa operativa, igualmente que brinde efectividad en el proceso de potabilización.

Para asegurar la eliminación total de color, hierro, nitritos y nitratos, se recomienda la instalación de un proceso convencional de potabilización:

- Regulación y control de caudal
- Oxigenación dinámica
- Coagulación tipo PARSHALL con control de caudal incluido mediante regleta
- Mezcla lenta mecánica
- Floculador de flujo vertical
- Pre sedimentador (ecualizador)
- Sedimentador de alta taza (MODULOS DE ABS)
- Filtro rápido descendente, con estabilizador de nivel
- Desinfección.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

### **5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL PROCESO DE POTABILIZACIÓN**

#### **5.3.1 OXIGENACIÓN**

En purificación y tratamiento de aguas se entiende por oxigenación el proceso mediante el cual se inyecta oxígeno al agua, con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. En resumen, es el proceso de introducir aire al agua. Las funciones más importantes son:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el oxígeno disuelto (OD).
- Disminuir concentración de CO<sub>2</sub>.
- Disminuir la concentración de H<sub>2</sub>S.
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco.
- Oxidar hierro y manganeso.
- Remover compuestos orgánicos volátiles.
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

En sistemas de potabilización se agrega oxígeno para la remoción de hierro y manganeso, principalmente.

La oxigenación cumple sus objetivos de purificación del agua mediante el arrastre o barrido de las sustancias volátiles causadas por la mezcla turbulenta del agua con el aire y por el proceso de oxidación de los metales y los gases. El agua oxigenada es más agradable al paladar; la aireación reduce el nivel de CO<sub>2</sub> hasta unos 4.50 mg/L, pero la corrosión solo se previene si la alcalinidad del agua excede de 100 mg/L.

Los oxigenadores, utilizados comúnmente en potabilización de agua, son las toberas, cascadas, canales inclinados, aireadores de bandejas o torres de aireación y los oxigenadores mediante sistema Venturi que es diseño sugerido para esta planta de tratamiento

#### **5.3.2 COAGULACIÓN Y MEZCLA RÁPIDA**

Se debe incluir el suministro e instalación de una estructura que cumpla dos funciones: Medir el caudal que ingresa al sistema de tratamiento con el fin de regular al caudal de



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

entrada y garantizar un gradiente de velocidad o resalto hidráulico, que garantice una óptima dilución de una solución química coagulante con la totalidad del caudal a tratar. En el agua encontramos material suspendido mayor o menormente dispersos y en gran porcentaje coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por cargas eléctricas negativas sobre superficie.

La coagulación desestabiliza estos coloides al neutralizar las fuerzas que los mantiene separados.

El potencial Z es una medida de estas fuerzas coloides. Este se encuentra entre -14 y -30 mili volts. A medida que disminuye, las partículas pueden aproximarse cada vez más, aumentando la posibilidad de una colisión.

En un sistema convencional de clarificación, con un pH de 6-8, los coagulantes proporcionan las cargas positivas para reducir la magnitud de potencial Z. La coagulación se presenta, de ordinario, a un potencial Z que es aun negativo, pues si se añade demasiado coagulante la partícula se cargara positivamente y volverá a dispersarse.

Los coagulantes que pueden emplearse son los coagulantes metálicos y los polímeros orgánicos e inorgánicos. Los coagulantes metálicos pueden ser de tres tipos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios, como el carbonato de magnesio. Los coagulantes con sales de aluminio son el sulfato de aluminio, sulfato de aluminio amoniacal y aluminato de sodio. Los coagulantes con sales de hierro son el cloruro férrico, el sulfato férrico y el sulfato ferroso. Para la dosificación en la coagulación por adsorción-neutralización debe tenerse en cuenta la relación estequiometria entre la dosis del coagulante y la concentración de los coloides, ya que, como se había mencionado, una sobredosis conduce a una re estabilización de las partículas. Para aguas con bajo nivel de alcalinidad, se recomienda aumentar el pH añadiendo hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ).

En la selección del coagulante, debe tenerse en cuenta su facilidad de adquisición, almacenamiento, manejo, seguridad y dosificación. No deben usarse aquellos productos fácilmente deteriorables o que requieran condiciones muy específicas para su manejo y conservación. Dentro de la amplia gama de coagulantes, debe escogerse aquel que no vaya a tener efectos nocivos sobre la calidad física, química o biológica del agua tratada y que represente un afecto favorable sobre el tamaño del floculo y sobre la velocidad de asentamiento.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

Teniendo en cuenta las razones expuestas anteriormente, se recomienda la utilización de sulfato de aluminio  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$  con algún auxiliar de coagulación.

### **5.3.3 MEZCLA LENTA MECÁNICA**

El mezclador mecánico tiene como objetivo realizar un segundo paso de coagulación, la coagulación es el proceso más importante en una planta de filtración rápida, de ella depende la eficiencia de todo el sistema.

No importa que los demás procesos siguientes sean muy eficientes; si la coagulación es defectuosa, la eficiencia final del sistema es baja. La eficiencia de la coagulación depende de la dosificación y de la mezcla rápida.

### **5.3.4 FLOCULACIÓN**

Para completar la adición del coagulante, se requiere del mezclado para destruir la estabilidad del sistema coloidal. Para que las partículas se aglomeren, deben chocar y el mezclado promueve la colisión. Un mezclado de gran intensidad que distribuya al coagulante y promueva colisiones rápidas, es de los más efectivos.

También son importantes la frecuencia y el número de colisiones entre las partículas. La floculación es estimulada por un mezclado lento que junta poco a poco los flóculos; un mezclado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en tamaño y fuerza óptimos. Existen floculadores hidráulicos y mecánicos. Estos últimos se prefieren utilizar en sistemas de complejidad alta dada operatividad. En general, los floculadores hidráulicos tiene buena acogida en plantas donde además de buena eficiencia, se tenga un grado bajo de operatividad dada su sencillez de funcionamiento y mantenimiento. Dentro de estos, el de flujo vertical, tiene como valor agregado el de representar una menor área. Al momento de diseñarse, se debe tener en cuenta el gradiente de velocidad para evitar la sedimentación en el comportamiento. Se recomienda velocidades entre 0.20 m/s a 0.60 m/s.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

### **5.3.5 PRE SEDIMENTACIÓN**

Una vez que el agua ha sido mezclada y el coagulante realiza su trabajo de formación de flocs y previo al ingreso del área de sedimentación, es necesario ecualizar la velocidad de ingreso a esta acámara con velocidades menores a fin de no destruir el floc y lograr una excelente precipitación de los mismos a las cámaras de evacuación de lodos

### **5.3.6 SEDIMENTACIÓN**

La sedimentación es la eliminación de sólidos suspendidos en el agua por asentamiento gravitacional. Los sedimentadores por gravedad tiene tres componentes: unidades de contacto de sólidos, cámara de llegada y asentadores de planos inclinados.

Los separadores de flóculos han ofrecido una solución a los problemas de cortocircuito y torbellinos en muchos sedimentadores por gravedad. En las unidades hechas de módulos para su instalación en diversos diseños de sedimentadores, añaden al flujo suficiente resistencia por fricción para uniformar el patrón hidráulico y eliminar estos problemas.

En la mayor parte de los sedimentadores por gravedad, la profundidad media a través de la cual deberán caer las partículas de lodo no debe ser inferior a 1.50 m. el tiempo requerido por el lodo para recorrer esta distancia es un factor crítico que limita la capacidad del sedimentador. Dos modificaciones semejantes al diseño estándar de clarificadores por gravedad reducen la distancia de caída, hasta una décima parte, aumentando la velocidad efectiva de levantamiento y reduciendo radicalmente el espacio requerido para la clarificación. Estas son el asentador de tubo y el separador de lámina, clasificados como asentadores de plano inclinado.

El llamado módulo de sedimentación, consiste en una serie de tubos inclinados, con sección transversal circular, cuadrada o hexagonal, cuya entrada se conecta a la cámara de floculación y la salida generalmente conduce a un proceso de filtración. El ángulo de inclinación está determinado por el rendimiento que desee obtenerse. Analíticamente se deduce que el ángulo óptimo de inclinación es de 60° con la horizontal. Lo afectan la concentración y la naturaleza de los sólidos.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

### **5.3.7 FILTRACIÓN**

En la actualidad los filtros más usados en las plantas de tratamiento es el de arena que trabaja con flujo descendente.

Esencialmente consta de un tanque rectangular, en el cual se colocan los lechos de arena y grava sobre un sistema adecuado de drenaje, El flujo pasa de la parte superior a los drenes del fondo atravesando el medio filtrante. Al cabo de cierto número de horas de servicio el filtro se obstruye, se hace necesario lavarlo invirtiendo el sentido del flujo, por medio del agua que se inyecta a presión en los drenes y se recoge en las canaletas de lavado colocadas sobre la superficie de la arena, esta operación suele durar entre 3 a 15 minutos después de la cual el filtro vuelve a su operación normal La filtración por lo general, aplicable en la eliminación de sólidos suspendidos en el intervalo de 5 a 50 mg/L, cuando se desea un afluente con una turbidez < 1 UNT.

Un filtro dual o bi capa, es una respuesta para proporcionar una filtración de gruesa a fina es un flujo descendente. Los dos materiales seleccionados tienen distinto tamaño de grano y diferente peso específico.

### **5.3.8 DESIFECCCIÓN**

Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse esta la cloración, ozonificación, desinfección con dióxido de cloro, con rayos ultravioleta entre otros procesos.

Es indiscutible que se debe preferir siempre el método que provea además de una eficiencia garantizada, una operación sencilla u ajustable al medio. Es por eso que en este caso se prefiere el uso de la cloración, y más puntualmente el uso del hipoclorito de sodio o calcio, cuyo uso extendido representa una ventaja en cuanto a consecución y costo. Además es de fácil manejo, no es tóxico a menos que sea ingerido, de fácil transporte, no requiere de equipos sofisticados para su aplicación.

Básicamente podemos considerar dos tipos de reacciones del cloro en el agua que se producen en el siguiente orden:

Las de hidrólisis: al agregar cloro al agua, lo primero que ocurre es que este se hidroliza para producir ácido hipocloroso HOCl. A estos compuestos se les llama cloro libre el cual es un desinfectante muy activo.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

Las de oxidación – reducción: a contaminación se produce una reacción de oxidación – reducción en donde el cloro se combina con el nitrógeno amoniacal para producir cloraminas, a las cuales se les llama también cloro combinado utilizable.

Cualquiera sea el nivel de complejidad, la determinación de la dosis de desinfectante con la cual debe operar la planta de tratamiento y el dimensionamiento de los distintos componentes de la misma debe hacerse por el método concentración-tiempo.

Este método parte del principio de que la concentración "C" de desinfectante aplicado (cloro libre) multiplicada por el tiempo de detención "t" desde que se aplica dicha dosis hasta que se consume agua, es igual a una constante "K", o sea que  $Ct=K$ . Los valores de esa constante K están dados en función de la temperatura y pH del agua, según sea la eficiencia del tratamiento que se le dé a este en los procesos previos a la desinfección (sedimentación y filtración) en los que se remueve un cierto porcentaje de organismos patógenos, que en algunos casos puede llegar hasta el 99%.

Sin embargo, entre más organismos patógenos pasen en los procesos previos, en especial cuando son virus y protozoarios (Amibas, Giardias, Cristosporidium) más alta debe ser la dosis empleada, dado que estos son muy resistentes a los desinfectantes usuales, sobre todo cuando están en presencia de concentraciones relativamente altas de partículas (turbiedad mayor de 1.0 UNT) que los encapsulan y protegen de la acción germicida de los mismos.

## **5.4 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

### **5.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

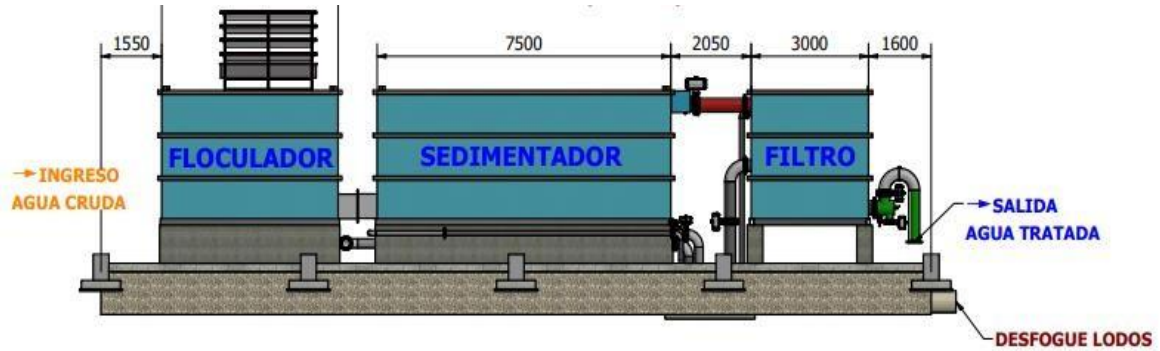
La Planta potabilizadora de 7.200 m<sup>3</sup>/día, realizará en forma continua y simultánea las operaciones de:

1. Regulación y control de caudal
2. Oxigenación dinámico
3. Coagulación tipo PARSHALL con control de caudal incluido mediante regleta
4. Mezcla lenta mecánica
5. Flocculador de flujo vertical



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

6. Pre sedimentador (ecualizador)
7. Sedimentador de alta taza (MODULOS DE ABS)
8. Filtro rápido descendente, con estabilizador de nivel
9. Desinfección.



**Imagen 12:** Vista en corte, planta de tratamiento modular 3D

Fuente: Consultor

## 5.5 PROCESOS Y CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR LA PLANTA

### 5.5.1 REGULACIÓN Y CONTROL DE CAUDAL

Sistema de bloqueo y control de caudal de ingreso de agua cruda hacia la Planta de Tratamiento, este sistema está conformado por:

- Válvula mariposa
- Válvula de regulación de flujo tipo compuerta







**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**Definición de Coeficiente de Caudal**

Cuando el flujo pasa a través de una válvula u otro dispositivo restrictivo pierde una energía. El **coeficiente de caudal** es un factor de diseño que relaciona la diferencia de altura ( $\Delta h$ ) o presión ( $\Delta P$ ) entre la entrada y salida de la válvula con el caudal ( $Q$ ).

$$Q = K \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

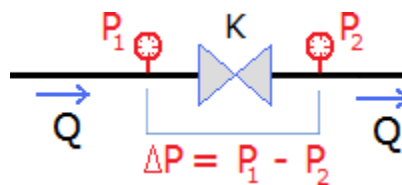
(Líquidos)

Q: Caudal

$\Delta P$ : Diferencia de presión

Sg: Gravedad específica (1 para agua)

K: Coeficiente de caudal Kv o Cv



Cada válvula tiene su propio coeficiente de caudal. Éste depende de cómo la válvula ha sido diseñada para dejar pasar el flujo a través de ella. Por consiguiente, las mayores diferencias entre diferentes coeficientes de caudal provienen del tipo de válvula, y naturalmente de la posición de obertura de la válvula.

Puede ser importante conocer el coeficiente de caudal para poder seleccionar la válvula que se necesita en una específica aplicación. Si la válvula va a estar la mayor parte del tiempo abierta, posiblemente interesará elegir una válvula con poca pérdida de carga para poder ahorrar energía. O si se trata de una válvula de control, el rango de coeficientes de caudal en las diferentes posiciones de obertura tendría de permitir cumplir las necesidades de regulación de la aplicación.

En igualdad de flujo, contra mayor es el coeficiente de caudal, las pérdidas de carga a través de la válvula son menores. La industria de las válvulas ha estandarizado el coeficiente de caudal (K). Este se referencia para agua a una determinada temperatura, y



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

unidades de caudal y diferencia de presión también específicas. Un mismo modelo de válvula tiene un coeficiente de caudal (K) distinto para cada diámetro.

**Kv** es el coeficiente de caudal en unidades métricas. Se define como el caudal en metros cúbicos por hora [m<sup>3</sup>/h] de agua a una temperatura de 16° Celsius con una caída de presión a través de la válvula de 1 bar.

**Cv** es el coeficiente de caudal en unidades imperiales. Se define como el caudal en galones US por minuto [gpm] de agua a la temperatura de 60° fahrenheit con una caída de presión a través de la válvula de 1 psi.

$$Kv = 0.865 \cdot Cv$$

$$Cv = 1,156 \cdot Kv$$

**Referencias de Coeficientes de Caudal**

Agua (1000kg/m<sup>3</sup>) como densidad de referencia para calcular equivalencia entre C y Cv

KV

Tipo de válvula	Coeficiente de Caudal (válvula toda abierta)			
	C	Cv	Kv	Referencia
	[-]	[gpm] [psi]	[m <sup>3</sup> /h] [bar]	
<b><u>Válvula Anular</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula de Bola</u></b>	4.7	5100	4370	Jamesbury series 9000 full bore 6" dn
<b><u>Válvula de Mariposa</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula de Diafragma (Weir)</u></b>	0.64	690	597	ITT Dia-Flo Plastic Lined 6" dn
<b><u>Válvula de Diafragma (Straightway)</u></b>	1.3	1400	1211	ITT Dia-Flo Plastic Lined 6" dn
<b><u>Válvula de Compuerta</u></b>	2.67	2484	2873	FNW valve class 150 6" dn
<b><u>Válvula de Globo</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula de Cono Fijo</u></b>	0.86	3700	3200	Henry Platt 12" dn
<b><u>Válvula de Aguja</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula tipo "macho"</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula tipo Pinch</u></b>	÷	÷	÷	-
<b><u>Válvula de retención Duck-Bill</u></b>	1.0	4300	3700	EVR CPF/CPO 300mm dn



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<u>Válvula Esférica</u>	÷	÷	÷	-
<u>Válvula de retención</u> <u>Tilting disc</u>	0.93	1160	1003	Val-matic 6" dn

**Tabla 15: Coeficientes Cv de valvulas**

Fuente: Consultor

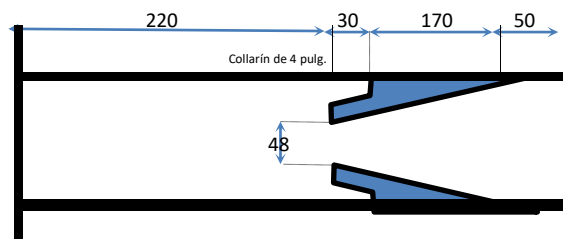
**5.5.2 OXIGENADOR DINÁMICO MEDIANTE ENERGÍA HIDRÁULICA**

Equipo ubicado en la línea de ingreso de agua, el mismo que trabajara con una presión de trabajo mínimo de 10 PSI, el oxigenador deberá insuflar aire del ambiente hacia el agua de manera forzada.



