

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

Estudios y diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado

Madean, distrito de Madean, provincia de yauyos, región Lima

**PRESENTADO POR:**

FLORES TAMARA, Reyna Isabel

CHANGANAQUI SANCHEZ, Manuel Angel

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA CIVIL**

**ASESOR:**

Ing. REQUENA SOTO, Elías Filiberto

Registro CIP 52920

**HUACHO - 2019**

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO PARA EL CENTRO POBLADO MADEAN, DISTRITO DE  
MADEAN, PROVINCIA DE YAUYOS, REGIÓN LIMA**

**PRESENTADO POR:**

**FLORES TAMARA, Reyna Isabel**

**CHANGANAQUI SANCHEZ, Manuel Angel**

**TESIS**

---

**Ing. Ronald Eimer Alcantara Paredes**

**Registro CIP 98930**

Presidente

---

**Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino**

**Registro CIP 68007**

Secretario

**Ing. Elvis Antony Lugo Curi**

**Registro CIP 197787**

Vocal

---

**Ing. Elias Filiberto Requena Soto**

**Registro CIP 52920**

Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo en cada paso que doy y haberme permitido lograr mis objetivos.

A mis padres, Norma y Lizardo, por ser mi motivación de seguir adelante y por enseñarme que todo se puede lograr con paciencia y dedicación.

A mi hermana Valeria, por seguir mi ejemplo, por siempre estar conmigo y por estar juntas creciendo profesionalmente.

*Reyna Isabel Flores Tamara*

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, por iluminar mi mente y permitirme cumplir mis objetivos.

A mis padres, Martha y William, por creer en mí y porque a lo largo de mi vida me apoyaron en todo momento.

*Manuel Angel Changanaqui Sanchez*

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme paciencia y las fuerzas suficientes para poder seguir adelante con mi carrera profesional.

A mi querida madre Norma Tamara, por darme la vida, por su inmenso amor, por luchar siempre por su familia, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por inculcarme valores y ayudarme en mi formación personal y profesional. A mi querido padre Lizardo Flores, por su firmeza y enseñanzas, por su esfuerzo y perseverancia para ayudarme a lograr mis objetivos, por su inmenso amor y apoyo incondicional en mi formación personal y profesional. A mi hermanita Valeria, por apoyarme siempre y por alentarme a seguir adelante.

A mi asesor de tesis, Elías Filiberto Requena Soto, por su apoyo brindado en la realización de esta tesis y a la Municipalidad Distrital de Madean por la oportunidad que me dieron de trabajar y realizar proyectos para su distrito. Al Ing. Antonio Huamán Cipriano, por su apoyo y por compartir sus conocimientos para este proyecto.

*Reyna Isabel Flores Tamara*

A Dios, por haber guiado por el camino correcto para culminar con mis objetivos personales y profesionales.

A mis queridos padres Martha y William, por darme la vida, por su amor, por siempre apoyarme y ayudarme en mi formación personal y profesional.

*Manuel Angel Changanaqui Sanchez*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
<b>1.2.1 Problema general</b>	2
<b>1.2.2 Problemas específicos</b>	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
<b>1.3.1 Objetivo general</b>	3
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b>	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.4.1 Justificación Teórica	3
1.4.2 Justificación Práctica	4
1.4.3 Justificación Legal	4
1.4.4 Justificación Social	4
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.5.1 Delimitación Espacial	4
1.5.2 Delimitación Temporal	4
	vii

1.5.3	Delimitación Teórica	5
1.6	Viabilidad del estudio	5
1.6.1	Viabilidad técnica	5
1.6.2	Viabilidad ambiental	5
1.6.3	Viabilidad financiera	5
1.6.4	Viabilidad social	5
<b>CAPITULO II</b>		<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>		<b>6</b>
2.1	Antecedentes de la investigación	6
2.1.1	Investigaciones internacionales	6
2.1.2	Investigaciones nacionales	7
2.2	Bases teóricas	9
2.2.1	Estudios básicos	9
2.2.1.1.	Estudio topográfico	9
2.2.1.2.	Estudio de suelos	10
2.2.1.3.	Estudio de fuentes y calidad de agua	11
2.2.1.4.	Estudio de impacto ambiental	11
2.2.1.5.	Estudio de vulnerabilidad y riesgo	12
2.2.2	Diseños del sistema de agua potable y alcantarillado	13
2.2.2.1.	Diseño y calculo hidráulico	13
2.2.2.2.	Diseño y cálculo estructural	13
2.2.2.3.	Normas técnicas y/o disposiciones técnicas	13
2.2.2.4.	Metrados	14
2.3	Definición de términos básicos	14
2.4	Hipótesis de investigación	15
2.4.1	Hipótesis general	15
2.4.2	Hipótesis específicas	16

<b>CAPITULO III</b>	<b>17</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Diseño metodológico</b>	17
3.1.1 Tipo de investigación	17
3.1.2 Nivel de investigación	17
3.1.3 Diseño	18
3.1.4 Enfoque	18
3.2 Población y muestra	18
3.2.1 Población	18
3.2.2 Muestra	18
3.3 Operacionalización de variables e indicadores	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.4.1 Técnicas a emplear	20
3.4.2 Descripción de los instrumentos	20
3.5 Técnicas para el procesamiento de la información	22
<b>CAPITULO IV</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
4.1 Análisis de resultados	24
4.1.1 Estudios para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado	24
4.1.1.1. Estudio topográfico	24
4.1.1.2. Estudio de suelos	25
4.1.1.3. Estudio de fuentes y calidad de agua	30
a) Estudio de fuentes	30
b) Calidad del agua	31
4.1.1.4. Estudio de impacto ambiental	35
4.1.1.5. Estudio de vulnerabilidad y riesgo	45
4.1.2 Diseños del sistema de agua potable y alcantarillado	46

4.1.2.1	Diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable	46
4.1.2.2	Diseño hidráulico y estructural del sistema de alcantarillado	120
4.1.2.3	Metrados	150
<b>4.2</b>	<b>Contrastación de hipótesis</b>	<b>151</b>
<b>CAPITULO V</b>		<b>152</b>
<b>DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>152</b>
5.1	Discusión	152
5.2	Conclusiones	152
5.3	Recomendaciones	155
<b>CAPITULO VI</b>		<b>156</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>156</b>
7.1	Fuentes bibliográficas	156
<b>ANEXOS</b>		<b>160</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