**Imagen 13: Oxigenador**

Fuente: Consultor



**Imagen 14: Oxigenador**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

$$S = \pi \times r^2$$

$$S = 2,4 \times 2,4 \times 3.14$$

$$S = 18,08 \text{ cm}^2$$

$$Q_{\text{min}} = S \times v \times 0,7$$

$$Q_{\text{min}} = 18,08 \times 0,7$$

$$Q_{\text{min}} = 12,65 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{min}} \times 2,6$$

$$Q_{\text{max}} = 12,65 \times 2,6$$

$$Q_{\text{max}} = 32,89 \text{ l/seg}$$

### **5.5.3 MEZCLA RÁPIDA Y COAGULACIÓN TIPO "CANALETA PARSHALL"**

Se propone como estructura de aforo y medición de caudal, una Canaleta Parshall, como se detalla a continuación:

La canaleta Parshall cumple un doble propósito en las plantas de tratamiento de agua, de servir de medidor de caudales y en la turbulencia que se genera a la salida de la misma, servir de punto de aplicación de coagulantes. Es uno de los aforadores críticos más conocidos, introducida en 1920 por R.L. Parshall. En la Figura se muestra esquemáticamente la canaleta, la cual consta de una contracción lateral que forma la garganta (W), y de una caída brusca en el fondo, en la longitud correspondiente a la garganta, seguida por un ascenso gradual coincidente con la parte divergente. El aforo se hace con base en las alturas de agua en la sección convergente y en la garganta, leída por medio de piezómetros laterales.



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

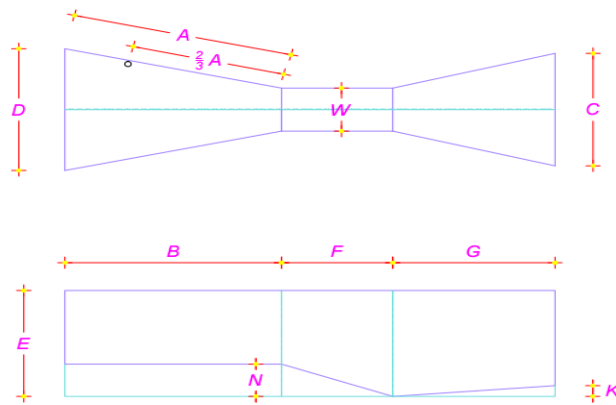


Imagen 15 :Canal Parshall

Fuente: Consultor

La canaleta no debe trabajar ahogada, o sea que la relación Hb/Ha no exceda los siguientes valores.

Ancho de garganta	Máxima sumergencia (Hb/Ha)
7.5 (3") a 22.9 (9")	0.6
30.5 (1') a 244 (8')	0.7
305 (10') a 1525 (50')	0.8

Tabla 16: Dimensiones canaleta canal Parshall

Fuente: Consultor

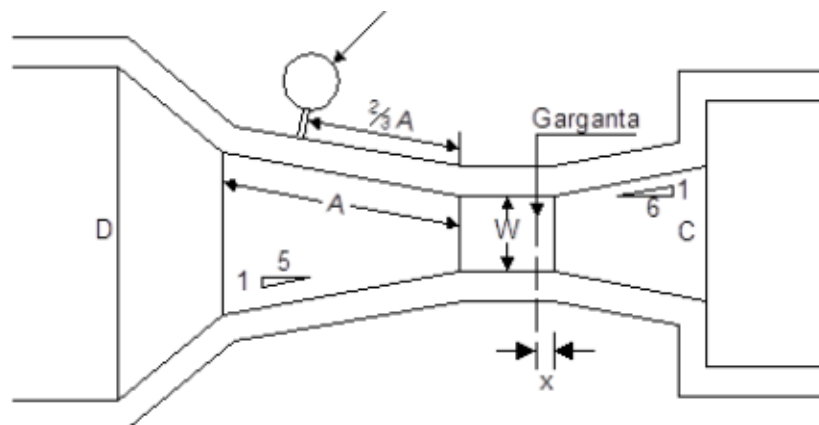


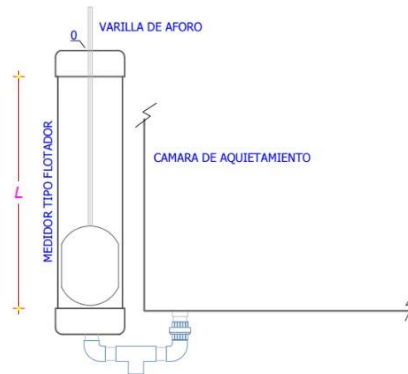
Imagen 16: Vista en planta canal Parshall

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**CAUDALIMETRO HIDRÁULICO POR FLOTACIÓN**



**Imagen 17: Caudalimetro hidráulico**

Fuente Consultor

**DIMENSIONES DEL CAUDALIMETRO POR FLOTACION**

MODELO DE CANALETA PARSHALL	DIMENSION "L"
6"	300mm < 30 LITROS POR SEGUNDO

**Determinacion del ancho de garganta:**

Para un  $Q = 0.027\text{m}^3/\text{s}$  (27 L/s) se tiene un ancho de garganta  $W = 6'' = 0.152\text{ m} < 0.3\text{ m}$ , **OK CUMPLE.**

**DIMENSIONES DE LA CANALETA PARSHALL**

(medidas en centímetros)												Litros / sg
	W	A	2/3 A	B	C	D	E	F	G	K	N	CAUDALES
6"	15.24	62.5	41.50	61	39.7	40	60	30.5	46	7.6	11.4	1.53 - 116

**Tabla 17: Dimensiones Canal Parshall**

Fuente: Consultor

**5.5.4 DIMENSIONES**

<b>Exponente : n</b>	<b>1,58</b>	-
<b>Coficiente: k</b>	0,381	-
<b>Long. paredes sección convergente</b>	A	0,625 m



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>Longitud sección convergente</b>	B	0,610	m
<b>Ancho de la salida</b>	C	0,397	m
<b>Ancho entrada sección convergente</b>	D	0,400	m
<b>Profundidad total</b>	E	0,600	m
<b>Longitud de la garganta</b>	F	0,305	m
<b>Longitud de la sección divergente</b>	G´	0,460	m
<b>Long. Paredes sección divergente</b>	K´	0,760	m
<b>Dif. de elevac entre salida y cresta</b>	N	0,114	m

**Tabla 18: Dimensiones Canal Parshall**

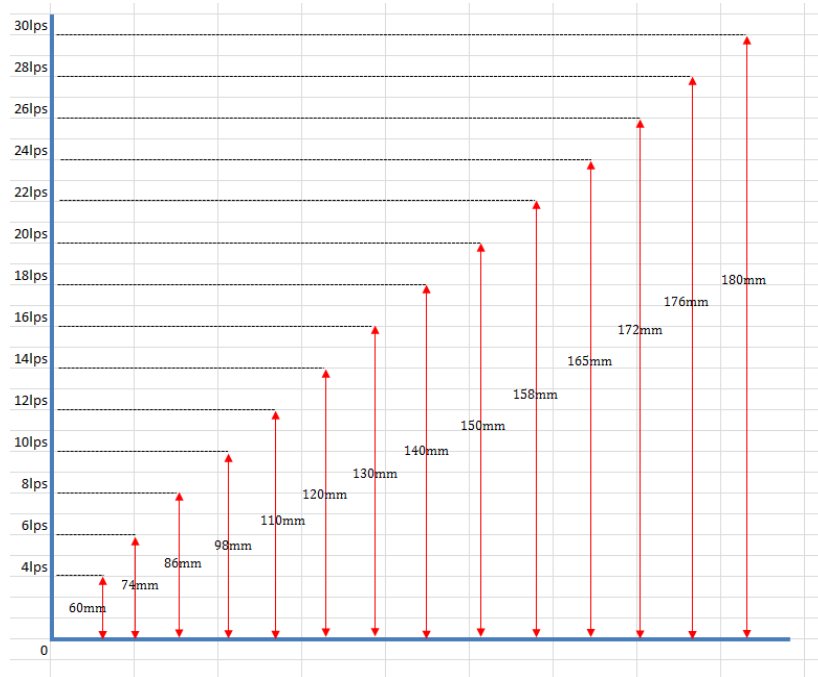
Fuente: Consultor

La canaleta Parshall debe disponer de los siguientes componentes:

- Regulador
- Cámara de quietamiento
- Medidor de caudal mediante medidor - flotador de vasos comunicantes.
- Zona de inyección de químicos y coagulación
- Mecanismo de regulación de nivel de resalto hidráulico



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 18: Altura para verificación de caudal**

Fuente: Consultor

Accesorios:

Regulador

Cámara de quietamiento

Medidor de caudal mediante medidor - flotador de vasos comunicantes.

Zona de inyección de químicos y coagulación

Mecanismo de regulación de nivel de resalto hidráulico

Material: Acero Inoxidable Grado 304

### 5.5.5 MEZCLA LENTA MECÁNICA

La planta dispondrá de un sistema mecánico de mezcla lenta, mediante un motor reductor de 1 HP y velocidad variable controlada electrónicamente de 1 a 30 RPM con eje de acero inoxidable y dos turbinas de acero inoxidable de 8 paletas c/u.





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

Velocidad de agitación	1 – 30 rpm
Gradiente de velocidad	101s-1
Tiempo de mezcla	60 segundos



**Imagen 19: Mezclador mecánico**

Fuente: Consultor

#### **5.5.6 FLOCULADOR DE FLUJO VERTICAL**

#### **CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL FLOCULADOR**

Uno de los principales parámetros de diseño del floculador es el tiempo de retención y las velocidades en cada compartimiento, a fin de lograr la formación rápida de los flocs y no permitir en este proceso la precipitación o flotación de los mismos.

#### **TAMAÑO DEL FLOCULADOR**

Largo:	4,50m
Ancho:	3,00m
Alto:	3,00m

**VOLUMEN:** 4,50m x 3,00m x 3,00m = 40,50m<sup>3</sup>



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

TIEMPO DE PERMANENCIA TOTAL:

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{40.50\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 1.500\text{seg} \sim 25\text{minutos}$$

***NORMA: El tiempo de permanencia ideal va desde los 22 a 27 minutos, por lo cual el diseño cumple.***

TAMAÑO DE CADA COMPARTIMIENTO DEL FLOCULADOR

Largo: 0.75m

Ancho: 0.75m

Alto: 3,00m

VOLUMEN: 0.75m x 0.75m x 3,00m = 1.68m<sup>3</sup>

TIEMPO DE PERMANENCIA EN CADA COMPARTIMIENTO:

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{1.6875\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 62.5\text{seg} \sim 1.04\text{minutos}$$

***NORMA: El tiempo de permanencia ideal va desde los 1 a 1.2 minutos, por lo cual el diseño cumple.***

VELOCIDAD DEL AGUA:

Qm<sup>3</sup>/s = 27lps = 0.027m<sup>3</sup>/s

Sm<sup>2</sup> = 0.56 m<sup>2</sup>

$$\text{Vel} = \frac{Q\text{m}^3/\text{s}}{S\text{m}^2} = \frac{0.027}{0.56} = 0.0482\text{m} \sim 48,21\text{mm}$$

***NORMA: La velocidad ideal del flujo a fin de no romper el floc va desde los 45 a los 55 mm/s, por lo tanto el diseño cumple este parámetro***



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

CÁMARA DE PRE-SEDIMENTACION SECUNDARIA (ECUALIZADOR)

Pre-sedimentador secundario para ecualizar la velocidad de ingreso de agua al sedimentador.

- Purgas de evacuación de lodos de 4"
- Tubería colectora de 4", matriz de 6", de tubería de vapor de agua sin costura de cedula 20

*Volumen de Cámara de pre sedimentación*

$$\text{Vol.} = L \times A \times H$$

$$\text{Vol.} = 0,38 \times 3 \times 3$$

$$\text{Vol.} = 3,42 \text{ m}^3$$

*Tiempo de Permanencia en el pre sedimentador*

$$T = \frac{\text{Volumen}}{\text{Caudal}}$$

$$T = \frac{3,42 \text{ m}^3}{0.027}$$

$$T = 126.6 \text{ segundos} = 2,11 \text{ minutos}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{Q}{S}$$

$$\text{Sección} = 0,38 \times 3 = 1,14$$

$$\text{Velocidad} = \frac{0.027}{1.14}$$

$$\text{Velocidad} = 23,68 \text{ mm/seg.}$$



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

### **5.5.7 SEDIMENTACIÓN DE ALTA TAZA**

Sedimentador de flujo ascendente con velocidad ecualizada de 1,2mm/s, con sistema recolector de lodos con pantallas colocadas a 60 grados, y evacuación de lodos con aprovechamiento de carga hidráulica.

### **CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL SEDIMENTADOR**

Para una eficaz sedimentación se considera una velocidad ascensional de 1.2 a 1.4 mm/s apoyado por seditubos de ABS cuya función es ecualizar la velocidad ascensional garantizando así la precipitación efectiva de los flocs.

#### **TAMAÑO DEL SEDIMENTADOR**

Largo: 7.5m

Ancho: 3.00m

Alto: 3.00m

VOLUMEN: 7.50m x 3,00m x 3,00m = 67,50m<sup>3</sup>

#### **TIEMPO DE PERMANENCIA EN EL SEDIMENTADOR**

$$t = \frac{\text{Vol}}{Q} = \frac{67.5\text{m}^3}{0.027\text{m}^3/\text{s}} = 2500\text{seg} \sim 41.6\text{minutos}$$

***NORMA:*** El tiempo de permanencia ideal es  $\geq$  a 25minutos, por lo cual el diseño cumple.

#### **VELOCIDAD ASCENCIONAL**

$$\text{Vel} = \frac{Q\text{m}^3/\text{s}}{S\text{m}^2} = \frac{0.027}{7.5 \times 3} = 0.0012\text{m}/\text{s} \sim 1.2\text{mm}/\text{s}$$

***NORMA:*** La velocidad adecuada para permitir la decantación de los flocs debe ser  $\leq$  a 1.4mm/s, por lo cual este diseño cumple.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

El sedimentador para mejorar su eficiencia debe disponer de módulos de las siguientes características

- Módulos de sedimentación acelerada de ABS (Acrilo nitrilo butadieno estireno) de 0,7 mm de espesor, con celdas cuadradas de 5 x 5 cm de 53 cm de alto en color BLANCO.



**Imagen 20: Sedimentador**

Fuente: Consultor

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS CANALES DE RECOLECCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA**

A continuación se realiza el chequeo hidráulico de las canaletas de recolección de aguas sedimentadas. Se busca garantizar que las canaletas recolectoras tengan la sección adecuada que permita transportar el caudal recolectado a flujo libre.

$$H_m = (73 * q / b)^{(2/3)}$$

Número de canales =	2	unidades
Caudal por canales =	12.5	litros por segundo
Longitud de canales =	7.5	metros
Caudal por metro de vertedero =	1.66 l / sg * m,	no producen arrastre de flóculos
Ancho de la canaleta =	40.00	cm



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

Calculando tenemos:

hm =	30	cm	Altura del agua dentro de la Canaleta
Borde libre =	5.00	cm	
Altura total de la canaleta =	35.00	cm	

- *Chequeo de caudal y altura en vertederos (2 canaletas)*

Número de vertederos (Nv) = 480

*Calculo de Caudal por cada vertedero (Qv)*

$$Q_v = \frac{Q_t}{\# \text{ vertederos}}$$

En donde:

Qv = caudal del vertedero

Qt = caudal total de producción de agua

$$Q_v = \frac{27 \text{ l/sg}}{480} = 0.056 \text{ l/sg}$$

- *Cálculo de la altura del agua en el vertedero*

$$H = \left( \frac{Q_v \left( \frac{1}{\text{sg}} \right)}{f_1} \right) f_2$$

En donde:

H = altura

Qv = caudal en vertedero (l/sg)

F1 = factor desbordamiento (1.4)

F2 = factor de desnivel (2/5)

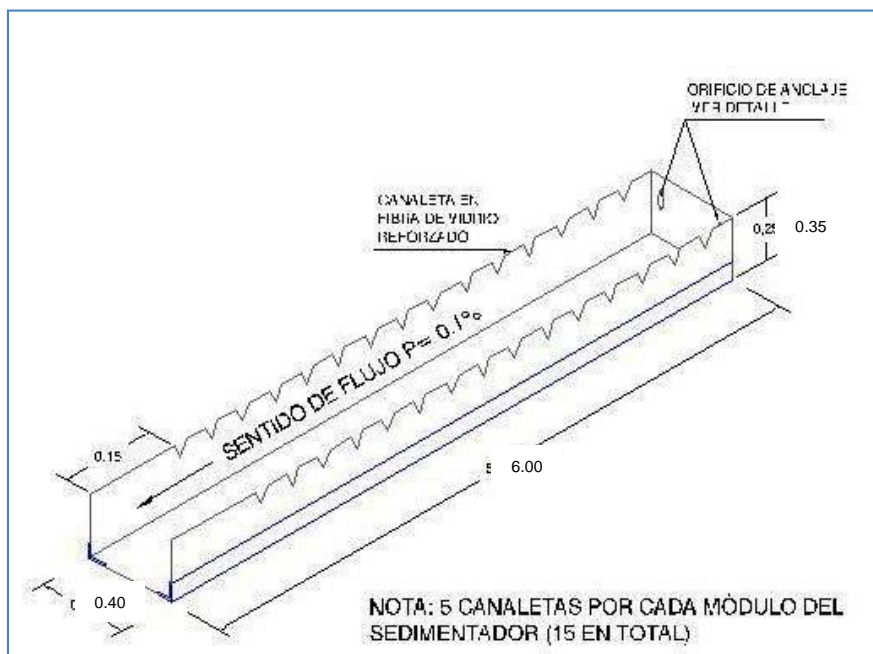


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

$$H = \left( \frac{0.04 \left( \frac{1}{sg} \right)}{1.4} \right)^{2/5}$$

$$H = 0.03m$$

El vertedero tiene una altura de 0.05m y la altura del espejo de agua va a ser de 0.03m por lo que no queda ahogado.



**Imagen 21: Esquema canaleta del sedimentador**

Fuente: Consultor

## FILTRACIÓN

Filtro rápido de flujo descendente de las siguientes características:

- 1 Filtros subdividido en 2 secciones
- Ingreso de agua al filtro.
- Mantos filtrantes de las siguientes granulometrías:



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

- Lecho inferior de soporte: Sílice: 1,4 2,00mm (tamaño).
- Lecho superior: Sílice: 0,85 1,4mm (tamaño).
- Zeolita
- Colector interior con tubería de 1 ½" de PVC con ranuras de 0,6mm de ancho.
- Matriz de evacuación
- Estabilización de nivel de agua en el filtro, para lograr así que el agua se precipite desde la "flauta aireadora" de entrada nunca caiga en la arena directamente sino en el agua que está a nivel de 0,10m arriba del sílice.
- Purgador para vaciado de filtro.

El filtro consta de 2 compartimientos iguales e independientes, la rata de filtración para los filtros descendentes es de 2l/s/m<sup>3</sup> a 2.5l/s/m<sup>3</sup>.