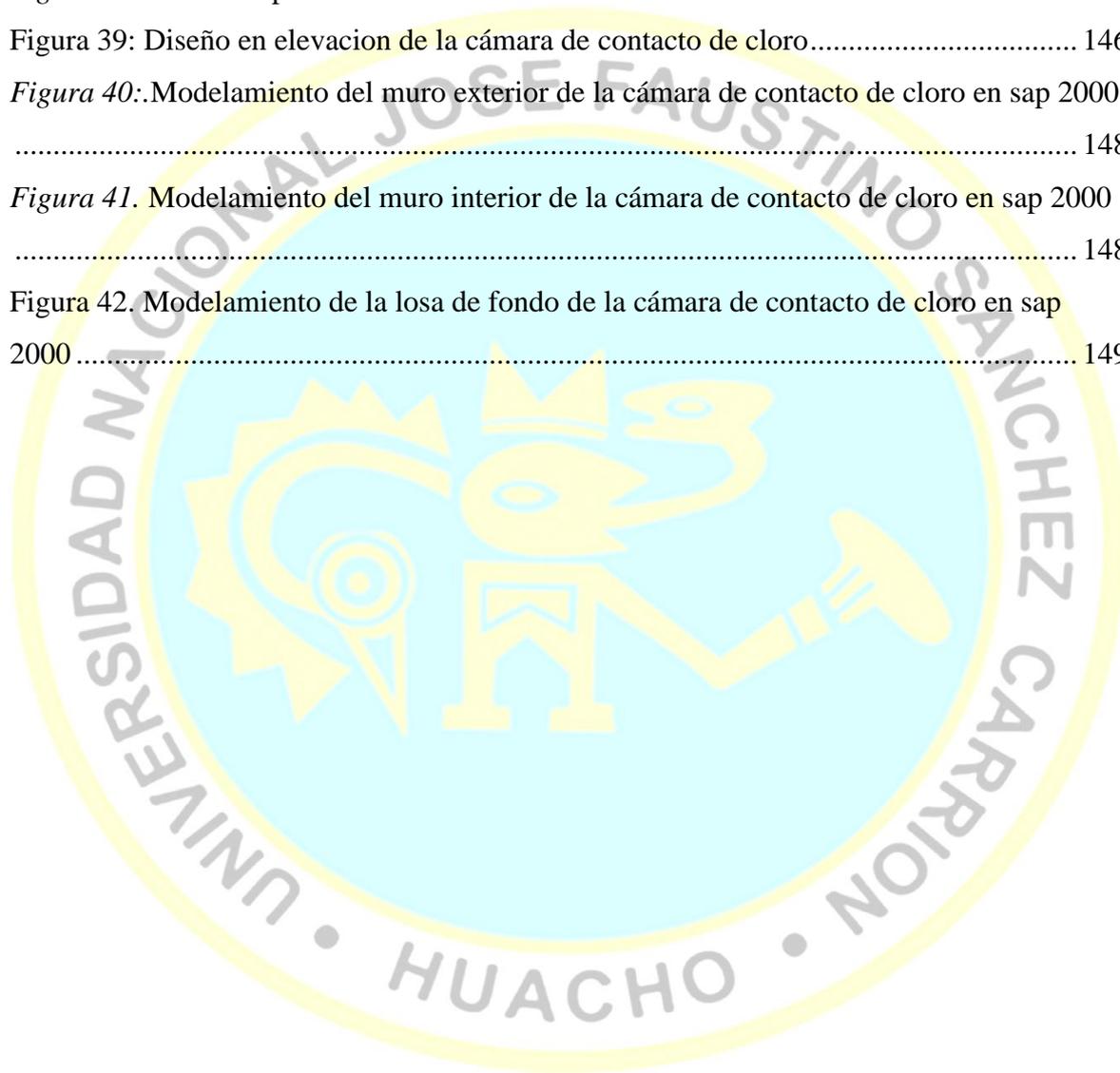
Tabla 1. Operacionalización de variables .....	19
Tabla 2. Datos técnicos de los BM del estudio topográfico .....	25
Tabla 3. Perfil estratigráfico .....	27
Tabla 4. Análisis químico de las sales agresivas al concreto .....	29
Tabla 5. Resultados del ensayo corte directo .....	29
Tabla 6. Oferta hídrica - Pichag Puquio.....	30
Tabla 7. Oferta hídrica - Suenag Rumi.....	30
Tabla 8. Análisis de aguas en captación proyectada Pichag Puquio - Madean.....	31
Tabla 9. Análisis de aguas en captación proyectada Suenag Rumi - Madean.....	33
Tabla 10. Características de la zona de emplazamiento del proyecto. ....	35
Tabla 11. Descripción de los impactos ambientales, durante las etapas de ejecución de obra, O&M, cierre y abandono. ....	36
Tabla 12. Medidas de prevención y control .....	38
Tabla 13. Programa de manejo de residuos sólidos .....	40
Tabla 14. Programa de monitoreo ambiental .....	41
Tabla 15. Plan de contingencia.....	43
Tabla 16. Plan de cierre o abandono de la etapa de ejecución de obra .....	43
Tabla 17. Costo del plan de mitigación ambiental .....	44
Tabla 18. Análisis del nivel de riesgo.....	45
Tabla 19. Actividades a implementar para la reducción del riesgo.....	45
Tabla 20. Caudales concentrados de servicios públicos.....	47
Tabla 21: Proyección del caudal.....	48
Tabla 22. Resultado de presión .....	58
Tabla 23. Resultado de velocidades en la línea de aducción y distribución.....	61
Tabla 24. Resultado de presión en la línea de aducción y distribución.....	64
Tabla 25. Iteraciones cálculo de acero .....	70
Tabla 26. Distribución de acero .....	70
Tabla 27. Iteraciones cálculo de acero .....	71
Tabla 28. Distribución de acero .....	72
Tabla 29. Distribución de acero .....	73

Tabla 30. <i>Iteraciones cálculo de acero</i> .....	78
Tabla 31. <i>Distribucion de acero</i> .....	78
Tabla 32. <i>Iteraciones cálculo de acero</i> .....	79
Tabla 33. <i>Distribucion de acero</i> .....	79
Tabla 34. <i>Distribucion de acero</i> .....	80
Tabla 35. Response modification factor R .....	87
Tabla 36. <i>Descripción de cargas</i> .....	95
Tabla 37. Peso por metro y resitencia a la rotura de aceros nominales (6x10 cobra) .....	98
Tabla 38. Ecuacion de la parábola.....	101
Tabla 39. Area de colocación de acero.....	109
Tabla 40. Area de colocación de acero.....	110
Tabla 41. Resultado de fuerza sísmica total en la base .....	112
Tabla 42: Resultado de área de acero .....	116
Tabla 43. Caudales concentrados de servicios publicos.....	121
Tabla 44. Proyección del caudal.....	121
Tabla 45. <i>Calculo de la red de alcantarillado</i> .....	122
Tabla 46. <i>Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos</i> .....	126
Tabla 47. Eficiencia del sistema en DBO.....	132
Tabla 48. Eficiencia del sistema de coliformes fecales .....	133
Tabla 49. Resumen de metrados en el sistema de agua potable .....	150
Tabla 50. <i>Resumen de Metrados en el Sistema de Alcantarillado</i> .....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