### **CALCULOS HIDRÁULICOS DEL FILTRO**

#### **TAMAÑO DEL FILTRO**

Largo: 4.50m

Ancho: 3.00m

Alto: 3.00m

**VOLUMEN DEL FILTRO:** 4.50 x 3.00 x 3.00: 40.5m<sup>3</sup>

#### **\* Cálculo de la Rata de filtración**

Para verificar que la rata de filtración sea la correcta, aplicaremos la siguiente formula:

$$r = Q \text{ (m}^3\text{s)} / S \text{ (m}^2\text{)}$$

En donde:

r = rata de filtración

Q = Caudal total de producción (m<sup>3</sup>/s)

S = Sección (m<sup>2</sup>)





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Aplicando la fórmula, tenemos:

$$S = \text{Largo} \times \text{ancho}$$

$$S = 4.5 \times 3.0 \quad S = 13.5 \text{ m}^2$$

$$r = 0,027 \text{ m}^3/\text{seg.} / 13.5 = 0,002 \text{ m}^3 / \text{seg} / \text{m}^2 = 2.00 \text{ litros} / \text{seg} / \text{m}^2$$

**NORMA:** La rata de filtración ideal para filtros atmosféricos con sistemas de regeneración mecánica (retrolavado) debe ser  $\leq 2.2$  litros/seg/m<sup>2</sup>., por lo cual el diseño propuesto cumple.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE COMPARTIMIENTOS DEL FILTRO (NCF)

$$NCF = \text{cte.} \times \sqrt{Qm^3/\text{día}}$$

$$\text{cte.: } 0.04$$

$$Qm^3/s = 271\text{ps} = 0.027\text{m}^3/s = 1.62\text{m}^3/\text{min} = 97.2\text{m}^3/\text{h} = 2332.8\text{m}^3/\text{d}$$

$$NCF = 0,04 \times \sqrt{2332.8} = 1.93$$

Por recomendación en los sistemas de tratamiento de agua potable y por protección en caso de presentarse algún inconveniente con unos de los filtros este diseño dispone de dos compartimientos de filtración.

Mantos filtrantes:

ESTRUCTURA DE FILTROS RAPIDOS ATMOSFERICOS DESCENDENTES					
Coliformes	<b>Turbiedad</b>	$\leq 50$	$\leq 200$	$\leq 400$	$\leq 800$
	<b>Color</b>	$\leq 20$	<b>20 - 20</b>	<b>30 - 40</b>	$\leq 100$
N/A	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	10	50
	zeolita	N/A	N/A	N/A	N/A
$\leq 500$	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

	zeolita	10	10	10	10
500 - 10000	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	50
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50
	zeolita	20	20	20	20
10000- 20000	sílice 1,4 - 2,2	40	40	40	40
	sílice 0,8 - 1,14	30	35	40	50
	zeolita	50	50	50	50

**Tabla 19: Filtros y niveles de turbiedad**

Fuente: Consultor

DISTRIBUIDOR

Ubicado al exterior del filtro, este direcciona el agua filtrada por medio de válvulas convenientemente ubicadas hacia el tubo colector principal el cual se comunica al tanque de reserva.

RETRO-LAVADO MECÁNICO

Tiempo de retro-lavado = 2 - 3 minutos en cada filtro

Cantidad de agua requerida = 2% de la capacidad de la Planta

Numero de retro lavados por día MAXIMO 2

Sistema de retro lavado que contiene:

- Tubería de alta presión
- Válvulas de control

***Volumen de agua requerida para cada retro lavado***

*Tiempo de retro lavado = 2 minutos*

*Volumen de agua requerido en dos minutos: 27 l/seg x 60 x 2*

*Volumen de agua requerido = 3240 litros*

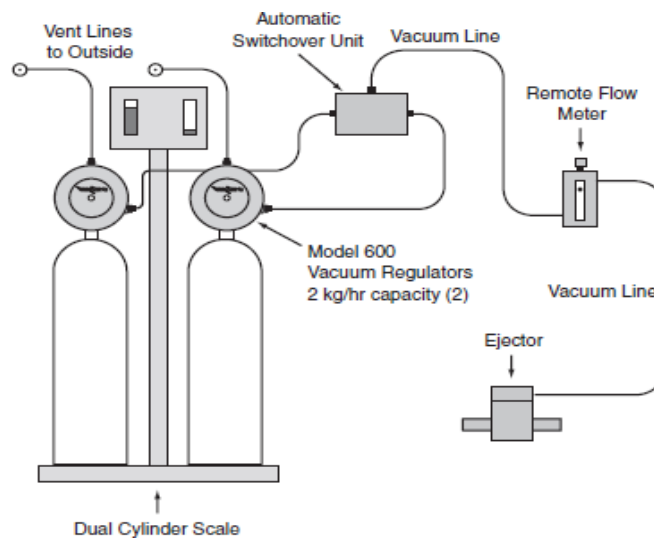


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**5.5.8 DESINFECCIÓN PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

La desinfección deberá ser mediante el sistema de cloro gas para lo cual se debe disponer de:

- 6 Cilindros de 68 Kg. (nuevos)
- 2 Sistema de inyección y dosificación de cloro gas con swich over
- 2 Balanza electrónica de 300 Kg.
- 2 Bomba de 1 HP
- 2 Manómetros de glicerina



**Imagen 22: Tanques de desinfección**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---



**Imagen 23: Regulador Vacuum**

Fuente: Consultor

DOSIFICACIÓN PRODUCTOS QUIMICOS

La dosificación de estos productos, está sujeta al ensayo de jarras, sin embargo la experiencia dice que la preparación (concentración) y dosis óptimas, son las que se detallan a continuación:

<b>Productos químicos</b>	<b>Usos</b>	<b>Preparación de la solución</b>	<b>Dosificación de la solución</b>
<b>Poli cloruro de aluminio</b>	Coagulante	100 kg de pac solido en 500 litros de agua	0,025 ml en 1 Lt de agua (25 ppm)
<b>Regulador de PH (hidróxido de sodio)</b>	Nivelador de pH	50 kg de regulador de ph solido en 500 litros de agua	0,015 ml en 1 Lt de agua (15 ppm)
<b>Hipoclorito de calcio</b>	Desinfectante	Briquetas de aplicación directa	0,0030 ml en 1 Lt de agua ( 3 ppm)

**Tabla 20: Tablas de quimicos para la planta**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Capacidad de dosificación requerida:

**Para Coagulante:**

$$\frac{0.025 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 2,43 \text{ Lts hora}$$

**Para nivelador de Ph:**

$$\frac{0.015 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 1,45 \text{ Lts hora}$$

**Para Desinfectante:**

$$\frac{0.003 \text{ ppm}}{1 \text{ Lt de agua}} \times \frac{27 \text{ litros de agua cruda}}{1 \text{ segundo}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 0,29 \text{ Lts hora}$$

**6. RESERVA**

Calceta, disponen de dos (2) tanques de reserva en operación , y uno fuera de servicio, abastecido directamente desde la planta de la mancomunidad, estos están ubicados en puntos altos, uno ubicado en el centro de la ciudad sector los Ceibos (calle Tranquilino Montesdeoca entre calle Calderón y avenida Simón David Velásquez por el sector del cementerio municipal, el cual tiene una capacidad de 1,000m<sup>3</sup>), también se dispone en el sitio ya mencionado , un tanque metálico elevado, con una capacidad de 1,200m<sup>3</sup> ,y otro ubicado en la vía la el cantón Tosagua, en el kilómetro 3 ½ y tiene una capacidad de 1,500 m<sup>3</sup>.

Se plantea una cisterna de 500m<sup>3</sup> para el almacenamiento, y posteriormente la distribución hacia la ciudad, también se tiene previsto la implementación de un tanque nuevo de 1,500m<sup>3</sup> ubicado en los Ceibos (el sector de calle Tranquilino Montesdeoca entre calle Calderón y avenida Simón David Velásquez por el sector del cementerio municipal) , que reemplazara a un tanque de 1000m<sup>3</sup> existente (en mal estado).



"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"

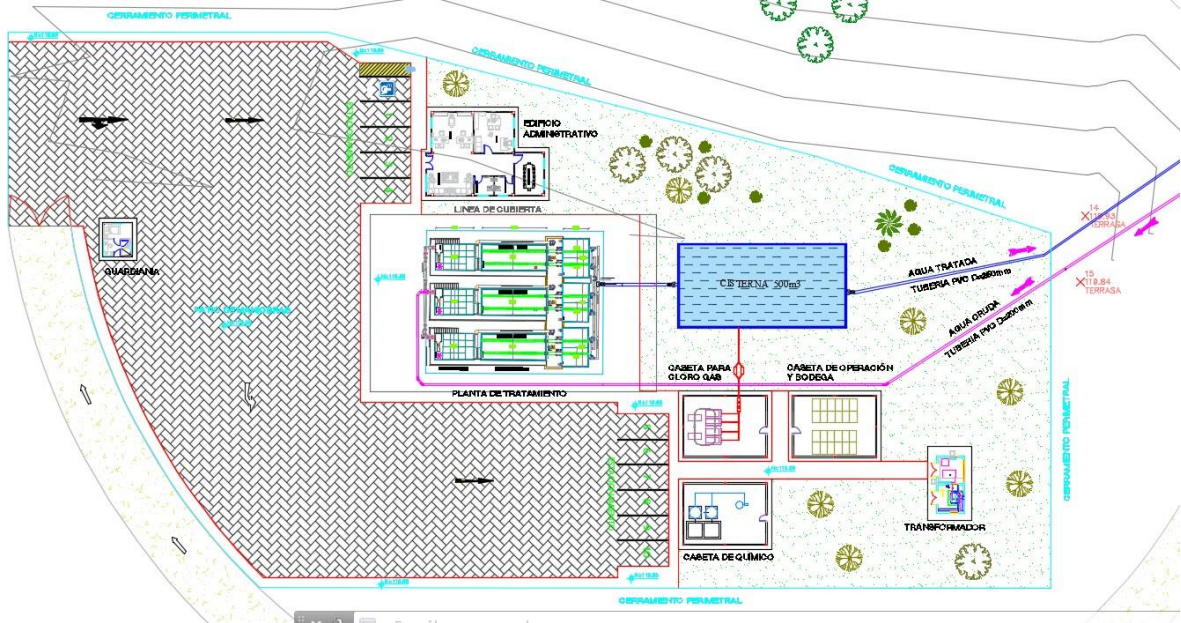


Imagen 24: Tanque Planta de tratamiento 500 m3

Fuente: Consultor

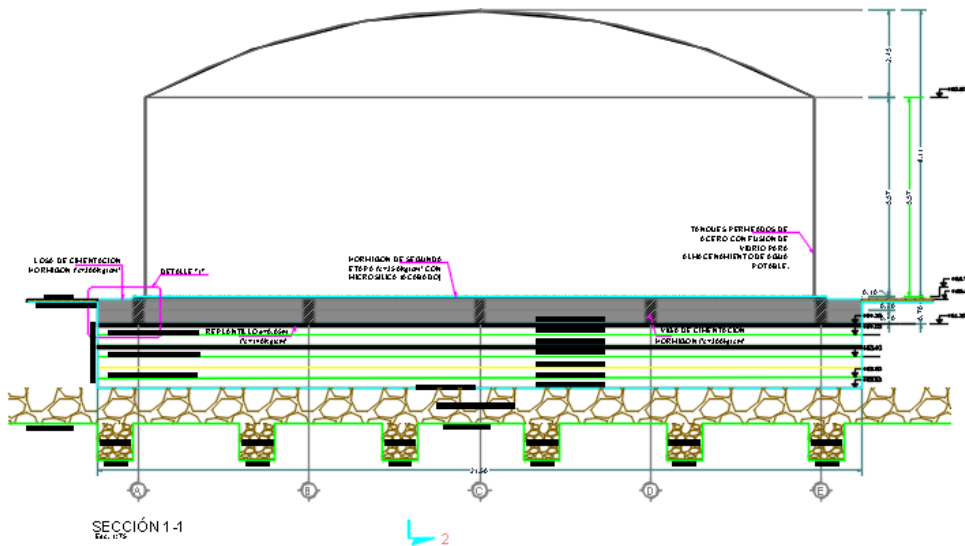


Imagen 25. Tanque de 1500m3

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

### 6.1 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Se ha procedido a realizar las simulaciones con escenarios diferentes en el programa Watercad. Las redes de distribución hacia la ciudad como diseño definitivo está concebida con la ubicación de los tanques de reserva existentes (1,500 m<sup>3</sup>) y proyectados (1,500 m<sup>3</sup>).

La línea de impulsión hacia la ciudad es de 250mm y las presiones estimadas son de 10 – 70 mca, cumpliendo con las normativas de diseños.

Los resultados de estas simulaciones hidráulicas que nos permite observar las presiones de servicio, diámetros, velocidades, entre otros parámetros hidráulicos, se adjuntan como anexos a la presente memoria técnica.

Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Material	Velocity (m/s)	Hazen-Williams C	Headloss Gradient (m/m)
P-1	30	250,0	PVC	1,75	150,0	0,009
P-2	87	250,0	PVC	1,74	150,0	0,009
P-3	55	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-4	101	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-5	82	250,0	PVC	1,73	150,0	0,009
P-6	33	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-7	43	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-8	18	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-9	19	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-10	23	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-11	21	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-12	19	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-13	21	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-14	14	250,0	PVC	1,72	150,0	0,009
P-15	31	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-16	21	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-17	45	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-18	20	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-19	16	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-20	27	250,0	PVC	1,71	150,0	0,009
P-21	29	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-22	16	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-23	21	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-24	23	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-25	28	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-26	34	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-27	26	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-28	24	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-29	10	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-30	12	250,0	PVC	1,70	150,0	0,009
P-31	12	250,0	PVC	1,69	150,0	0,009
P-32	27	250,0	PVC	1,69	150,0	0,009
P-33	20	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-34	17	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-35	22	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-36	9	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-37	9	250,0	PVC	1,69	150,0	0,008
P-38	13	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-39	5	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-40	9	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-41	9	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-42	24	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-43	17	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-44	7	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-45	5	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-46	18	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-47	20	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-48	26	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-49	7	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-50	22	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-51	8	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-52	6	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-53	8	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-54	13	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-55	23	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-56	19	250,0	PVC	1,68	150,0	0,008
P-57	16	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-58	44	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-59	51	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-60	55	250,0	PVC	1,67	150,0	0,008
P-61	228	250,0	PVC	1,66	150,0	0,008
P-62	84	250,0	PVC	1,65	150,0	0,008
P-63	105	250,0	PVC	1,64	150,0	0,008
P-64	57	250,0	PVC	1,63	150,0	0,008
P-65	25	250,0	PVC	1,63	150,0	0,008
P-66	103	250,0	PVC	1,62	150,0	0,008
P-67	79	250,0	PVC	1,61	150,0	0,008
P-68	39	250,0	PVC	1,61	150,0	0,008
P-69	185	250,0	PVC	1,60	150,0	0,008
P-70	38	250,0	PVC	1,59	150,0	0,008
P-71	30	250,0	PVC	1,59	150,0	0,008
P-72	38	250,0	PVC	1,58	150,0	0,008
P-73	40	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-74	14	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-75	14	250,0	PVC	1,58	150,0	0,007
P-76	13	250,0	PVC	1,57	150,0	0,007
P-77	107	250,0	PVC	1,57	150,0	0,007
P-78	24	250,0	PVC	1,56	150,0	0,007
P-79	22	250,0	PVC	1,56	150,0	0,007
P-80	33	250,0	PVC	1,55	150,0	0,007
P-81	70	250,0	PVC	1,55	150,0	0,007
P-82	241	250,0	PVC	1,53	150,0	0,007
P-83	97	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-84	49	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-85	34	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-86	46	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-87	29	250,0	PVC	1,52	150,0	0,007
P-88	44	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-89	22	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-90	40	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-91	12	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-92	13	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-93	23	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-94	12	250,0	PVC	1,51	150,0	0,007
P-95	24	250,0	PVC	1,50	150,0	0,007
P-96	158	250,0	PVC	1,50	150,0	0,007
P-97	22	250,0	PVC	1,49	150,0	0,007
P-98	49	250,0	PVC	1,48	150,0	0,007
P-99	80	250,0	PVC	1,47	150,0	0,007
P-100	26	250,0	PVC	1,46	150,0	0,006
P-101	204	250,0	PVC	1,43	150,0	0,006
P-102	99	250,0	PVC	1,42	150,0	0,006
P-103	92	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-104	58	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-105	13	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-106	15	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-107	44	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-108	32	250,0	PVC	1,41	150,0	0,006
P-109	60	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-110	50	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-111	27	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-112	31	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-113	28	250,0	PVC	1,40	150,0	0,006
P-114	20	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-115	21	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-116	42	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-117	116	250,0	PVC	1,39	150,0	0,006
P-118	166	250,0	PVC	1,37	150,0	0,006
P-119	43	250,0	PVC	1,36	150,0	0,006
P-120	47	250,0	PVC	1,34	150,0	0,006
P-121	53	250,0	PVC	1,32	150,0	0,005
P-122	158	250,0	PVC	1,31	150,0	0,005
P-123	64	250,0	PVC	1,31	150,0	0,005
P-124	52	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-125	58	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-126	48	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-127	61	250,0	PVC	1,30	150,0	0,005
P-128	45	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-129	24	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-130	31	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-131	17	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-132	28	250,0	PVC	1,29	150,0	0,005
P-133	1.047	250,0	PVC	1,21	150,0	0,005
P-134	63	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-135	79	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-136	68	250,0	PVC	1,16	150,0	0,004
P-137	163	250,0	PVC	1,15	150,0	0,004
P-138	349	250,0	PVC	1,13	150,0	0,004
P-139	84	250,0	PVC	1,08	150,0	0,004
P-140	64	250,0	PVC	1,05	150,0	0,004
P-141	253	250,0	PVC	1,03	150,0	0,003
P-142	82	250,0	PVC	1,03	150,0	0,003
P-143	202	250,0	PVC	1,02	150,0	0,003
P-144	306	250,0	PVC	1,01	150,0	0,003