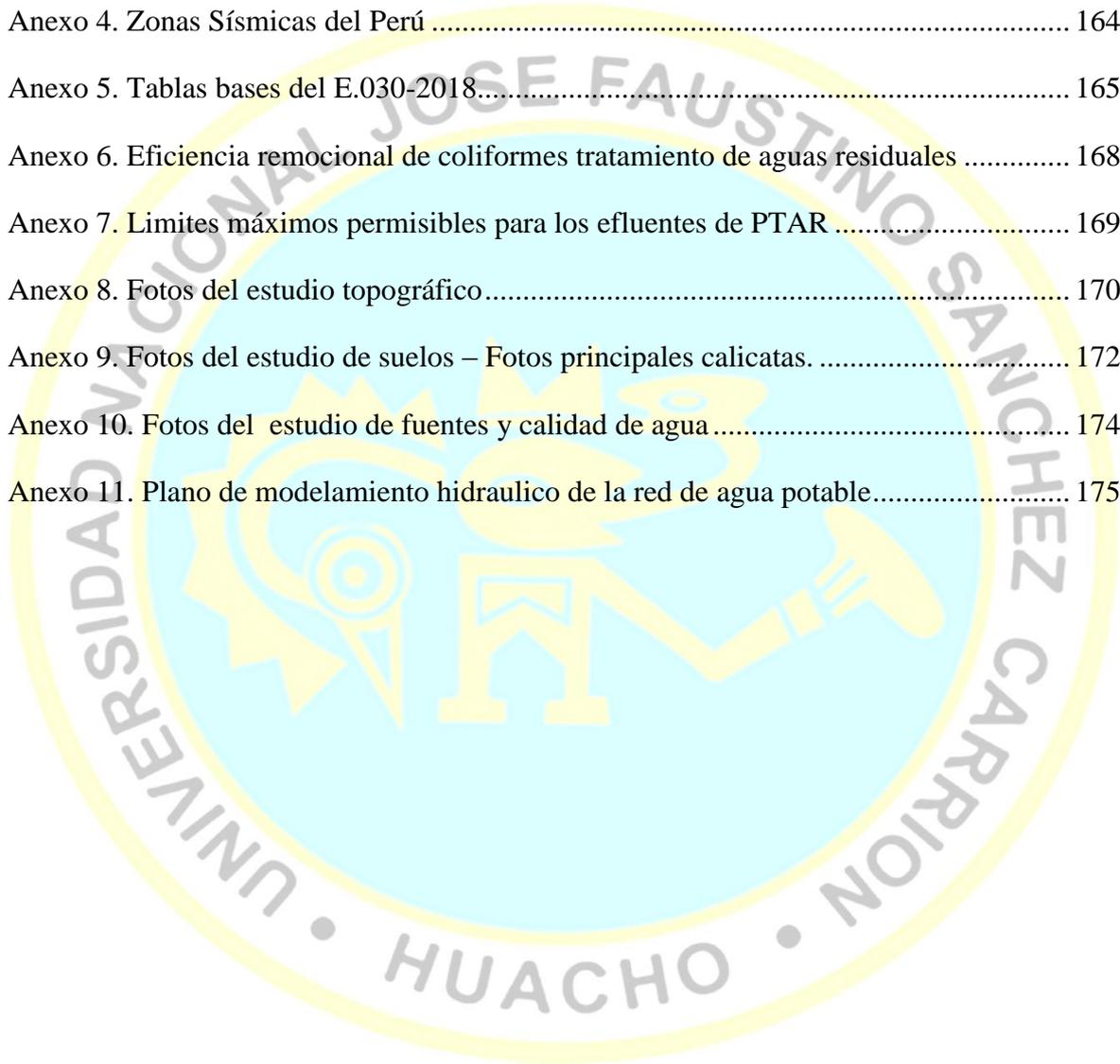
<i>Figura 1.</i> Esquema de perfil del reservorio proyectado de 15 m <sup>3</sup> .....	60
<i>Figura 2.</i> Esquema de planta del reservorio proyectado de 15 m <sup>3</sup> .....	61
<i>Figura 3:</i> datos de diseño .....	66
<i>Figura 4.</i> datos de diseño .....	74
<i>Figura 5.</i> Planta de techo del reservorio apoyado de 15 m <sup>3</sup> .....	83
<i>Figura 6.</i> Corte típico del reservorio de 15 m <sup>3</sup> .....	83
<i>Figura 7.</i> Formularios .....	85
<i>Figura 8:</i> Factores de ampliación.....	86
<i>Figura 9:</i> Diagrama de presiones .....	88
<i>Figura 10.</i> Resultados del modelamiento.....	91
<i>Figura 11.</i> Fuerzas laterales por presión de agua.....	91
<i>Figura 12.</i> Minium temperatura and sirinkage reinzforcement ratio .....	92
<i>Figura 13:</i> Grafico de momentos .....	94
<i>Figura 14:</i> Grafico de momentos .....	96
<i>Figura 15.</i> Representacion del cruce aéreo para redes de samneamiento.....	98
<i>Figura 16.</i> Representacion del cruce aéreo L=20,00 m .....	100
<i>Figura 17.</i> Representacion de las pendolas desde el centro.....	102
<i>Figura 18.</i> Planteamiento de dimensionamiento.....	104
<i>Figura 19:</i> Distribucion de fuerzas .....	104
<i>Figura 20.</i> Predimensionamiento .....	107
<i>Figura 21.</i> Area de corte.....	108
<i>Figura 22.</i> Angulo de salida del cable.....	111
<i>Figura 23.</i> Distribucion de fuerzas en la torre.....	112
<i>Figura 24.</i> Diagrama de estabilidad.....	114
<i>Figura 25.</i> Seccion transversal.....	116
<i>Figura 26.</i> Resultado del dimensionamiento del pase aereo.....	118
<i>Figura 27:</i> Resultado del dimensionamiento de la cámara de anclaje.....	119
<i>Figura 28.</i> Resultado de la colocación de aceros longitudinales y transversales.....	120
<i>Figura 29.</i> Resultado del predimensionamiento del Tanque Imhoff.....	129
<i>Figura 30.</i> Diagrama de balance de masa .....	134
<i>Figura 31.</i> Diseño en planta de la cámara de rejás.....	135

<i>Figura 32.</i> Diseño en planta del desarenador .....	135
<i>Figura 33.</i> Diseño en elevación de la cámara de rejillas .....	135
<i>Figura 34.</i> Diseño en elevación del desarenador .....	136
<i>Figura 35.</i> Diseño en planta del tanque Imhoff.....	140
<i>Figura 36.</i> Diseño en elevación del tanque Imhoff .....	141
<i>Figura 37.</i> Modelamiento del tanque Imhoff en sap 2000 .....	141
<i>Figura 38.</i> diseño en planta de la cámara de contacto de cloro.....	146
<i>Figura 39:</i> Diseño en elevación de la cámara de contacto de cloro.....	146
<i>Figura 40:</i> Modelamiento del muro exterior de la cámara de contacto de cloro en sap 2000 .....	148
<i>Figura 41.</i> Modelamiento del muro interior de la cámara de contacto de cloro en sap 2000 .....	148
<i>Figura 42.</i> Modelamiento de la losa de fondo de la cámara de contacto de cloro en sap 2000 .....	149



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del Centro Poblado Madean .....	161
Anexo 2. Constancia de elaboración del estudio por parte de la municipalidad .....	162
Anexo 3. Plano topográfico .....	163
Anexo 4. Zonas Sísmicas del Perú .....	164
Anexo 5. Tablas bases del E.030-2018.....	165
Anexo 6. Eficiencia remocional de coliformes tratamiento de aguas residuales .....	168
Anexo 7. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR .....	169
Anexo 8. Fotos del estudio topográfico.....	170
Anexo 9. Fotos del estudio de suelos – Fotos principales calicatas. ....	172
Anexo 10. Fotos del estudio de fuentes y calidad de agua.....	174
Anexo 11. Plano de modelamiento hidráulico de la red de agua potable.....	175



# **Estudios y diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima**

FLORES TAMARA, Reyna Isabel<sup>1</sup>; CHANGANAQUI SANCHEZ, Manuel Angel<sup>2</sup>

## **RESUMEN**

**Objetivo:** Realizar los estudios previos y diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima. **Métodos:** Población: sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima; diseño no experimental transversal descriptivo y explicativo. Se utilizó la técnica de observación con instrumentos como teodolito, GPS, para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva, para el diseño se utilizó software especializado para las simulaciones y reportes del estudio. **Resultados:** a) Se realizó estudios básicos: topográfico (Se identificaron los accidentes geográficos del terreno, Manzaneo, Parques, Centros Públicos, zonas de expansión de viviendas, buzones y zonas donde se proyectan las obras no lineales como la captación, reservorio y planta de tratamiento de aguas residuales y obras lineales como línea de conducción, línea de aducción y emisor), de suelos (11 calicatas con profundidades que van 1,20 m a 5,50 m, principalmente arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón, no se encuentra presencia de napa freática). de fuentes y calidad de agua (Oferta hídrica - Pichag Puquio 0,47 l/s y Suenag Rumi 0,64 l/s, de calidad potable), de impacto ambiental (factores ambientales aire, suelo, paisaje, ruido, agua, fauna y flora con línea base alta, de vulnerabilidad y riesgo ( moderado en la captación, línea de conducción, red de agua ya alcantarillado y PTAR); b) Los parámetros de diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado son identificados y determinados en base a los estudios previos; c) Se diseñó el sistema de agua potable comprende la captación de ladera, línea de conducción, reservorio, redes de aducción y distribución, cruce aéreo, d) Se diseñó el sistema de alcantarillado con unidades de tuberías, cámara de rejillas y desarenador, tanque imhoff, lecho de secado, filtro biológico, cámara contacto de cloro. **Conclusiones:** a) Los estudios previos son identificados y realizados para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado b) Los parámetros de diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado son identificados y determinados en base a los estudios previos, c) El diseño del sistema de agua potable se realizará en base a la normativa y los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados. d) El diseño del sistema de alcantarillado se realizará en base a la normativa y a los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

**Palabras clave:** Estudios, diseños, sistema de agua potable, alcantarillado

Facultad de Ingeniería Civil, email: rflorestamara@gmail.com<sup>1</sup>, ing.changanaqui@gmail.com<sup>2</sup>.

## **Studies and designs of the drinking water and sewerage system for the town of Madean, Madean district, Yauyos province, Lima region**

FLORES TAMARA, Reyna Isabel<sup>1</sup>; CHANGANAQUI SANCHEZ, Manuel Angel<sup>2</sup>

### **ABSTRACT**

**Objective:** To carry out the preliminary studies and designs of the potable water and sewerage system for the town of Madean, Madean district, Yauyos province, Lima region. **Methods:** Population: potable water and sewerage system for the Madean town, Madean district, Yauyos province, Lima region; descriptive and explanatory transversal non-experimental design. The observation technique was used with tools such as theodolite, GPS, for the processing and analysis of the data descriptive statistics was used, for the design specialized software was used for the simulations and reports of the study. **Results:** a) Basic studies were carried out: topographic (the geographical features of the land, Manzaneo, Parks, Public Centers, housing expansion zones, mailboxes and areas where non-linear works such as the catchment, reservoir and plant were projected. treatment of wastewater and linear works such as line of conduction, adduction line and emitter), of soils (11 pits with depths ranging from 1.20 m to 5.50 m, mainly clayey with low plasticity of hard and wet consistency of brown color, there is no presence of groundwater). of sources and water quality (Water supply - Pichag Puquio 0.47 l / s and Suenag Rumi 0.64 l / s, of potable quality), environmental impact (environmental factors air, soil, landscape, noise, water, fauna and flora with high baseline, vulnerability and risk (moderate in catchment, line of conduction, water network and sewerage and WWTP) b) Parameters of hydraulic and structural design of the potable water and sewerage system are identified and determined in base to previous studies; c) The drinking water system was designed, it includes the hillside catchment, the pipeline, the reservoir, the adduction and distribution networks, the air crossing, d) the sewage system was designed with piping units, grid and desander chamber, tank imhoff, drying bed, biological filter, chlorine contact chamber. **Conclusions:** a) Previous studies are identified and carried out for the designs of the potable water and sewerage system b) The hydraulic and structural design parameters of the potable water and sewerage system are identified and determined based on the previous studies, c) The design of the potable water system will be carried out based on the regulations and the hydraulic and structural design parameters determined. d) The design of the sewerage system will be based on the regulations and hydraulic and structural design parameters determined for the town of Madean, Madean district, Yauyos province, Lima region.

**Keywords:** Studies, designs, drinking water system, sewerage

Facultad de Ingeniería Civil, email: rflorestamara@gmail.com<sup>1</sup>, ing.changanaqui@gmail.com<sup>2</sup>.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis: *estudios y diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima*, contiene una descripción detallada de los estudios previos y diseños que se realizaron para dotar al centro poblado de Madean, con los servicios básicos de Agua potable y Alcantarillado, de manera que cuenten con sistemas eficientes, técnicamente diseñados, confiables y que cumplan los parámetros ambientales necesarios.

Los servicios básicos de los que dispone el centro poblado de Madean no permiten que su condición de vida sea de calidad, debido a la falta de infraestructura en lo referente a los servicios básicos de agua potable y alcantarillado.

Para esto se ha realizado los diseños de los sistemas proyectados a 20 años, actualmente la comunidad cuenta con 682 habitantes

En primera instancia se realizaron los siguientes estudios: Estudio topográfico, Estudio de suelos, Estudio de fuentes y calidad de agua, Estudio de impacto ambiental y Estudio de vulnerabilidad y riego. Luego se realizó el diseño y cálculo hidráulico para el sistema de agua potable y para el sistema de alcantarillado. Finalmente se realizó el diseño y calculo estructural para el sistema de agua potable y para el sistema de alcantarillado.

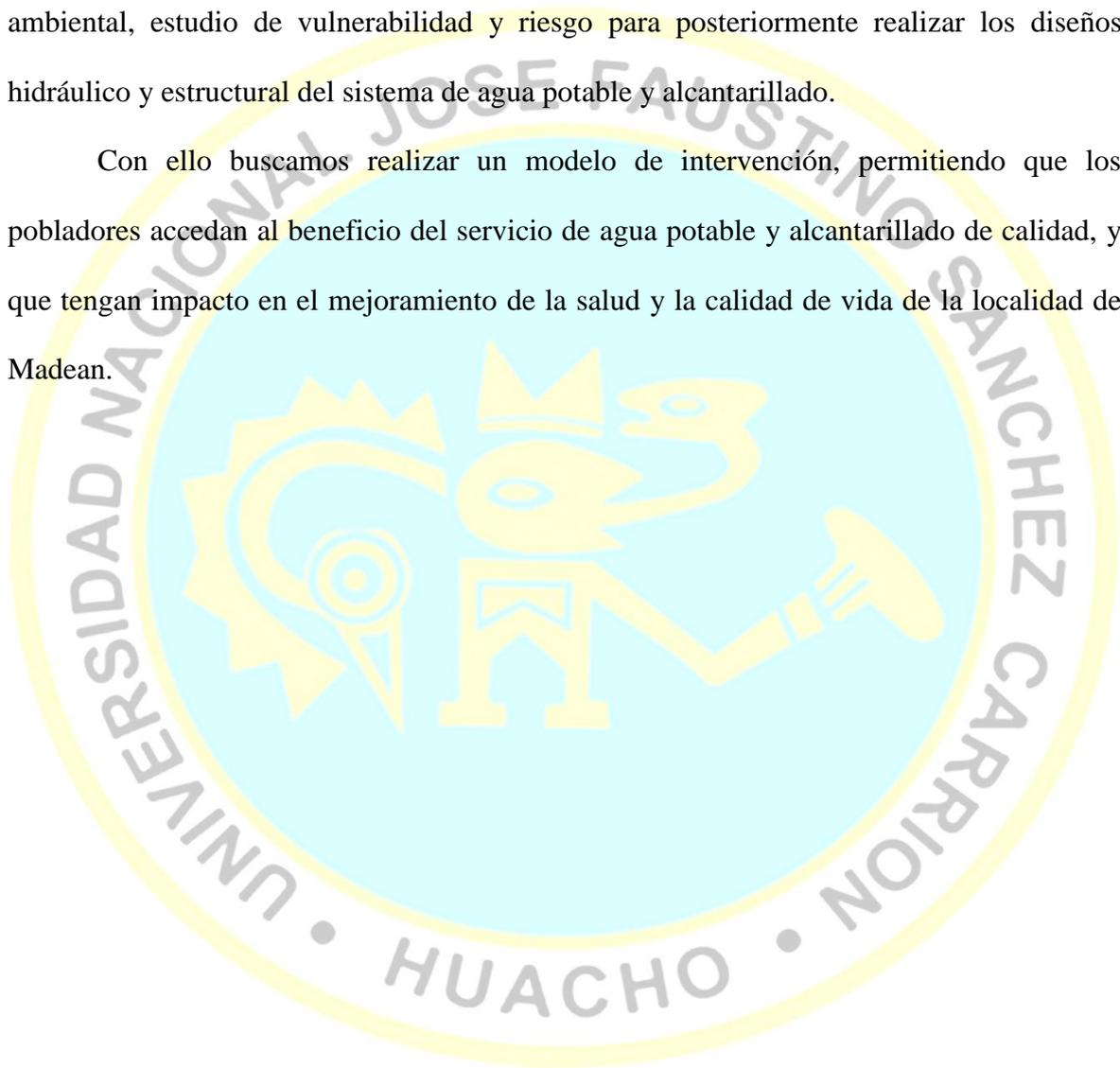
En el presente trabajo que se ha investigado se analizó cada uno de los estudios para que pueda ser concebido de manera más óptima la solución a la necesidad de mejorar los suministros de agua potable y alcantarillado a nivel de infraestructura.