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-145	456	250,0	PVC	0,97	150,0	0,003
P-146	86	250,0	PVC	0,91	150,0	0,003
P-147	83	250,0	PVC	0,86	150,0	0,002
P-148	91	250,0	PVC	0,81	150,0	0,002
P-149	84	250,0	PVC	0,78	150,0	0,002
P-150	120	250,0	PVC	0,77	150,0	0,002
P-151	226	250,0	PVC	0,75	150,0	0,002
P-152	60	250,0	PVC	0,74	150,0	0,002
P-153	85	250,0	PVC	0,74	150,0	0,002
P-154	90	250,0	PVC	0,73	150,0	0,002
P-155	167	250,0	PVC	0,73	150,0	0,002
P-156	205	250,0	PVC	0,71	150,0	0,002
P-157	64	250,0	PVC	0,71	150,0	0,002
P-158	68	250,0	PVC	0,70	150,0	0,002
P-159	764	250,0	PVC	0,68	150,0	0,002
P-160	98	250,0	PVC	0,63	150,0	0,001
P-161	65	250,0	PVC	0,62	150,0	0,001
P-162	74	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-163	40	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-164	56	250,0	PVC	0,61	150,0	0,001
P-165	61	250,0	PVC	0,60	150,0	0,001
P-166	418	250,0	PVC	0,58	150,0	0,001
P-167	184	250,0	PVC	0,55	150,0	0,001
P-168	120	250,0	PVC	0,50	150,0	0,001
P-169	99	250,0	PVC	0,46	150,0	0,001
P-170	94	250,0	PVC	0,44	150,0	0,001
P-171	125	250,0	PVC	0,43	150,0	0,001
P-172	66	250,0	PVC	0,42	150,0	0,001
P-173	96	250,0	PVC	0,41	150,0	0,001
P-174	125	250,0	PVC	0,38	150,0	0,001
P-175	129	250,0	PVC	0,37	150,0	0,000
P-176	94	250,0	PVC	0,35	150,0	0,000
P-177	79	250,0	PVC	0,35	150,0	0,000
P-178	58	250,0	PVC	0,34	150,0	0,000
P-179	95	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-180	85	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-181	123	250,0	PVC	0,33	150,0	0,000
P-182	475	250,0	PVC	0,30	150,0	0,000
P-183	40	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-184	32	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-185	20	250,0	PVC	0,29	150,0	0,000
P-186	21	250,0	PVC	0,28	150,0	0,000
P-187	48	250,0	PVC	0,28	150,0	0,000
P-188	30	250,0	PVC	0,27	150,0	0,000
P-189	82	250,0	PVC	0,27	150,0	0,000
P-190	283	250,0	PVC	0,26	150,0	0,000
P-191	55	250,0	PVC	0,26	150,0	0,000
P-192	24	250,0	PVC	0,24	150,0	0,000
P-194	21	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-195	30	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-196	29	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-197	47	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-198	59	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-199	83	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000
P-200	47	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-201	62	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-202	74	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-203	56	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-204	49	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-205	21	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-206	6	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-224	96	250,0	PVC	0,23	150,0	0,000
P-225	19	250,0	PVC	0,23	150,0	0,000
P-226	12	250,0	PVC	0,22	150,0	0,000
P-227	35	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-228	25	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-229	21	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-230	25	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-231	32	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-232	65	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-233	115	250,0	PVC	0,20	150,0	0,000
P-234	71	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-235	67	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-236	55	250,0	PVC	0,19	150,0	0,000
P-237	36	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-238	38	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-239	33	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-240	19	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-241	44	250,0	PVC	0,18	150,0	0,000
P-242	42	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-243	65	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-244	92	250,0	PVC	0,17	150,0	0,000
P-245	36	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-246	26	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-247	37	250,0	PVC	0,16	150,0	0,000
P-248	87	250,0	PVC	0,15	150,0	0,000
P-249	82	250,0	PVC	0,14	150,0	0,000
P-250	106	250,0	PVC	0,14	150,0	0,000
P-251	36	250,0	PVC	0,13	150,0	0,000
P-252	35	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-253	63	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-254	85	250,0	PVC	0,12	150,0	0,000
P-255	33	250,0	PVC	0,11	150,0	0,000
P-256	52	250,0	PVC	0,11	150,0	0,000
P-257	78	250,0	PVC	0,10	150,0	0,000
P-258	92	250,0	PVC	0,10	150,0	0,000
P-259	308	250,0	PVC	0,08	150,0	0,000
P-260	37	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-261	38	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-262	28	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-263	110	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-264	24	250,0	PVC	0,07	150,0	0,000
P-265	197	250,0	PVC	0,06	150,0	0,000
P-266	106	250,0	PVC	0,05	150,0	0,000
P-267	25	250,0	PVC	0,05	150,0	0,000
P-268	311	250,0	PVC	0,04	150,0	0,000
P-269	93	250,0	PVC	0,04	150,0	0,000
P-270	375	250,0	PVC	0,03	150,0	0,000
P-271	241	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000
P-272	390	250,0	PVC	0,01	150,0	0,000



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

P-273	68	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-274	46	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-275	51	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-276	50	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-278	20	250,0	PVC	0,00	150,0	0,000
P-279	40	250,0	PVC	0,24	150,0	0,000
P-280	16	250,0	PVC	0,02	150,0	0,000

**Tablas 21:** Reportes Watercad , longitud,diámetro,velocidad coeficiente Hazen-Williams, Gradiente hidráulico

**Fuente:** Consultor

Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-1	118,00	0,5127	118,73	1
J-2	105,02	0,0519	117,96	13
J-3	94,65	0,0934	117,47	23
J-4	80,06	0,2789	116,57	36
J-5	70,54	0,1886	115,85	45
J-6	68,23	0,0157	115,56	47
J-7	67,76	0,0447	115,18	47
J-8	67,63	0,1819	115,02	47
J-9	65,35	0,0499	114,85	49
J-10	64,63	0,0173	114,66	50
J-11	63,75	0,0067	114,48	51
J-12	62,26	0,0056	114,31	52
J-13	59,45	0,0103	114,13	55
J-14	57,35	0,2556	114,01	57
J-15	54,76	0,0818	113,74	59
J-16	53,16	0,0289	113,56	60
J-17	48,13	0,0593	113,17	65
J-18	46,07	0,0602	112,99	67
J-19	44,43	0,0552	112,85	68
J-20	42,41	0,0327	112,62	70
J-21	40,97	0,0204	112,37	71
J-22	40,02	0,0237	112,24	72
J-23	39,12	0,0449	112,06	73
J-24	37,60	0,0463	111,85	74
J-25	36,91	0,0733	111,61	75
J-26	36,56	0,1566	111,32	75
J-27	35,62	0,0447	111,10	75
J-28	35,06	0,0240	110,90	76
J-29	34,88	0,0322	110,81	76
J-30	34,26	0,0358	110,71	76
J-31	34,79	0,0562	110,60	76
J-32	34,78	0,1990	110,37	75
J-33	33,57	0,0374	110,20	76
J-34	33,00	0,0256	110,05	77
J-35	33,80	0,0950	109,87	76
J-36	34,09	0,0552	109,79	76



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

J-37	33,96	0,0161	109,72	76
J-38	34,00	0,0100	109,61	75
J-39	34,00	0,0074	109,57	75
J-40	33,94	0,0776	109,49	75
J-41	33,89	0,0160	109,42	75
J-42	33,71	0,0285	109,22	75
J-43	33,58	0,0584	109,08	75
J-44	33,59	0,0094	109,02	75
J-45	33,50	0,0126	108,97	75
J-46	33,61	0,0157	108,82	75
J-47	33,24	0,0287	108,65	75
J-48	33,08	0,0139	108,43	75
J-49	33,07	0,0181	108,37	75
J-50	33,02	0,0109	108,18	75
J-51	33,11	0,0193	108,11	75
J-52	33,09	0,0041	108,06	75
J-53	33,00	0,0084	108,00	75
J-54	33,52	0,0816	107,89	74
J-55	34,00	0,0172	107,70	74
J-56	34,00	0,0842	107,54	73
J-57	34,00	0,0767	107,41	73
J-58	34,09	0,2168	107,04	73
J-59	34,00	0,1453	106,62	72
J-60	34,00	0,2589	106,16	72
J-61	35,53	0,5608	104,29	69
J-62	38,31	0,5192	103,61	65
J-63	37,00	0,4097	102,77	66
J-64	36,00	0,1524	102,32	66
J-65	36,00	0,2691	102,13	66
J-66	36,00	0,3729	101,31	65
J-67	36,00	0,2259	100,70	65
J-68	36,00	0,4998	100,40	64
J-69	34,57	0,5206	98,99	64
J-70	33,50	0,1198	98,70	65
J-71	32,59	0,1475	98,47	66
J-72	32,39	0,1701	98,19	66
J-73	32,34	0,0888	97,89	65
J-74	32,34	0,0821	97,79	65
J-75	32,24	0,0794	97,68	65
J-76	32,24	0,2503	97,59	65
J-77	32,22	0,3491	96,80	64
J-78	31,98	0,0974	96,62	65
J-79	31,99	0,3078	96,46	64
J-80	31,87	0,3363	96,22	64
J-81	31,18	0,7075	95,71	64
J-82	32,17	0,4805	94,01	62
J-83	33,57	0,1348	93,33	60
J-84	34,87	0,0672	92,99	58
J-85	35,74	0,0652	92,75	57
J-86	36,87	0,0641	92,43	55
J-87	37,54	0,0867	92,23	55
J-88	37,97	0,0840	91,92	54



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>J-89</b>	38,44	0,0733	91,77	53
<b>J-90</b>	39,24	0,0678	91,49	52
<b>J-91</b>	39,46	0,0538	91,41	52
<b>J-92</b>	39,68	0,0648	91,32	52
<b>J-93</b>	39,92	0,0475	91,16	51
<b>J-94</b>	40,11	0,0551	91,08	51
<b>J-95</b>	40,53	0,2884	90,92	50
<b>J-96</b>	41,01	0,3207	89,84	49
<b>J-97</b>	41,43	0,4544	89,70	48
<b>J-98</b>	41,90	0,7165	89,37	47
<b>J-99</b>	45,26	0,5817	88,85	43
<b>J-100</b>	47,12	1,1163	88,68	41
<b>J-101</b>	53,00	0,6720	87,40	34
<b>J-102</b>	53,00	0,2885	86,79	34
<b>J-103</b>	52,16	0,1598	86,23	34
<b>J-104</b>	51,73	0,0655	85,88	34
<b>J-105</b>	51,36	0,0348	85,80	34
<b>J-106</b>	51,02	0,0672	85,71	35
<b>J-107</b>	49,60	0,1240	85,44	36
<b>J-108</b>	48,60	0,1270	85,25	37
<b>J-109</b>	46,61	0,1947	84,89	38
<b>J-110</b>	44,80	0,0690	84,59	40
<b>J-111</b>	43,73	0,0666	84,43	41
<b>J-112</b>	42,33	0,0493	84,25	42
<b>J-113</b>	41,29	0,0376	84,08	43
<b>J-114</b>	40,55	0,0619	83,96	43
<b>J-115</b>	39,78	0,0623	83,83	44
<b>J-116</b>	38,33	0,1780	83,58	45
<b>J-117</b>	34,74	0,6666	82,90	48
<b>J-118</b>	34,71	0,7950	81,94	47
<b>J-119</b>	34,89	0,7336	81,70	47
<b>J-120</b>	35,98	0,9446	81,43	45
<b>J-121</b>	36,89	0,6251	81,15	44
<b>J-122</b>	36,36	0,3027	80,31	44
<b>J-123</b>	35,07	0,1248	79,97	45
<b>J-124</b>	34,00	0,1136	79,70	46
<b>J-125</b>	33,24	0,1266	79,39	46
<b>J-126</b>	33,00	0,1148	79,14	46
<b>J-127</b>	33,00	0,0964	78,83	46
<b>J-128</b>	33,32	0,0671	78,60	45
<b>J-129</b>	33,91	0,0703	78,47	44
<b>J-130</b>	35,16	0,0421	78,31	43
<b>J-131</b>	35,85	0,1327	78,22	42
<b>J-132</b>	37,42	3,6823	78,08	41
<b>J-133</b>	28,00	2,4759	73,28	45
<b>J-134</b>	29,34	0,1270	73,02	44
<b>J-135</b>	30,83	0,1203	72,68	42
<b>J-136</b>	32,63	0,2586	72,40	40
<b>J-137</b>	37,24	1,1246	71,72	34
<b>J-138</b>	41,36	2,2608	70,32	29
<b>J-139</b>	40,98	1,4810	70,01	29
<b>J-140</b>	40,83	0,9321	69,78	29



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>J-141</b>	32,97	0,3948	68,92	36
<b>J-142</b>	32,16	0,3853	68,65	36
<b>J-143</b>	31,00	0,5941	67,98	37
<b>J-144</b>	28,18	1,5104	66,98	39
<b>J-145</b>	27,19	3,2762	65,59	38
<b>J-146</b>	28,09	2,5268	65,36	37
<b>J-147</b>	28,51	2,4739	65,16	37
<b>J-148</b>	28,93	1,1555	64,97	36
<b>J-149</b>	29,65	0,8375	64,80	35
<b>J-150</b>	30,15	0,5996	64,56	34
<b>J-151</b>	35,52	0,4487	64,13	29
<b>J-152</b>	37,39	0,3523	64,02	27
<b>J-153</b>	36,04	0,2062	63,87	28
<b>J-154</b>	33,37	0,3262	63,70	30
<b>J-155</b>	34,37	0,5522	63,41	29
<b>J-156</b>	36,46	0,3178	63,05	27
<b>J-157</b>	34,17	0,1853	62,95	29
<b>J-158</b>	30,68	1,2755	62,83	32
<b>J-159</b>	27,28	2,2820	61,64	34
<b>J-160</b>	30,47	0,8137	61,50	31
<b>J-161</b>	33,40	0,2072	61,42	28
<b>J-162</b>	36,40	0,1452	61,33	25
<b>J-163</b>	38,33	0,0899	61,27	23
<b>J-164</b>	41,49	0,1442	61,20	20
<b>J-165</b>	43,00	0,9785	61,13	18
<b>J-166</b>	34,48	1,7582	60,63	26
<b>J-167</b>	27,36	2,3590	60,44	33
<b>J-168</b>	28,42	1,8380	60,33	32
<b>J-169</b>	34,78	1,0883	60,26	25
<b>J-170</b>	40,70	0,6984	60,19	19
<b>J-171</b>	39,65	0,3686	60,11	20
<b>J-172</b>	35,21	0,6120	60,07	25
<b>J-173</b>	30,99	1,2838	60,01	29
<b>J-174</b>	31,86	0,6676	59,94	28
<b>J-175</b>	33,29	0,5700	59,88	27
<b>J-176</b>	31,93	0,4564	59,83	28
<b>J-177</b>	29,47	0,2921	59,80	30
<b>J-178</b>	27,64	0,2261	59,77	32
<b>J-179</b>	25,08	0,2243	59,73	35
<b>J-180</b>	24,00	0,2300	59,70	36
<b>J-181</b>	24,37	1,0110	59,65	35
<b>J-182</b>	22,73	0,8227	59,48	37
<b>J-183</b>	21,71	0,0308	59,47	38
<b>J-184</b>	21,00	0,0987	59,46	38
<b>J-185</b>	21,00	0,3596	59,45	38
<b>J-186</b>	21,94	0,1088	59,44	37
<b>J-187</b>	22,00	0,0646	59,43	37
<b>J-188</b>	24,20	0,0786	59,42	35
<b>J-189</b>	24,79	0,6356	59,40	35
<b>J-190</b>	25,95	0,2104	59,32	33
<b>J-191</b>	24,78	0,0133	59,31	34
<b>J-192</b>	24,87	0,0063	59,30	34





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

<b>J-193</b>	25,55	0,0027	59,31	34
<b>J-194</b>	25,00	0,0051	59,31	34
<b>J-195</b>	24,32	0,0068	59,31	35
<b>J-196</b>	24,23	0,0181	59,31	35
<b>J-197</b>	23,49	0,0495	59,31	36
<b>J-198</b>	23,00	0,0440	59,31	36
<b>J-199</b>	23,51	0,0795	59,31	36
<b>J-200</b>	26,00	0,0756	59,31	33
<b>J-201</b>	32,86	0,0936	59,31	26
<b>J-202</b>	34,83	0,1298	59,31	24
<b>J-203</b>	36,43	0,0375	59,31	23
<b>J-204</b>	40,00	0,0079	59,31	19
<b>J-205</b>	40,00	0,3852	59,31	19
<b>J-206</b>	40,00	0,0369	59,31	19
<b>J-223</b>	26,37	0,0584	59,29	33
<b>J-224</b>	30,48	0,0628	59,27	29
<b>J-225</b>	29,17	0,3943	59,27	30
<b>J-226</b>	29,03	1,0325	59,27	30
<b>J-227</b>	27,83	0,0316	59,26	31
<b>J-228</b>	26,76	0,0846	59,26	32
<b>J-229</b>	26,23	0,0443	59,25	33
<b>J-230</b>	26,00	0,0353	59,25	33
<b>J-231</b>	26,27	0,0600	59,24	33
<b>J-232</b>	33,22	0,1300	59,23	26
<b>J-233</b>	27,06	0,1779	59,22	32
<b>J-234</b>	26,51	0,1409	59,20	33
<b>J-235</b>	32,03	0,1189	59,19	27
<b>J-236</b>	32,65	0,1145	59,19	26
<b>J-237</b>	30,15	0,1370	59,18	29
<b>J-238</b>	29,10	0,0718	59,18	30
<b>J-239</b>	29,50	0,0775	59,17	30
<b>J-240</b>	29,76	0,1082	59,17	29
<b>J-241</b>	29,07	0,1072	59,16	30
<b>J-242</b>	27,11	0,1680	59,16	32
<b>J-243</b>	21,97	0,2483	59,15	37
<b>J-244</b>	21,56	0,2279	59,14	38
<b>J-245</b>	21,88	0,1220	59,14	37
<b>J-246</b>	21,28	0,1322	59,13	38
<b>J-247</b>	20,80	0,2479	59,13	38
<b>J-248</b>	20,13	0,3642	59,12	39
<b>J-249</b>	20,09	0,3988	59,11	39
<b>J-250</b>	20,25	0,3482	59,11	39
<b>J-251</b>	20,52	0,2105	59,10	39
<b>J-252</b>	20,58	0,2078	59,10	38
<b>J-253</b>	20,22	0,2136	59,10	39
<b>J-254</b>	20,47	0,1926	59,09	39
<b>J-255</b>	20,34	0,2237	59,09	39
<b>J-256</b>	20,52	0,1688	59,09	38
<b>J-257</b>	20,47	0,3630	59,08	39
<b>J-258</b>	20,72	0,6977	59,08	38
<b>J-259</b>	21,00	0,4111	59,07	38
<b>J-260</b>	21,00	0,0795	59,07	38





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

J-261	21,00	0,0524	59,07	38
J-262	21,07	0,1145	59,07	38
J-263	21,85	0,1452	59,06	37
J-264	22,46	0,3273	59,06	37
J-265	28,71	0,3050	59,06	30
J-266	34,01	0,2487	59,06	25
J-267	36,40	0,1610	59,06	23
J-268	41,37	0,2993	59,06	18
J-269	45,28	0,5468	59,05	14
J-270	48,27	0,6067	59,05	11
J-271	53,90	0,3753	59,05	5
J-272	54,73	0,2038	59,05	4
J-273	53,86	0,0415	59,05	5
J-274	53,34	0,0337	59,05	6
J-275	53,47	0,0311	59,05	6
J-276	56,37	0,0489	59,05	3
J-278	56,00	0,0000	59,05	3

**Tablas 22:** Reportes Watercad, Nodos, alturas, presiones m.c.a, demandas

**Fuente:** Consultor

### **MEMORIA ESTRUCTURAL DE TAQUE 1500 m<sup>3</sup>**

En el siguiente capítulo se presenta la Memoria de Cálculo Estructural, verificada en el software de análisis estructural Sap2000 v.15.2.1; del Tanque (bajo) de vidrio fusionado al acero utilizado para el almacenamiento de Agua Potable, con una capacidad de 1500m<sup>3</sup> de agua potable.

Para tal efecto se atendió los requerimientos y normas de diseños actuales para garantizar un diseño estable bajo condiciones estáticas y dinámicas.