El área de estudio se encuentra en la localidad de Madean, con coordenadas UTM WGS-84 de 8568874.271, 415687.108 a 3275 msnm, que cuenta con una pequeña parte del servicio de agua que presenta contaminación en el foco del manantial y alcantarillado que se encuentran colapsado el tanque séptico y los pozos percoladores.

Esta situación compromete la salud de la población, es por ello que este trabajo propone analizar los estudios y realizar el diseño de los componentes del sistema de agua potable y del sistema de alcantarillado.

Para ello se realizaron los estudios básicos necesarios como: estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de fuentes y calidad de agua, estudio de impacto ambiental, estudio de vulnerabilidad y riesgo para posteriormente realizar los diseños hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado.

Con ello buscamos realizar un modelo de intervención, permitiendo que los pobladores accedan al beneficio del servicio de agua potable y alcantarillado de calidad, y que tengan impacto en el mejoramiento de la salud y la calidad de vida de la localidad de Madean.



# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Del total de agua existente en el planeta, únicamente el 3% es agua dulce. Pero de este porcentaje, la mayoría (el 79%) está en forma de hielo (por lo que no está disponible para su uso) y el resto se encuentra como agua líquida: en forma de aguas subterráneas (el 20%) y, únicamente el 1% restante, como aguas superficiales. Pero estos recursos no son inagotables. Hemos de tener en cuenta que la capacidad de aprovechamiento del escaso porcentaje de agua disponible, se ve notablemente disminuida debido a los incesantes cambios en nuestra civilización que conducen inexorablemente a su deterioro y escasez.

Los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad. La comunidad debe conocer la importancia de la "calidad" de la misma y esa misma comunidad de encargarse de su cuidado y preservación.

Actualmente en el Perú se desestima el real problema que esta situación presenta, pues el crecimiento exagerado de la población es de preocupación especial en las reuniones de estado para poder abastecer de agua a toda la población y sobre todo también se desestima la falta de conciencia en la utilización despreocupada de este elemento tan esencial.

El servicio de agua del distrito de Madeán, *no es potable*; alcanza aproximadamente 10 horas del día, alcanzando al 90% de las viviendas con conexión domiciliaría en pésimas condiciones. El Problema de Madeán es la escasez de la fuente de agua; típico para este sector,

que agrupa a los distritos de Azángaro y Chocos; no cuentan con cantidad suficiente de recurso hídrico para abastecerse por gravedad. Las pocas cantidades de agua, es compartida con agricultores, ganaderos.

En consecuencia, se formula el siguiente problema de investigación:

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿Cómo los estudios permiten los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Qué estudios se deben realizar para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima?
- ¿Qué parámetros de diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado se determinan en base a los estudios previos realizados en el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima?
- ¿Cómo será el diseño del sistema de agua potable en base a la normativa y los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima?
- ¿Cómo será el diseño del sistema de alcantarillado en base a los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Realizar los estudios previos y diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar los estudios previos para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.
- Determinar los parámetros de diseño hidráulico y estructural para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado en base a los estudios previos realizados en el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.
- Realizar el diseño del sistema de agua potable en base a la normativa y los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.
- Realizar el diseño del sistema de alcantarillado en base a la normativa y los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

El estudio está justificado teóricamente, por el hecho que se cuenta con información importante y actualizada para la realización del estudio. Asimismo, los resultados obtenidos servirán como soporte a la municipalidad la gestión ante las autoridades su implementación.

## **1.4.2 Justificación Práctica**

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas, son de gran importancia para los pobladores del centro poblado de Madean, y que su aplicación e implementación contribuirá de manera práctica en solucionar un problema de la localidad, como es el suministro de agua potable para el consumo de los pobladores.

## **1.4.3 Justificación Legal**

En este estudio se establecieron inicialmente las normativas legales aplicables, que aseguren y/o garanticen que los resultados obtenidos, estén acorde a los avances y normativas existentes.

## **1.4.4 Justificación Social**

El estudio tiene relevancia Social, ya que permitirá a los pobladores de Madean contar con un servicio permanente de agua potable y asimismo una correcta disposición a través de un tratamiento adecuado a sus efluentes domésticos.

## **1.5 Delimitaciones del estudio**

### **1.5.1 Delimitación Espacial**

- Lugar : Centro poblado Madean
- Distrito : Madean
- Provincia : Yauyos
- Departamento : Lima
- Región : Lima Provincias

### **1.5.2 Delimitación Temporal**

- Meses : Junio – Setiembre
- Año : 2017

### **1.5.3 Delimitación Teórica**

- Estudio topográfico
- Estudio de suelos
- Estudio de fuentes y calidad de agua
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de vulnerabilidad y riesgo
- Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado
- Metrados

### **1.6 Viabilidad del estudio**

#### **1.6.1 Viabilidad técnica**

El estudio tuvo una viabilidad técnica en vista que se concretizó con personal calificado y apoyo de las autoridades del centro poblado Madean.

#### **1.6.2 Viabilidad ambiental**

Debido a la naturaleza del estudio, los impactos ambientales desde el inicio de las operaciones fueron controladas, dando por resultado un impacto ambiental positivo hacia el centro poblado de Madean.

#### **1.6.3 Viabilidad financiera**

El recurso económico necesario para el estudio estuvo garantizado en su totalidad por los investigadores y el auspicio de la municipalidad de Madean.

#### **1.6.4 Viabilidad social**

El estudio tuvo una viabilidad social, porque se encontró con personal calificado y no calificado en su ejecución. Asimismo, los pobladores del centro poblado de Madean tienen conocimiento al respecto y muestran muchas expectativas del estudio.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Montaño (2015) Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD, Colombia, en su tesis titulada: *Proyecto Piloto de uso Eficiente y Ahorro de agua en dos Instituciones Educativas del Municipio de Tuluá*, cuyo objetivo fue formular el proyecto piloto de uso eficiente y ahorro de agua en dos instituciones educativas del municipio de Tuluá, Valle del Cauca, llegando a concluir: que la institución educativa Tomás Uribe cuenta en su mayoría con los elementos de plomería para hacer el uso eficiente del recursos de agua; más se debe mejorar en el aspecto cultural de los alumnos para aprovechar los mencionados elementos. También se concluye que una de las fallas más recurrente en las instalaciones de fontanería de las instituciones es la fuga en sanitarios, quizá se deba a una falta de mantenimiento; aspecto que puede obviarse la fuga no es fácil de detectar a simple vista. La formulación del proyecto de uso eficiente y ahorro de agua en dos instituciones educativas del municipio de Tuluá, se constituye en un producto del programa de uso racional y ahorro eficiente del recurso agua en la zona rural y urbana del municipio de Tuluá; que a su vez hace parte del plan de desarrollo municipal 2012-2015.

Meneses & Reyes (2007). Instituto Politécnico Nacional, México, en su tesis titulada: *Diagnóstico y Mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la Localidad del Municipio de Zamora Michoacán*, cuyo objetivo fue identificar la situación actual del servicio de agua y saneamiento de la localidad de Zamora de Hidalgo,

municipio de Michoacán; para proyectar de forma integral los requerimientos de dichos servicios para un futuro y proponer acciones para mitigar la problemática detectada. Para cumplir con los objetivos generales de este estudio se efectuaron la recopilación, validación e integración de la información, para lo cual hicieron diversos recorridos de campo con el objeto de verificar físicamente los elementos integrantes de cada uno de los sistemas, así mismo se llevaron a cabo una serie de entrevistas con el personal encargado de cada una de las subdirecciones que conforman el organismo operado, obteniendo con ella la información necesaria para la elaboración del estudio.

Valenzuela (2007), Universidad de Chile, en su tesis titulada: *Diagnóstico y Mejoramiento de las Condiciones de Saneamiento Básico de la Comuna de Castro*, cuyo objetivo fue elaborar un diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico de la comuna de Castro a través de la recopilación de información en terreno, llegando a proponer mejoras como la instalación de un relleno sanitario para la comuna y la confección de un plan de muestreo de calidad de aguas en los sistemas de APR; se incluyen además los costos preliminares asociados a estas propuestas.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Apaza (2015), Universidad Nacional del Altiplano – Puno. en su tesis titulada: *diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno*, cuyo objetivo fue diseñar un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores Cabanilla – Lampa – Puno llegando a concluir: que los componentes de sistema de agua potable son los siguientes: 02 capacitaciones tipo ladera, una cámara de reunión, línea de conducción de 4715.34 metros lineales, 5 cámaras rompe presión tipo 06, un reservorio de 10 m<sup>3</sup>, una caseta de válvulas, red de distribución más

aducción con 37361.08 metros lineales de tuberías PVC SAP y 110 piletas públicas. Las familias que se beneficiaran en forma inmediata serán en un número de 110, que contarán con agua potable y saneamiento básico, con salubridad, higiene y calidad, unidades básicas de saneamiento las 24 horas del día, superando todo tipo de enfermedades gastrointestinales diarreicas y dérmicas, a su vez acarrees de agua desde fuentes de abastecimiento distantes a las viviendas, las mismas que no son recomendados para el consumo humano.

Concha & Guillén, (2014), Universidad César Vallejo– Trujillo en su tesis titulada: *mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (Caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica*, cuyo objetivo es contar con un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente que satisfaga la demanda actual y futura de la población, asegurando las condiciones sanitarias, minimizando costos que conlleva un abastecimiento mediante la fuente de captación, llegando a las siguientes conclusiones: se calculó el caudal del diseño, siendo este de 52,65 lt/seg. Mediante el método geofísico se pudo interpretar que el basamento rocoso se encuentra a partir de los 100 m, por lo que se podría profundizar el pozo existente hasta los 90 m. de acuerdo con las pruebas realizadas, el caudal de bombeo será de 60 lt/seg con un tiempo de bombeo de 24 hr.

Carbajal, (2009), Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, en su tesis titulada: *diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el caserío de Caypanda, distrito y provincia de Santiago de Chuco. Región La Libertad*, cuyo objetivo fue diseñar un Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Caserío de Caypanda. Distrito y Provincia de Santiago de Chuco. Región La Libertad llegando a concluir: que el diseño más conveniente de un Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Caserío Caypanda, es mediante una fuente subterránea, redes de distribución abiertas y

letrinas sanitarias. Los subsistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento deben conformar siempre un proyecto integral, pues de esta manera se estará incrementando los niveles de cobertura de estos servicios, reduciendo las enfermedades de la población y elevando los niveles de vida y salud de la misma.

Urbina\_(2014) Universidad Señor de Sipán – Lambayeque, en su tesis titulada: *Mejoramiento del Servicio de agua potable e instalaciones de servicio de saneamiento de la localidad de Uchamarca, Uchamarca - Bolivar - La Libertad*, tipo tecnología aplicada y diseño cuasi experimental, cuyo objetivo fue elaborar el proyecto a nivel de Ingeniería que permita la creación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Sector Las palmeras, Distrito de Pimentel – Provincia de Chiclayo – Región Lambayeque para cubrir las necesidades básicas utilizando la norma vigente de saneamiento. Llegando a concluir: que con el estudio de la demanda de agua potable se obtuvieron los caudales de diseño (caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario) para el periodo de diseño del año 18 son 2,44 l/s y 6.09 l/s respectivamente; mientras que, para la demanda de alcantarillado el caudal promedio para el periodo de diseño del año 20 es 1,48 l/s habiendo considerado un coeficiente de retorno del 80%.

## **2.2 Bases teóricas**

Según la guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2016), se tiene:

### **2.2.1 Estudios básicos**

#### **2.2.1.1. Estudio topográfico**

Memoria Descriptiva del trabajo realizado y resultados obtenidos (incluye data de los puntos tomados, panel fotográfico). (pág. 36)

El estudio de topografía deberá elaborarse sobre la base de un BM oficial o un BM Auxiliar. Deberán definirse las curvas de nivel cada metro de desnivel, en toda la extensión del proyecto. En el caso de líneas de conducción, aducción y/o impulsión, sólo será necesario que se delimite su recorrido, considerando un ancho de 10m por lado. (pág. 36)

Asimismo, para los planos de los perfiles longitudinales de las líneas de conducción y/o líneas de impulsión, se dibujarán a escalas horizontal 1/500 y vertical 1/50 incluyendo la ubicación de cruces e interferencias de las redes de agua, alcantarillado, redes telefónicas, eléctricas, etc., si las hubiera, para considerar en el presupuesto su protección durante la ejecución de las obras. (pág. 36)

#### **2.2.1.2. Estudio de suelos**

El Estudio de mecánica de suelos debe corresponder al ámbito del estudio del proyecto, de manera que se identifique el tipo de terreno en donde se realizarán las diferentes actividades del proyecto. Para ello es necesario, que este estudio considere como resultado, los siguientes parámetros: (pág. 37)

- Número de calicata por componentes
- Tipo de terreno
- Agresividad del terreno contra el concreto y el acero (Calidad Físico-Química del Suelo)
- Capacidad Portante
- Profundidad de la napa freática (para plantas de tratamiento de aguas residuales)

El estudio de mecánica de suelos, deberá recomendar el tipo de cemento a utilizar y/o el empleo de aditivos, u otras medidas de protección adecuadas para cada material. Asimismo, el estudio deberá considerar un plano con la ubicación y cantidad de las calicatas realizadas, las

mismas que deben tener una relación con la profundidad de la excavación para cimentación a realizar, con su respectiva codificación. (pág. 37)

### **2.2.1.3. Estudio de fuentes y calidad de agua**

- Estudio de fuentes:

El Reglamento de Procedimiento Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorizaciones de Ejecución de obras en fuentes naturales de Agua aprobado con la Resolución Jefatural N° 007- 2015-ANA de fecha 08 de enero de 2015 de la Autoridad Nacional del Agua – ANA, establece 5 formatos - anexos para la elaboración de los estudios de aprovechamiento hídrico para acreditar la Disponibilidad Hídrica de las fuentes. (pág. 37)

Para el caso de estudio se considera:

a) Memoria Descriptiva para la acreditación de la disponibilidad hídrica superficial de pequeños proyectos - Formato Anexo N° 07 (pág. 38)

- Calidad de agua:

El análisis del agua a tratar debe ser sustentada como resultado del análisis actualizado por un laboratorio acreditado, los cuales deberán evaluar con los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM. (MINAM, 2017)

Los factores físicos – químicos, inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos serán evaluados para garantizar que se encuentren dentro de la Sub Categoría A (Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable).