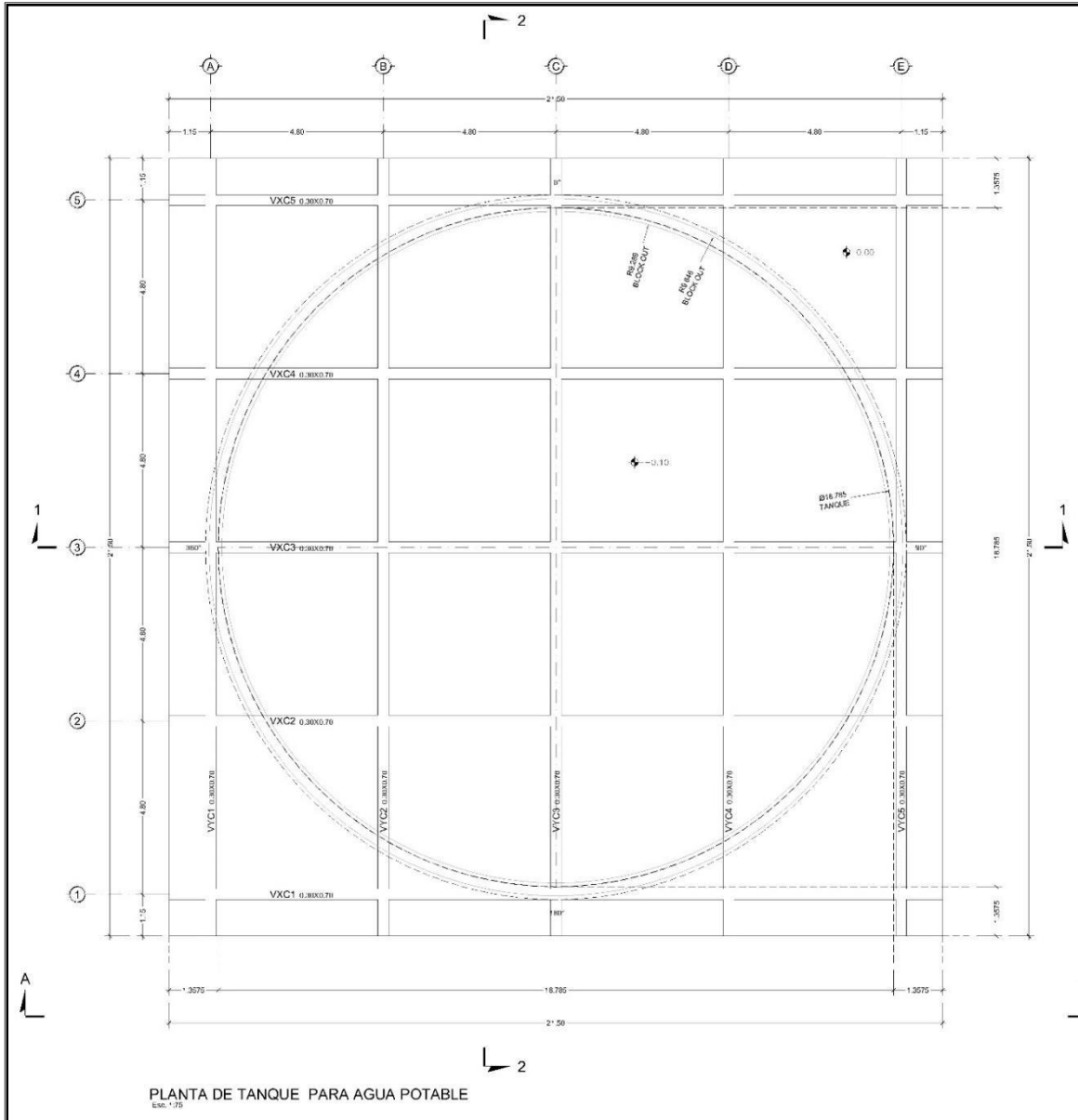
La estructura de cimentación que soportara el Tanque de Vidrio Fusionado al Acero es de forma rectangular, tiene una área de (21.50m x 21.50m = 462.25m<sup>2</sup>), está conformada por 5 Vigas Peraltadas de 30cm x 70cm en Sentido X; 5 Vigas Peraltadas de 30cm x 70cm en Sentido Y, y una Losa maciza de 30cm de espesor que se apoyaran sobre las vigas, tal como se muestra en las figuras 26,27,28



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**6.2 ESQUEMA DEL PROYECTO A DISEÑAR**

En las figuras 26, 27 y 28 muestra la configuración geométrica del Tanque, tanto en planta como en elevación.

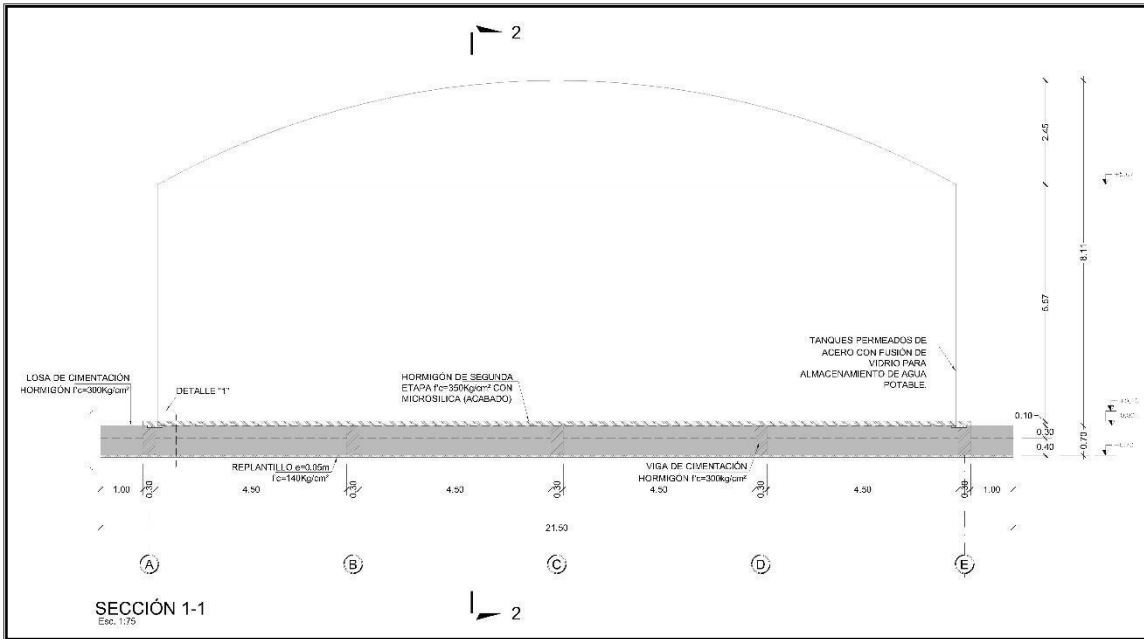


**Imagen 26: Planta de losa de cimentación**

Fuente: Consultor

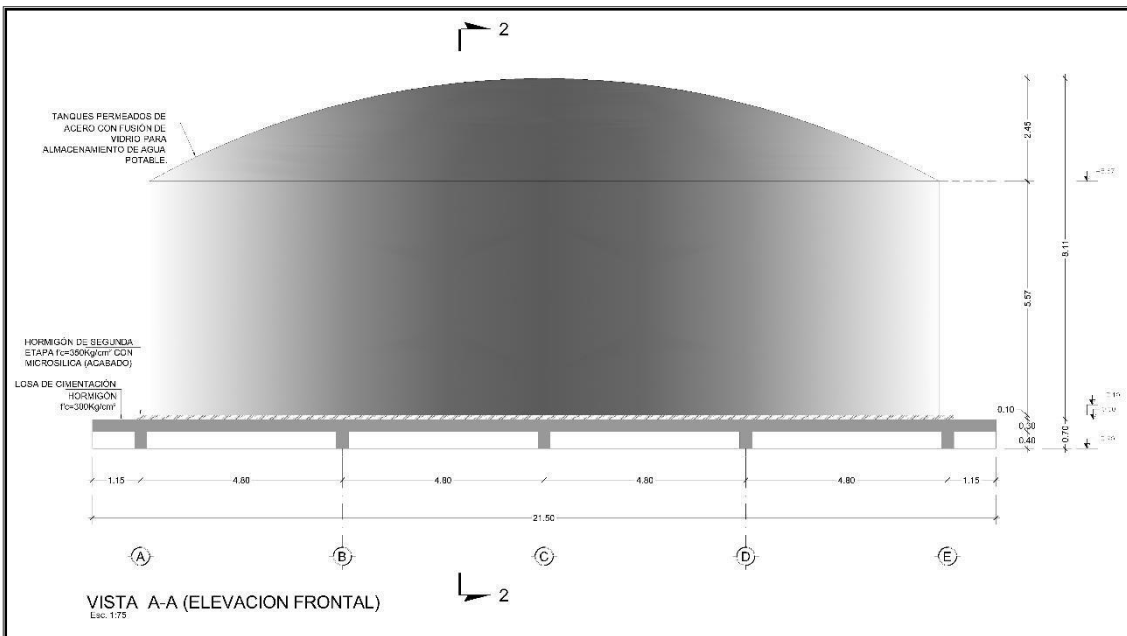


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 27: Sección 1-1**

Fuente: Consultor



**Imagen 28: Vista A-A'**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Para el diseño de la Cimentación se ha creado una combinación de cargas igual a 1.2D+1.6L, lo cual se describe a continuación:

TABLE: Joint Reactions								
Joint	Output Case	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Ton f	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
9	DCON2	Combination	0	0	88,858	25,96705	-25,96705	0
10	DCON2	Combination	0	0	121,327	-1,13052	-34,31489	0
11	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	-7,25E-15	-33,938	0
12	DCON2	Combination	0	0	121,327	1,13052	-34,31489	0
13	DCON2	Combination	0	0	88,858	-25,96705	-25,96705	0
16	DCON2	Combination	0	0	121,327	34,31489	1,13052	0
17	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	-1,78571	1,78571	0
18	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	-4,584E-14	1,79782	0
19	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	1,78571	1,78571	0
20	DCON2	Combination	0	0	121,327	-34,31489	1,13052	0
23	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	33,938	1,6E-14	0
24	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	-1,79782	1,04E-13	0
25	DCON2	Combination	0	0	163,495 1	-2,834E-14	-9,315E-15	0
26	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	1,79782	-5,932E-14	0
27	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	-33,938	1,36E-14	0
30	DCON2	Combination	0	0	121,327	34,31489	-1,13052	0



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

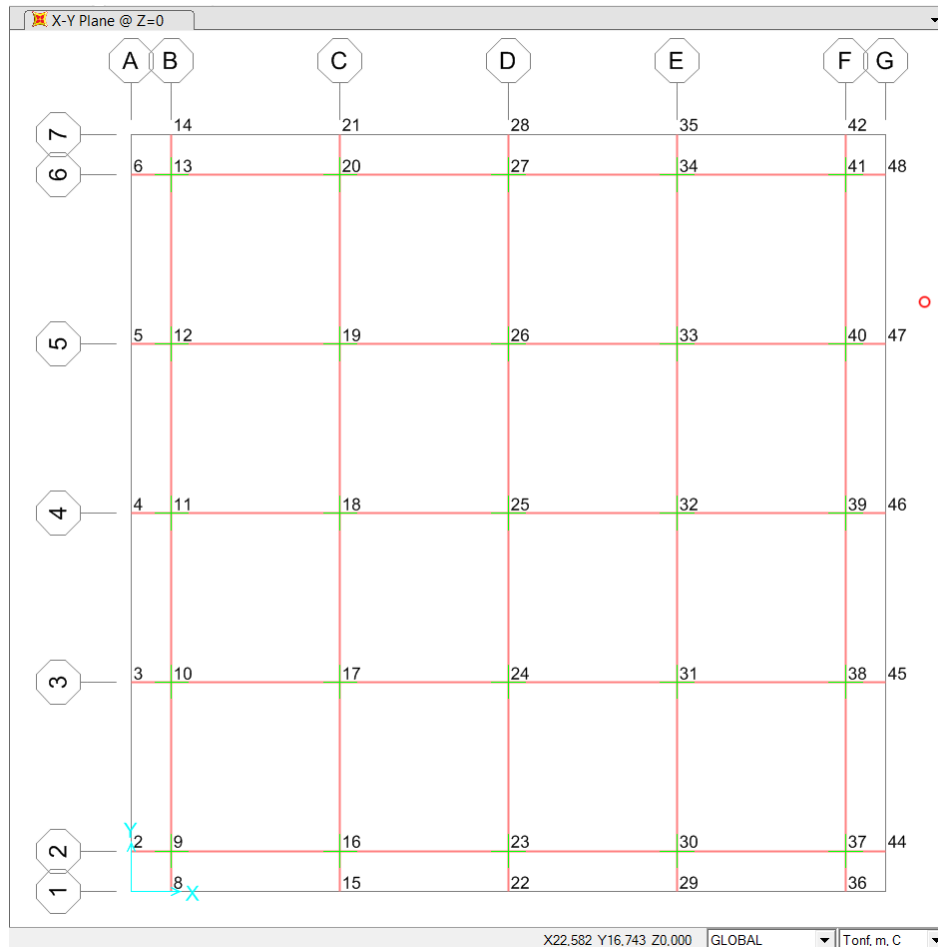
31	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	-1,78571	-1,78571	0
32	DCON2	Combination	0	0	165,427 6	6,616E- 14	-1,79782	0
33	DCON2	Combination	0	0	167,364 6	1,78571	-1,78571	0
34	DCON2	Combination	0	0	121,327	-34,31489	-1,13052	0
37	DCON2	Combination	0	0	88,858	25,96705	25,96705	0
38	DCON2	Combination	0	0	121,327	-1,13052	34,31489	0
39	DCON2	Combination	0	0	120,241 4	4,036E- 14	33,938	0
40	DCON2	Combination	0	0	121,327	1,13052	34,31489	0
41	DCON2	Combination	0	0	88,858	-25,96705	25,96705	0
					3301,67 8			
				Fuerza	3301,68	Ton		
				Área	462,25	m2		
				Descarga	7,14	Ton/m2		

**Tabla 23: Valores simulacion Sap 2000**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 29: Numeración de nudos en la cimentación**

Fuente: Consultor

### 6.3 ALCANCE DEL TRABAJO

Los alcances del diseño estructural del tanque comprenden lo siguiente:

#### Modelo estructural y su análisis:

- Digitalización o simulación del modelo con elementos finitos en el Sap2000 v.15.2.1, considerando todos sus elementos principales. Vigas con elementos tipo frame y losa con elementos tipo Shell.
- Determinación de las cargas, propiedades y secciones de todos los elementos.
- Análisis de las estructuras bajo cargas estáticas y dinámicas (sismo y viento).



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

---

**6.4 ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y PLANILLAS DE CANTIDADES DE ACERO Y HORMIGÓN.**

**ELABORACIÓN DE MEMORIA ESTRUCTURAL**

**Consideraciones para el análisis estructural**

Generales

Para el análisis se consideraron varios factores fundamentales:

- Comportamiento estructural.
- Configuración estructural.
- Factores de reducción y de amplificación.
- Modelación estructural.
- Análisis de la estructura como mínimo en dos direcciones horizontales ortogonales y en cualquier otra dirección crítica de la estructura.

Para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad portante del suelo de 15Ton/m<sup>2</sup> de acuerdo a las instrucciones del cliente y estudios geotécnicos del sitio. Se consideró una cota de desplante de -0.70 m para el adecuado anclaje y estabilidad de la cimentación del tanque.

**Normas Aplicables**

Las normas que se han aplicado en el diseño de este proyecto estructural son las que se indican a continuación:

- ACI 318S-08 (American Concrete Institute).
- ACI-350 (Seismic Design of liquid Containin).
- NEC-15 (Norma Ecuatoriana de la Construcción).
  - ✓ NEC\_SE\_DS (Peligro Sísmico)
  - ✓ NEC\_SE\_CG (cargas no Sísmicas)
  - ✓ NEC\_SE\_HM (Hormigón Armado)
  - ✓ NEC\_SE\_CM (Geotecnia y Cimentaciones)
- AISC-LRFD (American Institute for Steel Construction-Load Resistance Factor Design) 1993

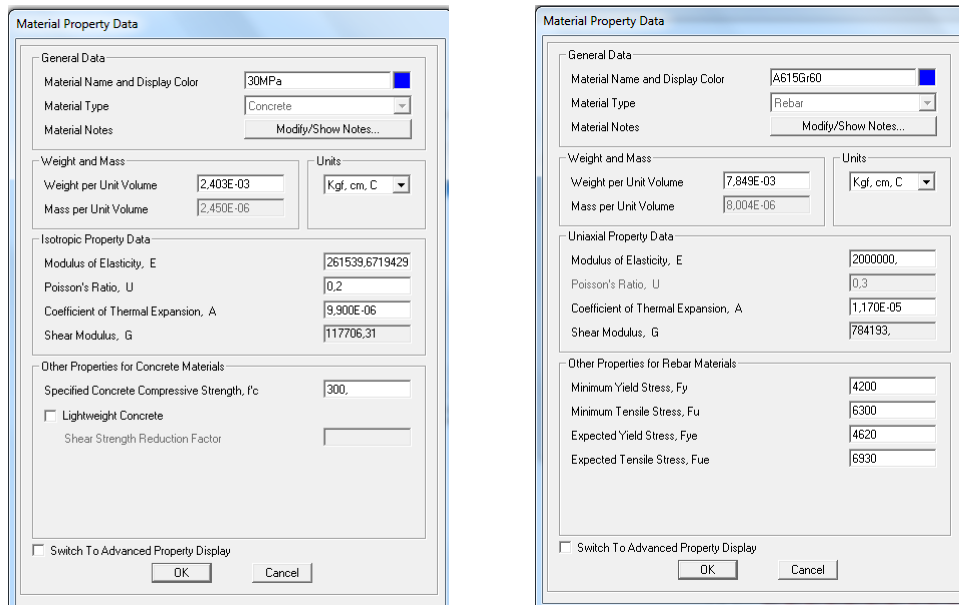
**Propiedades de los Materiales**



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Los materiales considerados en el proyecto son:

- Hormigón Estructural:  $f^c = 300 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón de Segunda Etapa:  $f^c = 350 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón para Replanteo:  $f^c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- Malla electrosoldada  $f_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del Concreto  $E_c = 15100(f^c)^{1/2}$



**Imagen 30: Propiedades de los materiales**

Fuente: Consultor

**Pesos específicos**

- Relleno suelto  $1,500 \text{ kg/m}^3$
- Relleno compactado  $1,800 \text{ kg/m}^3$
- Hormigón estructural  $2,400 \text{ kg/m}^3$
- Agua  $1,000 \text{ kg/m}^3$
- Acero estructural  $7,850 \text{ kg/m}^3$

**Carga Muerta**



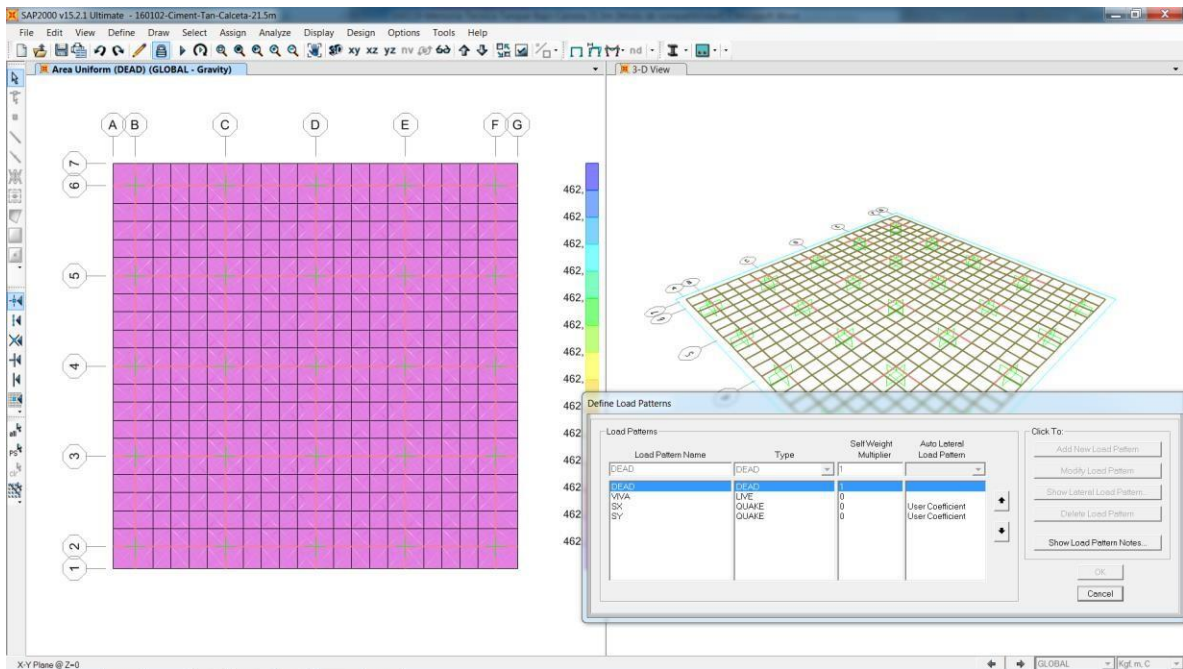


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

La carga muerta impuesta a la estructura corresponde al peso propio de la losa de Cimentación calculada automáticamente por el programa SAP 2000, además se ha ingresado el peso del Tanque de vidrio fusionado al acero, asignado como carga repartida en la losa.

Peso considerado para el análisis de la losa de Cimentación:

- Peso del Tanque (102.6Ton/462.25m<sup>2</sup>) ..... 0.222 Ton/m<sup>2</sup>.
  - Peso del Hormigon de Segunda Etapa ..... 0.240 Ton/m<sup>2</sup>.
  - Peso Propio (Vigas y Losa) lo considera el programa
- Total de Carga Muerta =0.462 Ton/m<sup>2</sup>



**Imagen 31: Carga muerta**

Fuente: Consultor

**Carga Viva**

La carga viva asignada a la estructura a nivel de cubierta, corresponde al peso del personal de montaje y mantenimiento. También se incluyó la Peso del agua.

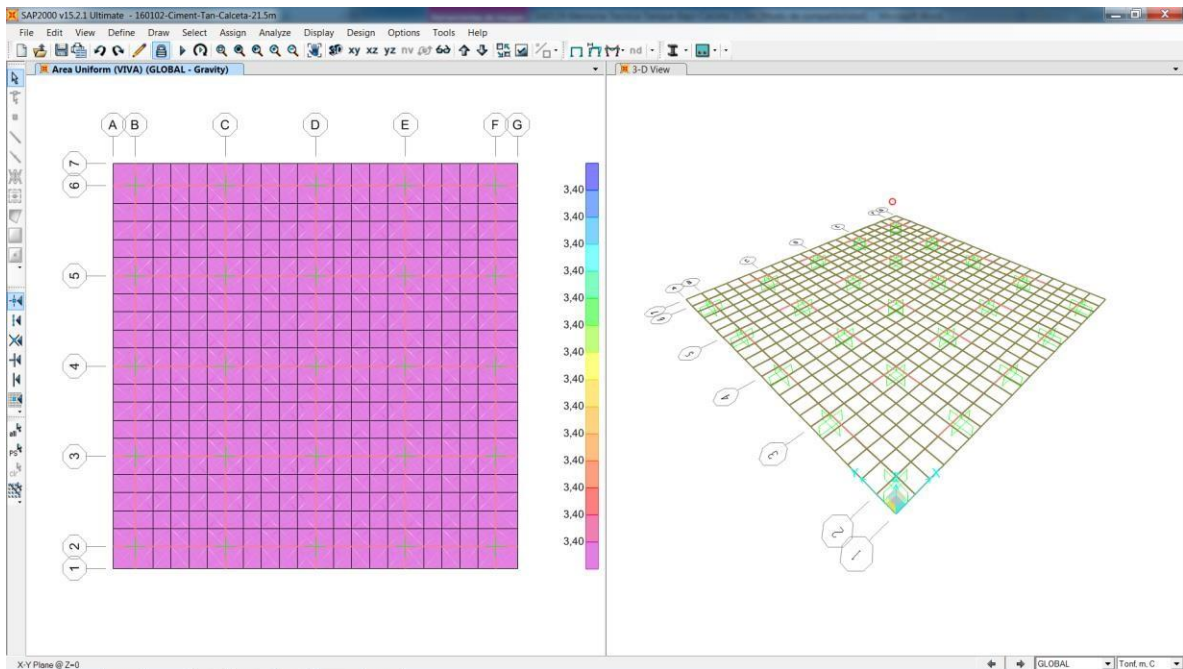
Peso considerado para el análisis de la losa de Cimentación:

- Peso del Agua (1537.62Ton/462.25m<sup>2</sup>)..... 3.326 Ton/m<sup>2</sup>.
- Mantenimiento ..... 0.075 Ton/m<sup>2</sup>



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

Total de Carga Viva = 3.401 Ton/m<sup>2</sup>



**Imagen 32: Carga viva**

Fuente: Consultor

**Carga Sísmica**

Proviene de las ondas que actúan sobre las cimentaciones de la estructura ante eventos telúricos, tectónicos y volcánicos, para nuestro análisis estructural, se utilizó el procedimiento estático del cortante basal de diseño, (El cortante basal es la suma de las fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica, que actúan sobre toda la estructura).

El cortante basal total de diseño V, que será aplicado, se determinara mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\Phi_p\Phi_E}W$$

Donde:

**W** Carga gravitacional que está presente en la estructura cuando actúa el sismo de diseño.

**S<sub>a</sub>** Espectro Elástico de Diseño en Aceleraciones.

**I** Coeficiente de Importancia de la estructura I= 1.5 (Ver Tabla 6 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

**R** Coeficiente de Reducción de la Fuerza Sísmica  $R= 3$  (Ver Tabla 18 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

**ΦP** Coeficiente de Irregularidad Estructural en Planta  $\Phi P = 1$  (Ver Tabla 13 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

**ΦE** Coeficiente de Irregularidad Estructural en Elevación  $\Phi E = 1$  (Ver Tabla 14 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

Donde Espectro Elástico de Diseño ( $S_a$ ) se la determina de la siguiente expresión:

$$S_a = nZF_a \rightarrow T_0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = nZF_a \left( \frac{T_c}{T} \right)^r \rightarrow T > T_c$$

$$T = C h_n^{\alpha}$$

$$T_0 = 0.1 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

**n** Razón entre la aceleración espectral  $S_a(T=1s)$  [1.8 (Costa), 2.48 (Sierra) y 2.6 (Oriente)].

**Z** Factor de Peligrosidad Sísmica de la Zona  $Z= 0.50$  Zona Sísmica VI (Ver Tabla 1 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

**Fa, Fd, Fs** Coeficientes de Amplificación o de amplificación dinámica de perfiles de suelos  $F_a=1.12$ ,  $F_d=1.11$  y  $F_s=1.40$  (Ver Tablas 3, 4 y 5 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

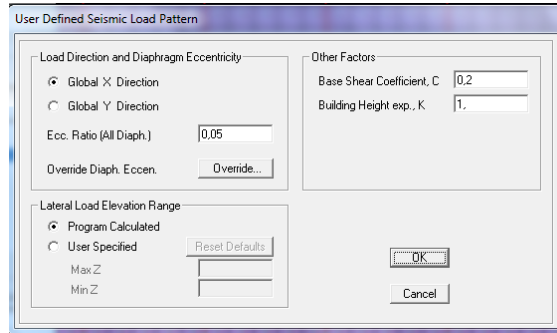
**T** Periodo de Vibración.

**Ct** Coeficiente de Vibración  $C_t=0.055$  (Ver Pág. 62 del NEC 15 Capítulo NEC\_SE\_DS Peligro Sísmico).

**hn** Altura máxima de la Estructura.



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 33: Carga sísmica**

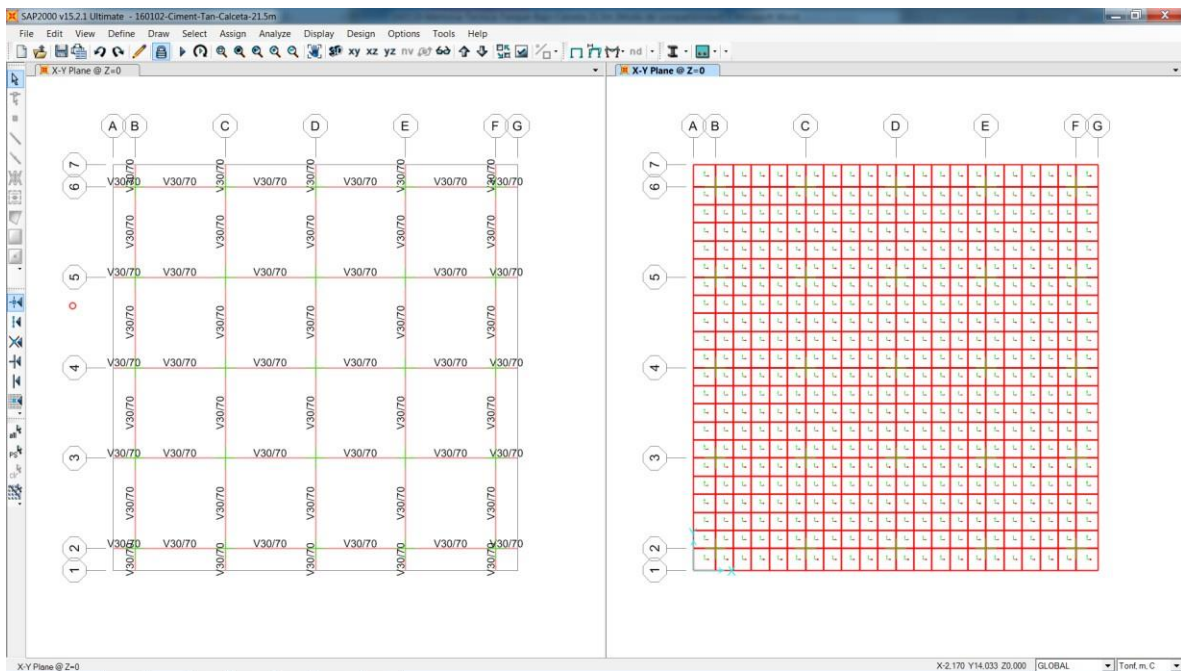
Fuente: Consultor

El programa analiza la distribución de fuerzas internas y calcula los desplazamientos bajo diversas condiciones de carga, para después realizar la verificación estructural (diseño) por medio de los esfuerzos para chequear el espesor asignado a cada elemento.

## 6.5 ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

### Modelo Estructural en Sap2000

En la figuras 34y35 se presenta el modelo estructural de la Losa de Cimentación, simulado en el Sap2000, la cual consta de elementos tipo frame y elementos tipo Shell.

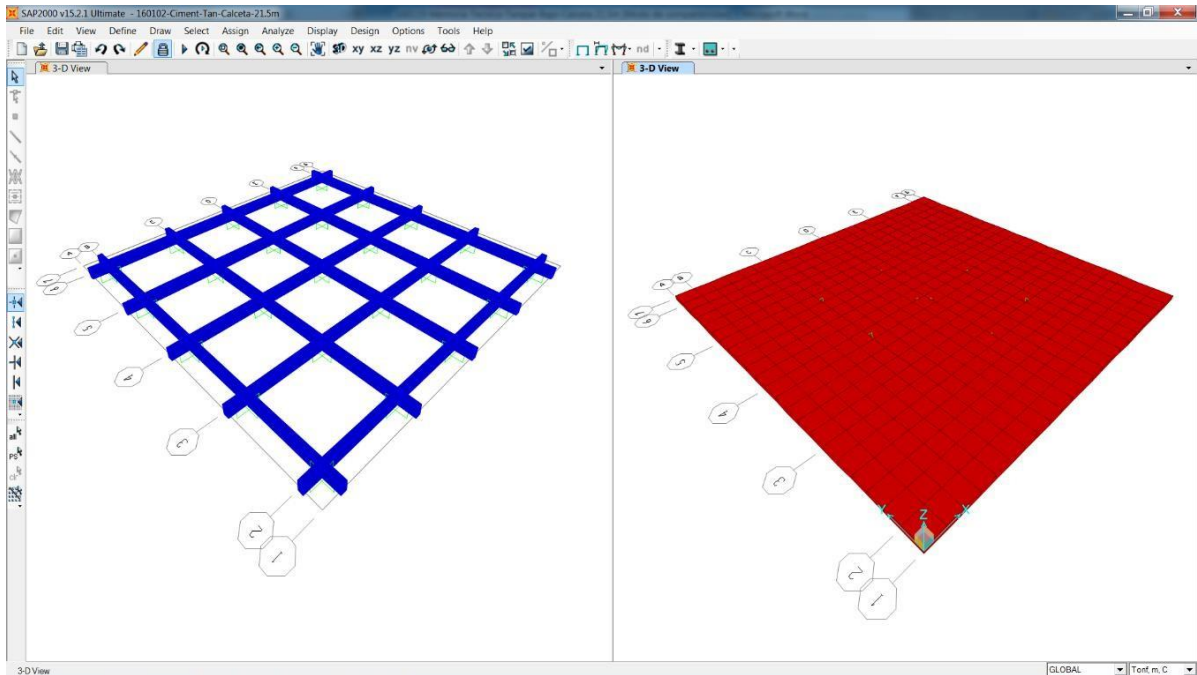


**Imagen 34: Elementos tipo Frame y tipo shell**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 35: Elementos tipo Frame y tipo shell vista 3D**

Fuente: Consultor

### **Solicitaciones de carga**

Las solicitaciones de carga introducidas en el modelo estructural, son las descritas en los puntos 4.4, 4.5 y 4.6, y los valores los apreciamos en la figura

### **Fuerzas Internas**

Después de haber ingresado todas las propiedades geométricas, materiales y cargas solicitantes, se procedió a ejecutar el modelo estructural, mostrando a continuación los diagramas de Cortante Torsión y Momento Flexor, en las siguientes figuras 36,37,38,39,40,41,42,43

### **Resistencia de Diseño**

Combinaciones de Carga

La resistencia de diseño requerida “U” de acuerdo a lo estipulado en el capítulo 9.2, del código del ACI-318s-08, es que esta debe ser por lo menos igual al efecto de las cargas





**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**

mayoradas, para tal efecto se presenta a continuación las combinaciones de carga mayorada utilizada en el presente diseño.

$$U=1.4D \quad (9-4 \text{ del ACI-318s-08})$$

$$U=1.2D+1.6L \quad (9-5 \text{ del ACI-318s-08})$$

$$U=1.2D+1.0L \pm 1.0E \quad (9-6 \text{ del ACI-318s-08})$$

Donde:

D = Carga muerta de la estructura (peso propio)

L = Carga viva impuesta en la estructura

E = Carga de sismo o viento

**Coefficientes de Reducción**

Los factores de reducción para encontrar la resistencia nominal de un elemento de diseño están determinados por los siguientes valores en función de la condición a diseñar:

Valor de $\Phi$	Miembro
0.90	Sección total en tracción
0.60	Cortante sísmico
0.90	Miembros en flexión
0.65	Miembros en compresión axial
0.75	Cortante y torsión

**Tabla 24: Valores de RO**

Fuente: Consultor

El requisito básico para el diseño por resistencia se puede expresar como:

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{Resistencia requerida}$$

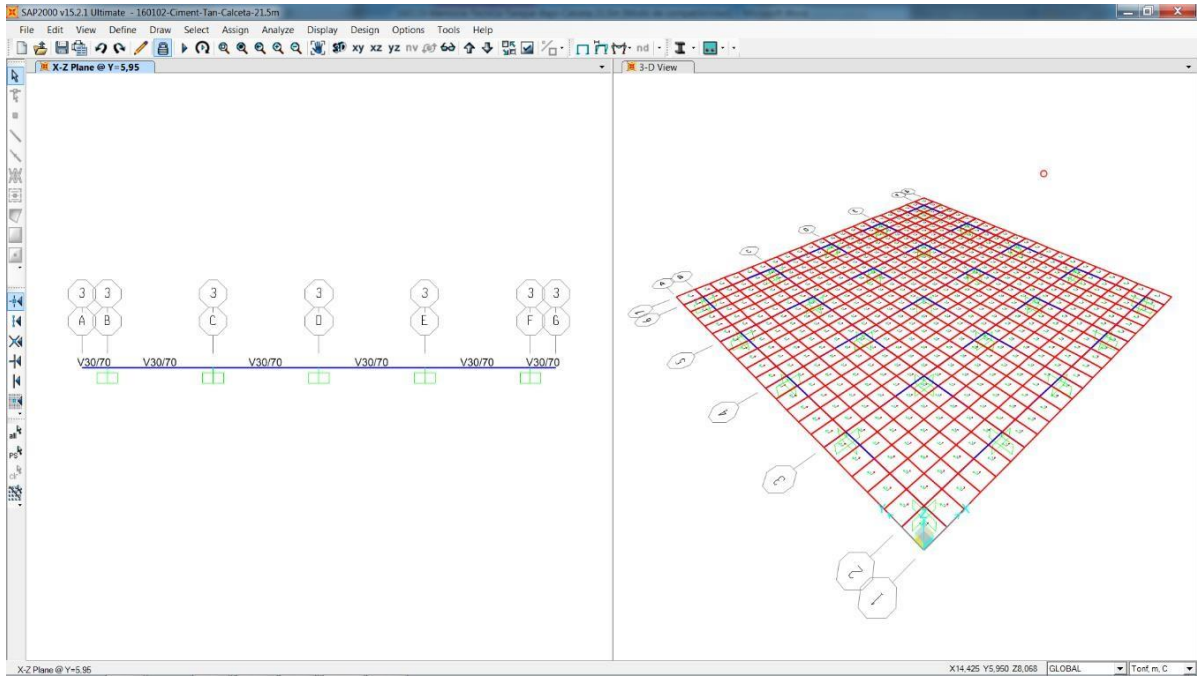
$$\emptyset (\text{Resistencia nominal}) \geq U$$

**Resultados**

En las figuras siguientes se puede apreciar el diseño de la estructura para resistir las fuerzas internas, y este diseño está reflejado en los planos estructurales adjuntos a esta memoria técnica.