### **2.2.1.4. Estudio de impacto ambiental**

Según la RM N°300-2013-MINAM, (2013) indica que en Saneamiento Rural (centro poblado que no sobrepase 2,000 hab.) solo se tramita la Ficha Técnica Ambiental, con exclusión

de los siguientes proyectos de inversión rural que no generan impactos ambientales negativos significativos (\*):

- Agua potable por gravedad sin tratamiento.
- Agua potable por gravedad con tratamiento.
- Agua potable por bombeo sin tratamiento.
- Agua potable por bombeo con tratamiento.
- Unidad básica de saneamiento (USB) de arrastre hidráulico.
- UBS ecológica o compostera.
- UBS de compostaje continuo.
- USB de hoyo seco ventilado

Solo se tramite la ficha técnica ambiental

(\*) La exclusión no aplica a proyectos de saneamiento rural que a partir de las referidas tecnologías se ejecuten en áreas naturales protegidas, zonas de amortiguamiento y/o zonas donde se haya comprobado la presencia de restos arqueológicos.

#### **2.2.1.5. Estudio de vulnerabilidad y riesgo**

Considera peligros identificados en el área del PIP (peligro y nivel), medidas de reducción de riesgo de desastres, costos de inversión asociados a las medidas de reducción de riesgos de desastres (Pag. 49).

El estudio de vulnerabilidad y riesgos, deberá permitir a la Unidad Ejecutora la identificación de zonas de riesgos ya sea por inundaciones, deslizamientos, entre otros, que pueda generar problemas operativos del sistema. Dicho estudio debe considerar como mínimo:

- Identificación de zonas de riesgos
- Matriz de riesgos

- Medidas de preventivas
- Medidas de contingencias
- Si es zona identificada como vulnerable, en alguna instancia INDECI u otros.

## **2.2.2 Diseños del sistema de agua potable y alcantarillado**

### **2.2.2.1. Diseño y calculo hidráulico**

Todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario, deberán justificarse mediante un cálculo hidráulico, de manera que se determine sus dimensiones objetivamente. (Pag. 50 y 131)

Además, se deberá incluir el balance de masas del efluente de la PTAR proyectada para verificar el cumplimiento de los ECA y LMP. (Pag. 142)

### **2.2.2.2. Diseño y cálculo estructural**

Todos los componentes estructurales del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario, deberán justificarse mediante un cálculo estructural, de manera que se determine los refuerzos objetivamente. (pág. 70 y 144)

### **2.2.2.3. Normas técnicas y/o disposiciones técnicas**

Para la propuesta del sistema de Agua Potable se toma en consideración la:

- RM N° 192-2018-VIVIENDA (2018)

Para la propuesta del sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales tomar en consideración las siguientes normas técnicas y/o disposiciones técnicas:

- OS.070 – RNE: Redes de aguas residuales. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006)
- OS.090 – RNE: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

- Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM: Límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. (MINAM, 2010)

#### 2.2.2.4. Metrados

Todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario, deberán ser cuantificados mediante un metrado, resultado final de los cálculos hidráulicos y estructurales. (Pag. 159)

### 2.3 Definición de términos básicos

**Fuente de Abastecimiento:** Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento a una cierta población, el mismo que se presenta como superficial, subterráneo o incluso.

**Captación:** Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de agua.

**Cámara rompe presión:** Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero, con la finalidad de evitar daños a la tubería.

**Válvula de Aire:** Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática.

**Válvula de Purga:** Válvulas ubicadas en los puntos más bajos de la línea de conducción para eliminar la acumulación de sedimentos.

**Línea de Conducción:** Es la estructura que conecta la captación con el reservorio.

**Reservorio:** infraestructura destinada al almacenamiento de agua para el consumo humano, comercial, estatal y social.

**Línea de Aducción:** Es la estructura que conecta el reservorio con las redes de distribución.

**Redes de Distribución:** Es el conjunto de tuberías principales y secundarias que abastecen de agua a las viviendas

**Redes de Recolección:** Conjunto de tuberías principales y secundarias que permiten la recolección de las aguas residuales de las viviendas.

**Tensión Tractiva:** Es el esfuerzo tangencial unitario asociado al escurrimiento por gravedad en la tubería de alcantarillado, ejercido por el líquido sobre el material depositado.

**Pendiente Mínima:** Es la mínima pendiente determinada utilizando el criterio de tensión tractiva que garantiza la auto limpieza de la tubería.

**Buzón.** Estructura de forma cilíndrica generalmente de 1.20m de diámetro. Se usan al inicio de la red, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambios de pendiente, su separación es función del diámetro de los conductos y tiene la finalidad de facilitar las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer una adecuada ventilación.

**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** Es un conjunto de infraestructura que realizan un proceso que deben de experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor.

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis general**

- Los estudios previos nos permiten plantear y justificar detalladamente los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado para el Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima.

#### 2.4.2 Hipótesis específicas

- Los estudios previos son identificados y realizados para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado del Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima
- Los parámetros de diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado son identificados y determinados en base a los estudios previos realizados en el Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima
- El diseño del sistema de agua potable se realizará en base a la normativa y los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima
- El diseño del sistema de alcantarillado se realizará en base a la normativa y a los parámetros de diseño hidráulico y estructural determinados para el Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

La diversidad y complejidad de los hechos y fenómenos de la realidad (social y natural) han conducido a diseñar y elaborar numerosas y variadas estrategias, para analizar y responder a los problemas de investigación según su propia naturaleza y características. Así, por ejemplo, tenemos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales, ambos con igual importancia y trascendencia en el plano científico. (Carrasco, 2017, pág. 59)

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realizar, podemos determinar el tipo de investigación al que corresponde. Esta labor debe realizarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener bien definido lo que se piensa hacer y qué tipo de información se debe obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en cadena. (Carrasco, 2017, pág. 43)

Investigación aplicada.

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas, que en esencia representan el propósito fundamental de la investigación científica, deben realizarse guardando un cierto orden progresivo y escalonado. (Carrasco, 2017, pág. 41)

Investigación descriptiva - explicativa

### **3.1.3 Diseño**

No experimental transversal descriptivo y explicativo.

Descriptivo por el hecho de que se va a realizar estudios previos y explicativa porque permitirá en base a éstos, el diseño del sistema de tratamiento de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

### **3.1.4 Enfoque**

La metodología del presente trabajo de investigación es cualitativa y cuantitativa. Cualitativa en lo que respecta al recojo de información en los estudios básicos del proyecto. Y cuantitativa, por el hecho que utilizaran y procesaran los datos para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima

### **3.2.2 Muestra**

Sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima

## **3.3 Operacionalización de variables e indicadores**

Se indica en la tabla 1.

Tabla 1.