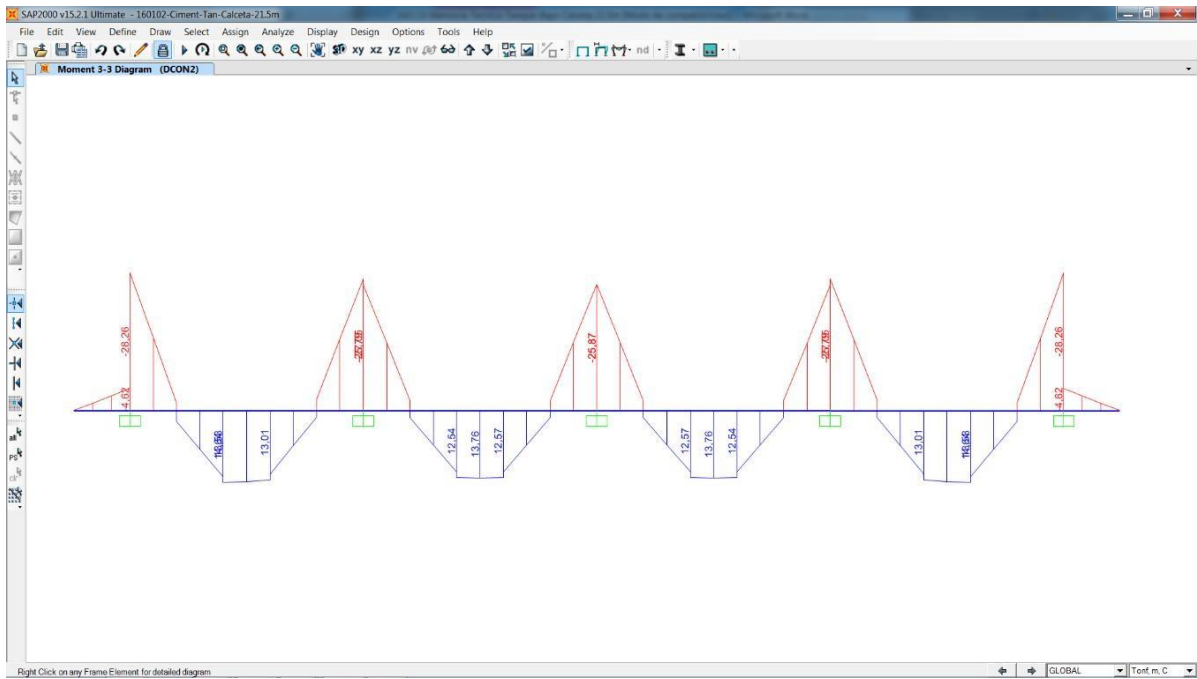


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y  
DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 36: Viga tipo**

Fuente: Consultor

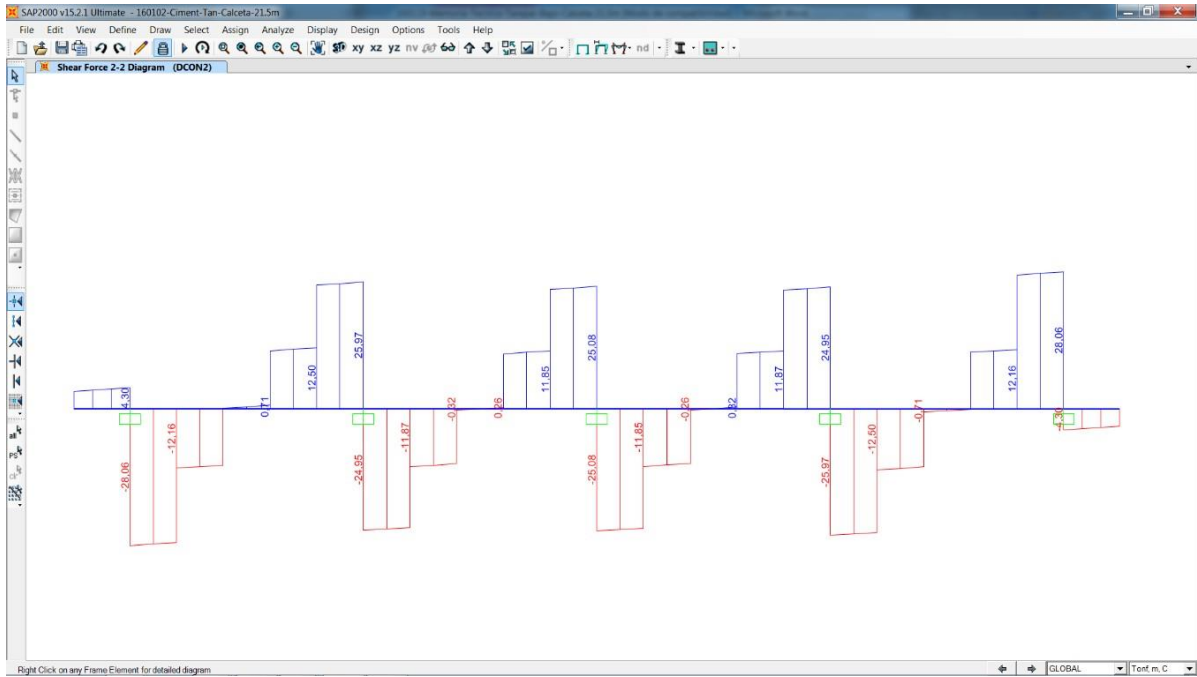


**Imagen 37: Momento M33 en viga tipo**

Fuente: Consultor

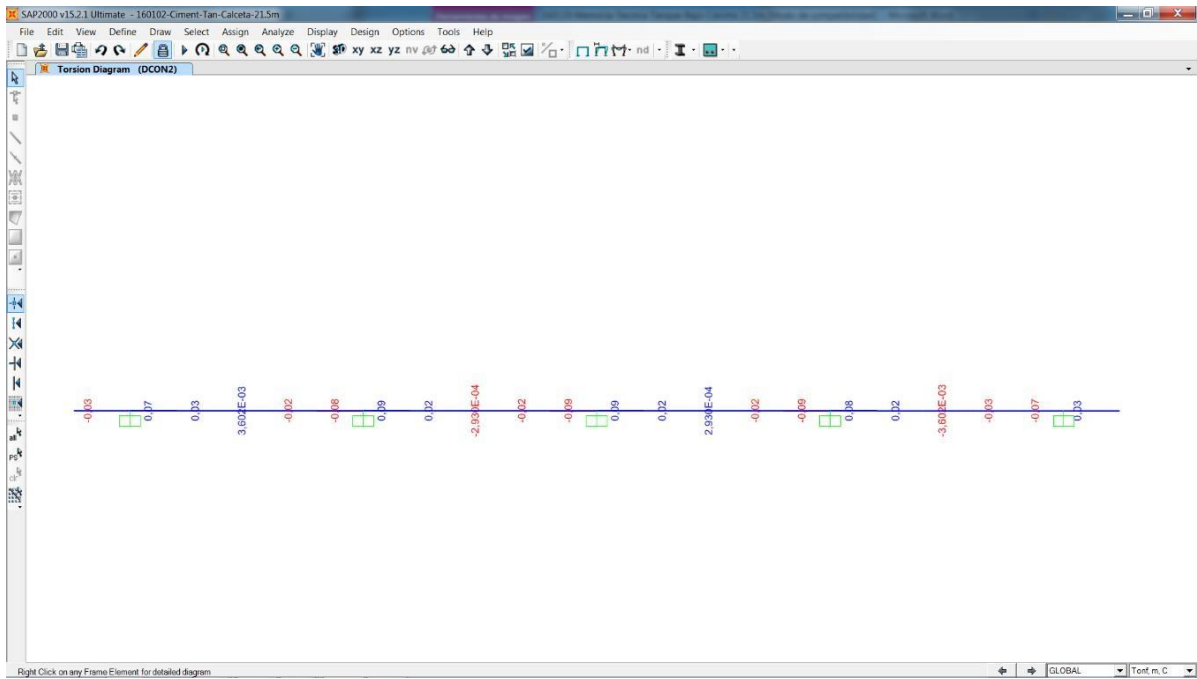


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 38: Cortante V22 en viga tipo**

Fuente: Consultor



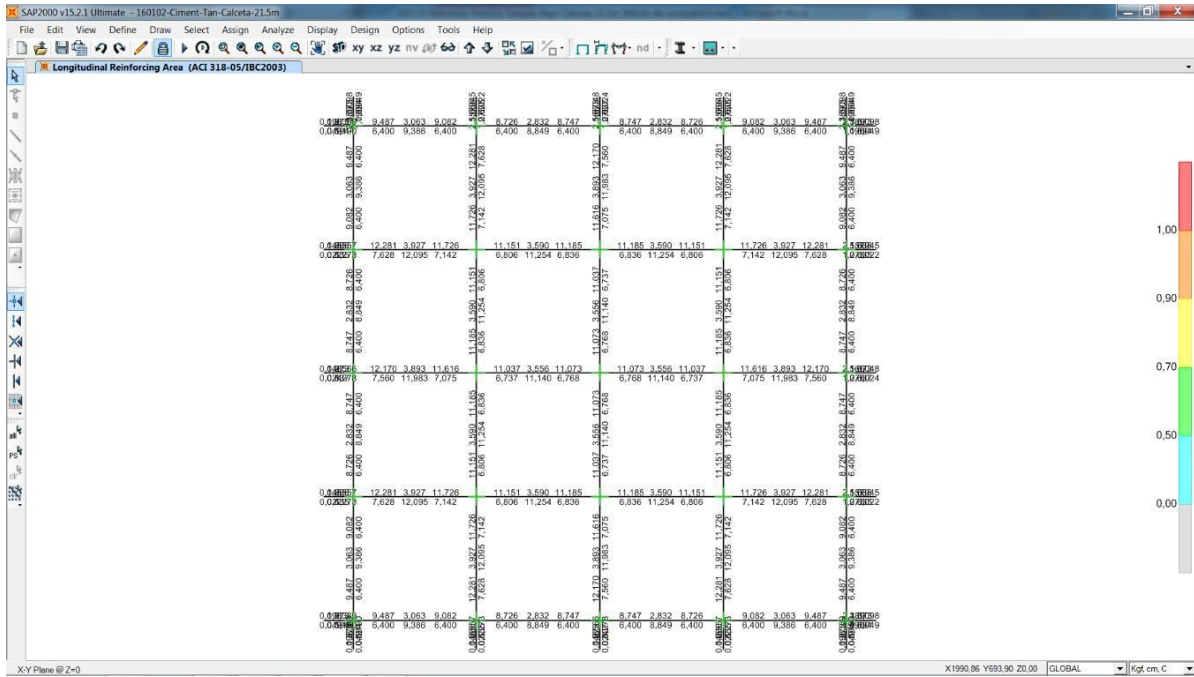
**Imagen 39: Torsión en viga tipo**

Fuente: Consultor



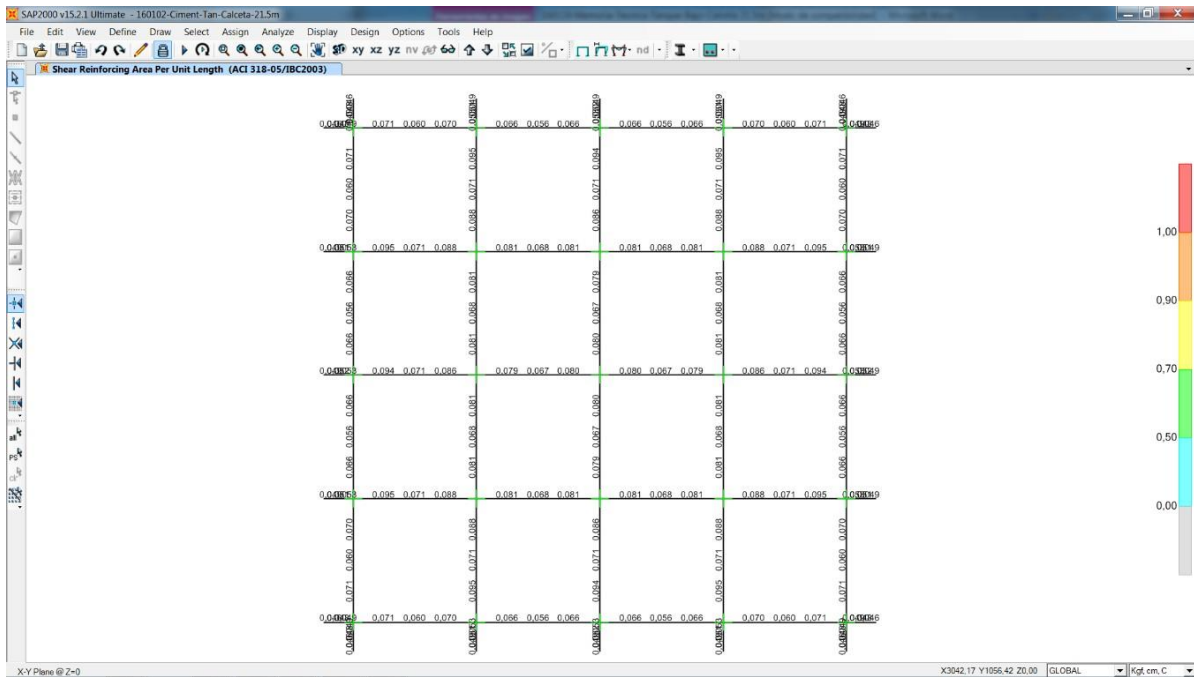


## "ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"



**Imagen 40: Diseño de vigas a la flexión**

Fuente: Consultor

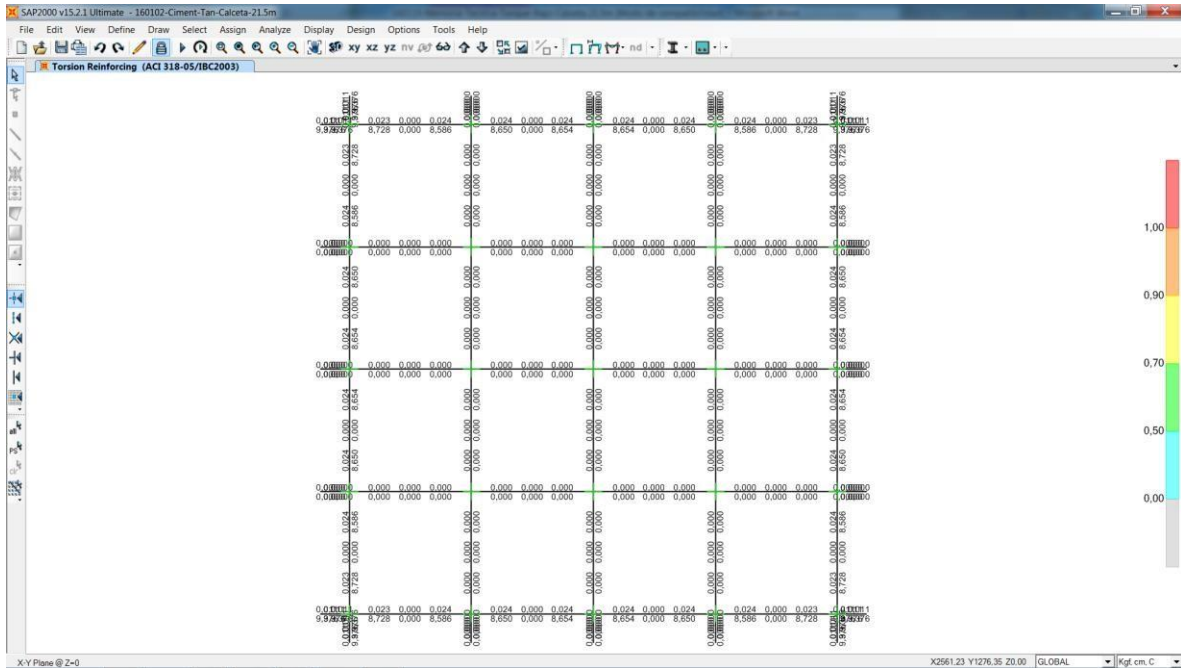


**Imagen 41: Diseño de vigas al cortante**

Fuente: Consultor

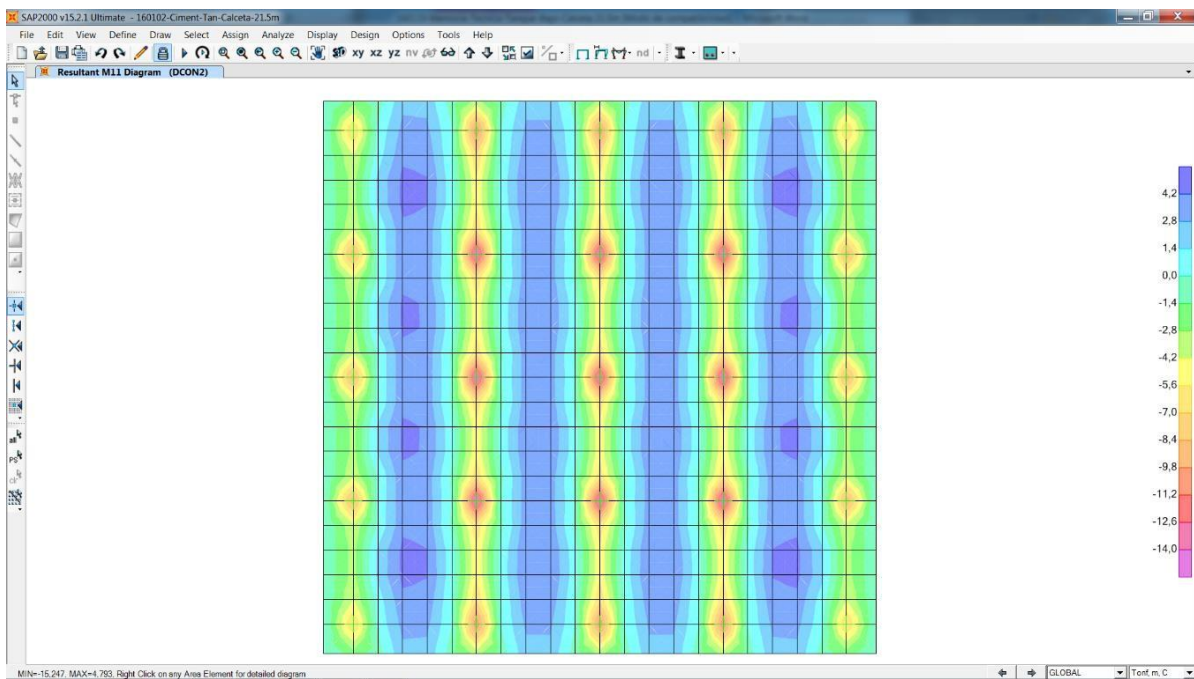


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 42: Diseño de vigas a la torsión**

Fuente: Consultor

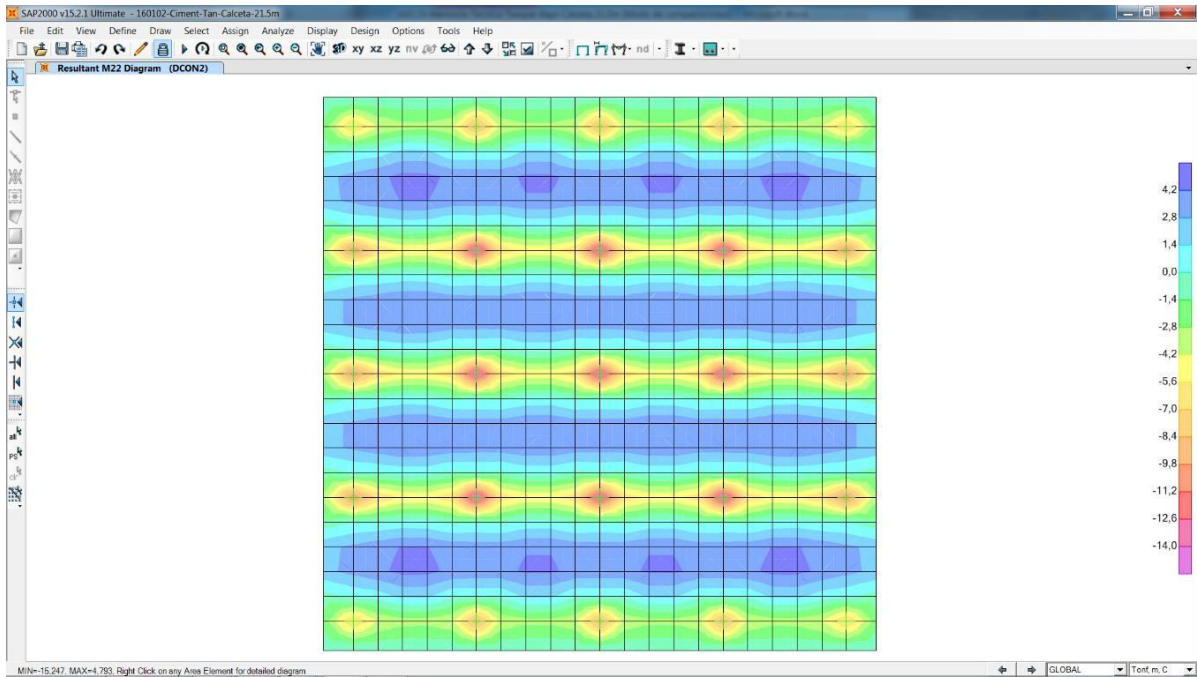


**Imagen 43: Diseño de la losa Momento M11**

Fuente: Consultor

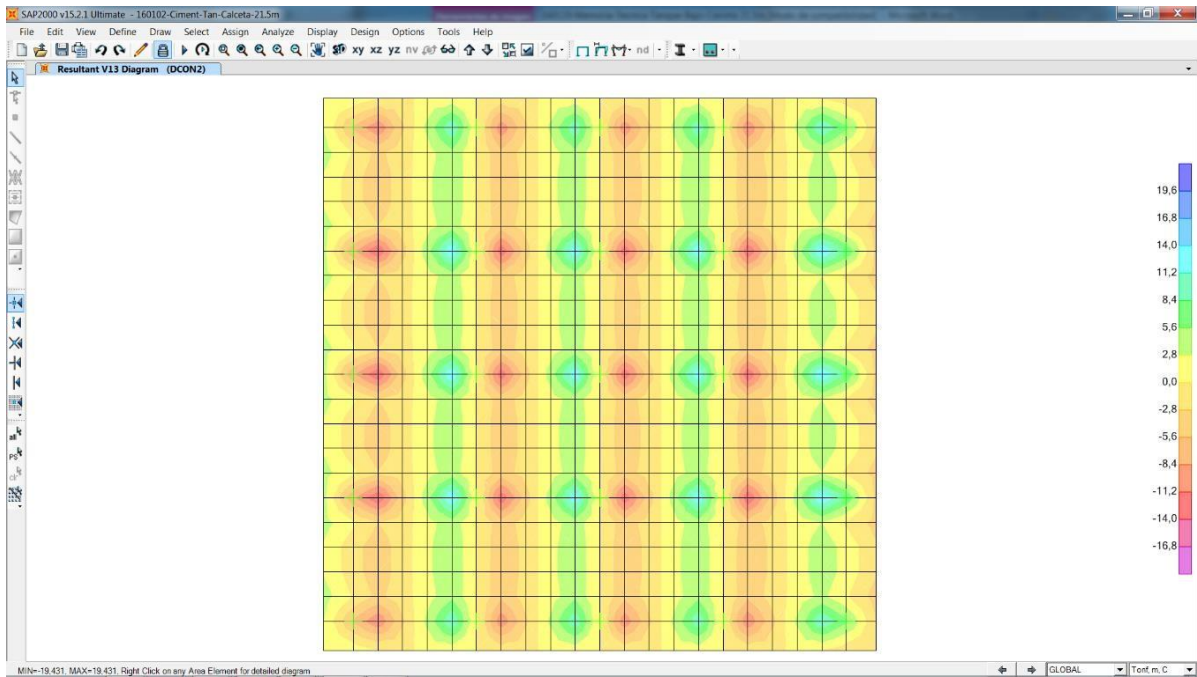


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 44: Diseño de la losa Momento M22**

Fuente: Consultor



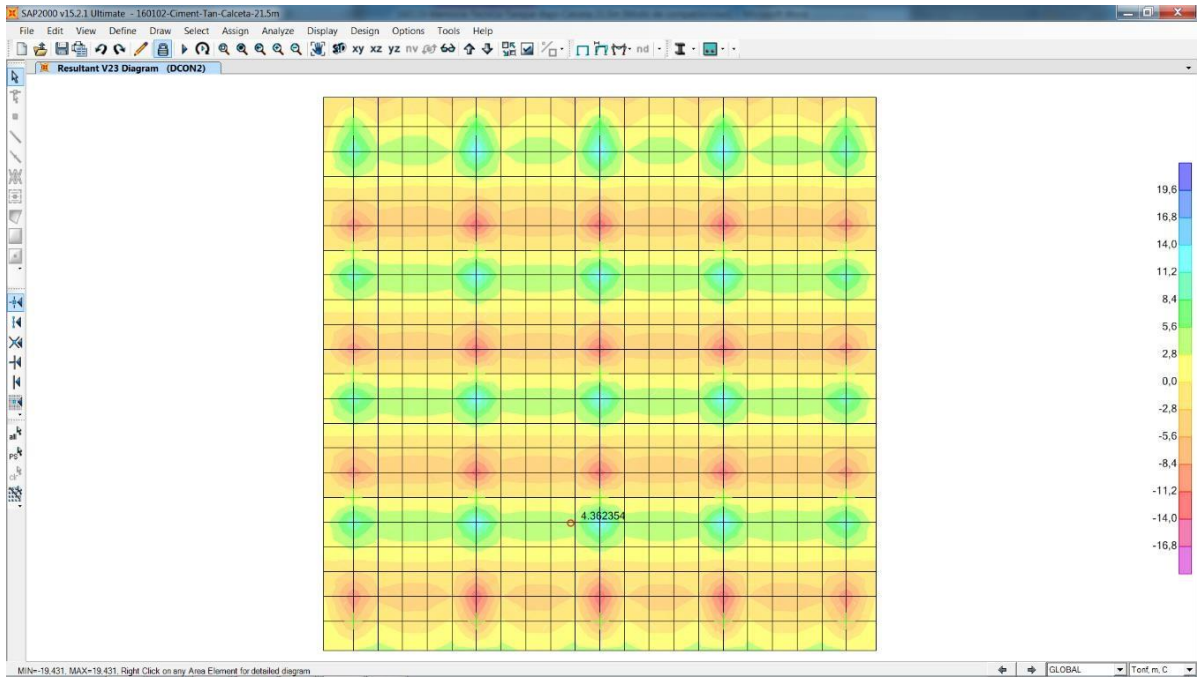
**Imagen 45: Diseño de la losa cortante V13**

Fuente: Consultor



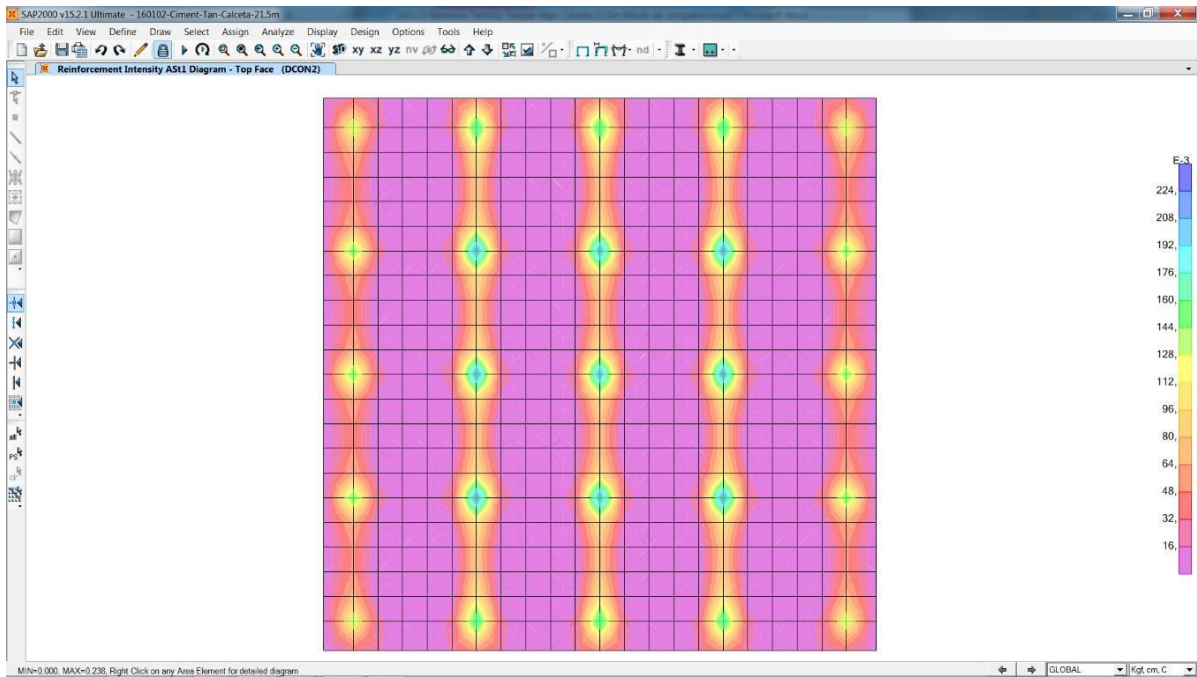


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 46: Diseño de la losa cortante V23**

Fuente: Consultor

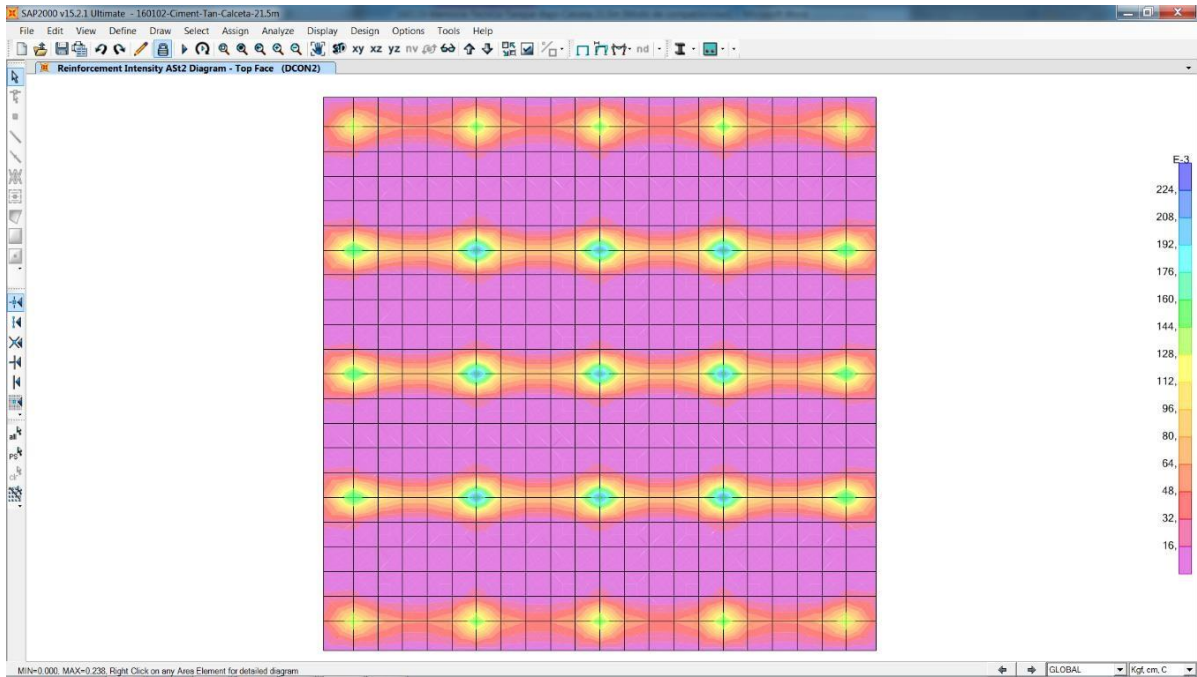


**Imagen 47: Diseño de la losa Acero superior Ast.1**

Fuente: Consultor

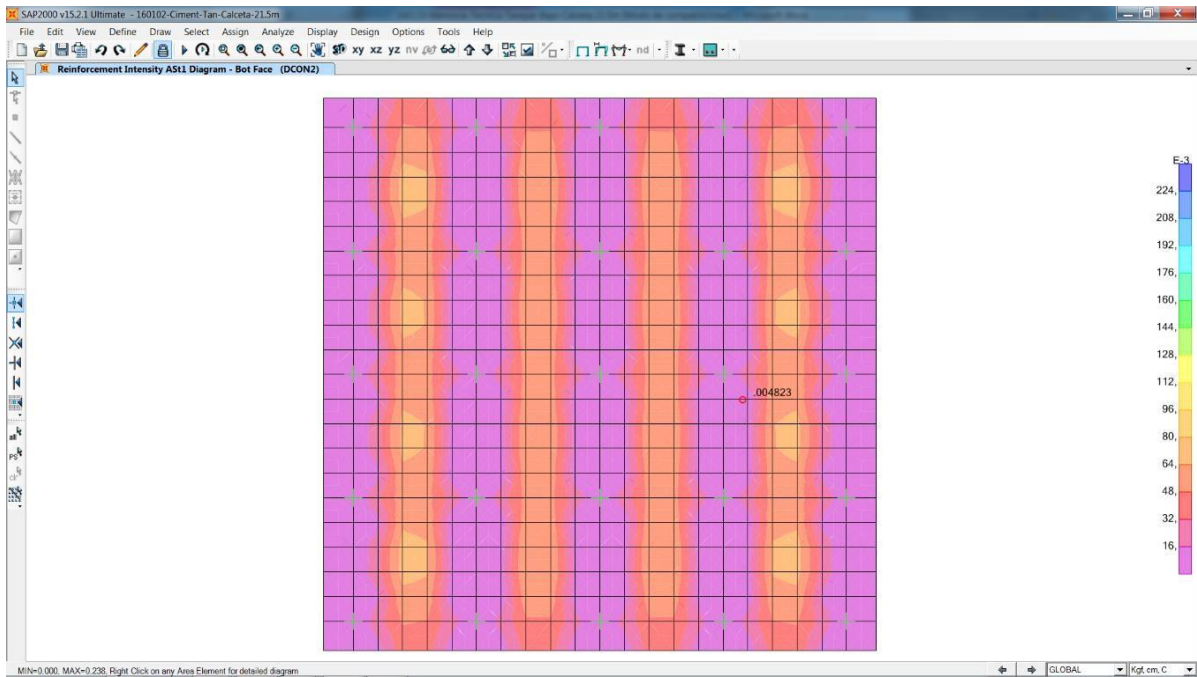


**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 48: Diseño de la losa Acero superior Ast.2**

Fuente: Consultor

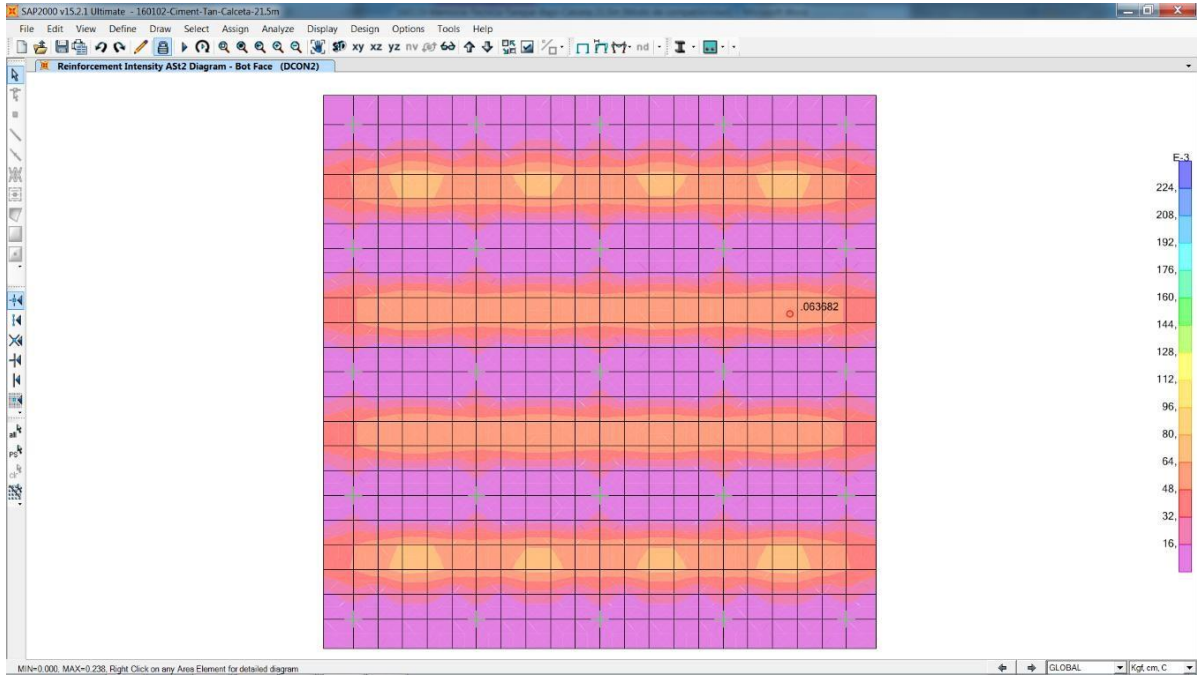


**Imagen 49: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.1**

Fuente: Consultor



**"ESTUDIO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA, CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN HACIA LA CIUDAD DE CALCETA, CANTÓN BOLÍVAR"**



**Imagen 50: Diseño de la losa Acero Inferior Ast.2**

Fuente: Consultor

## 7. RECOMENDACIÓN

Se recomienda mantener la geometría de los elementos estructurales y armaduras indicadas en los planos estructurales y comprobados en esta memoria de cálculo.