*Operacionalización de variables*

Variables	Dimensión	Escala
<u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u>  1. <i>Estudios</i>	1.1 Estudio topográfico	Nominal
	1.2 Estudio de suelos	Nominal
	1.3 Estudio de fuentes y calidad de agua	Nominal
	1.4 Estudio de impacto ambiental	Nominal
	1.5 Estudio de vulnerabilidad y riesgo	Nominal
<u>VARIABLE DEPENDIENTE</u>  2. <i>Diseños del sistema de agua potable y alcantarillado</i>	2.3 Diseño del sistema de agua potable	Nominal
	2.4 Diseño del sistema de alcantarillado	Nominal

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnicas a emplear

Utilizaremos las siguientes técnicas:

- **Técnicas documentales:** La investigación de carácter documental se apoya en la recopilación de antecedentes a través de documentos gráficos de cualquier índole y de diversos autores, en los que el investigador fundamenta y complementa su investigación. (Ledesma Vera, 2014)
- **Técnica de Campo**

**Técnica de observación:** La observación consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar. A través de sus sentidos el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente. (Sabino, 1992, pág. 111)

La observación es la acción de observar, de mirar detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación.

Observación significa también el conjunto de cosas observadas, el conjunto de datos y conjunto de fenómenos. En este sentido, que pudiéramos llamar objetivo, observación equivale a dato, a fenómeno, a hechos. (Paradinas, 2005, pág. 89)

#### 3.4.2 Descripción de los instrumentos

Para cada técnica los siguientes instrumentos:

**a) Instrumentos de técnicas documentales**

**Fuentes bibliográficas:** Enciclopedias, diccionarios, guías, tratados, manuales, libros de textos, tesis, revistas, normas técnicas, catálogo de equipos, especificaciones técnicas de productos, marchas analíticas estandarizadas.

**Fuentes iconográficas:** Diapositivas, videos.

**Fuentes magnéticas:** Equipo de cómputo, CD-ROM

**b) Instrumentos de técnicas de campo**

**Observación.**

- Lista de cotejo
- Ficha de observación.
- Cámara fotográfica
- Filmadora.

**c) Instrumentos para los estudios básicos.**

- 01 estación Total LEICA Modelo TS 02 PLUS.
- 01 trípode metálico LEICA para Estación
- 03 prismas
- 04 radios Walkie Takie, Motorolas
- GPS Navegador GPSMAP 76CSx
- 01 cámara Fotográfica Digital
- 01 laptop
- Equipo de Software (AutoCad Civil 3D, Microsoft Office, etc.).
- Winchas cortas y de 60 metros
- Pilas recargables, extensiones eléctricas.
- Aparato de tamizado

- Balanza de triple brazo
- Desecadores
- Equipos de análisis de agua de laboratorios acreditados.

### 3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento y análisis de la información obtenidos se utilizó el método científico, conjuntamente con el proceso de mejora continua en la búsqueda de soluciones al sistema de agua potable y alcantarillado. Así, para el procesamiento de datos y desarrollo de tablas se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Office con aplicación de la estadística descriptiva para la obtención de información. Para la representación se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel en el desarrollo de gráficos de barras y otros para representar la información obtenida y para el desarrollo de diagramas y planos se utilizó un software AutoCAD,

Se utilizaron técnicas como:

**Clasificación:** Los datos recolectados se clasificaron respecto al sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

**Registro:** Se traspasó los datos recabados del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Madean a fichas para su posterior tratamiento

**Tratamiento:** Se utilizó el Microsoft Excel para el cálculo de las observaciones y análisis documentales realizados al sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado Madean.

**Presentación:** La información digitada al programa de cálculo, permitieron realizar las tablas y presentar las gráficas del Diagnóstico.

**Metodología para el estudio topográfico:**

Se describirá el terreno: Zona rural con una topografía pronunciada donde se proyecta el sistema de agua potable y alcantarillado.

**Trabajo de campo:** Reconocido el campo se procedió a ubicar las zonas de interés como, luego se procedió a ubicar las estaciones y a realizar el levantamiento topográfico. Finalmente se procedió a la ubicación de 6 puntos monumentados para trabajos de replanteo.

**Trabajo de gabinete:** Procesamiento de Datos con software Topográfico (Autocad Civil 3D 2013 y Microsoft Excel) y se procedió al dibujo de los planos.

**Metodología para el estudio de suelos:**

Se describirá el terreno: que esté compuesto por material de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón claro, donde se proyecta el sistema de agua potable y alcantarillado.

**Trabajo de campo:** Reconocido el campo se procedió a ubicar las zonas de interés como, luego se procedió a excavar 11 calicatas a cielo abierto, descartando presencia de nivel freático.

**Trabajo de gabinete:** Procesamiento de Datos en hoja de cálculo Microsoft Office y se procedió a revisar los resultados.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Análisis de resultados**

##### **4.1.1 Estudios para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado**

###### **4.1.1.1. Estudio topográfico**

Se identificaron los accidentes geográficos del terreno, Manzaneo, Parques, Centros Públicos, zonas de expansión de viviendas, buzones y zonas donde se proyectan las obras no lineales como la captación, reservorio y planta de tratamiento de aguas residuales y obras lineales como línea de conducción, línea de aducción y emisor. Consolidados en el plano Topográfico de la localidad de Madean como se indica en el *anexo 3*. Este plano contiene la siguiente información: planimetría (manzaneo), altimetría (Se consignan curvas de nivel Principales considerando un espaciamiento de 10.00 m y curvas de nivel Secundarias con un espaciamiento de 2.00 m, la cota de las curvas están respecto al nivel del mar) y datos técnicos del Levantamiento Topográfico (Cuadro Técnico de puntos topográficos - coordenadas UTM (WGS-84) y cotas m.s.n.m. y cuadro Técnico de BM'S Monumentados - coordenadas UTM (WGS-84) y cotas m.s.n.m.).

A continuación se indican los datos técnicos de los BMs del estudio topográfico:

Tabla 2.

*Datos técnicos de los BM del estudio topográfico*

COORDENADAS UTM (WGS-84)

BM	NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m.)	ZONA	DESCRIPCIÓN
01	8562595,32	421202,12	3764,45	18L	Tomado en la captación "SUENAG RUMI",
02	8565119,72	417818,55	3420,15	18L	Tomado en la captación "PICHAG PUQUIO"
03	8568713,75	415715,06	3330,00	18L	Tomado en el reservorio en el sistema de agua del Centro Poblado de Madean
04	8568921,06	415750,04	3263,50	18L	Tomado en vereda existente del centro de salud del Distrito de Madean
05	8568874,33	415687,13	3275,00	18L	Ubicado en la plaza de armas del Distrito de Madean
06	8568962,86	415727,97	3259,50	18L	Ubicado en la loza deportiva del Distrito de Madean

Fuente: Elaboración propia

**4.1.1.2. Estudio de suelos**

Se realizó con la finalidad de establecer las condiciones actuales de la estratigrafía del suelo, análisis granulométrico, cálculo de límite, ensayo de corte directo y análisis químico en el sector donde se proyectarán los componentes del sistema de agua potable como del sistema de alcantarillado. Los parámetros geotécnicos, se sustentan con los resultados de las

investigaciones de Mecánica de Suelos: Excavaciones exploratorias de 11 calicatas a cielo abierto.

**a) Geología**

En el área de estudio afloran diferentes unidades geológicas basadas en su litología, cuyas edades datan desde el Jurásico hasta el Holoceno Reciente. La composición de estas unidades varía desde sedimentarias a ígneas y volcánicas, cubierta parcialmente por sedimentos clásticos no consolidado, depositado en el ambiente marino y lacustre. Las unidades geológicas que caracterizan al ámbito de la RPNYC tienen diferente composición y resistencia, a partir de las cuales se originan los principales eventos geodinámicas que modela el paisaje actual.

**b) Geografía**

Tiene una superficie de 220,72 Km<sup>2</sup>. Su capital es el centro poblado de Madean.

**c) Clima**

La temperatura máxima es de 28 °C, mientras que la temperatura mínima 10 °C. La temperatura de lluvia es entre los meses de enero y marzo.

**d) Sismicidad**

De acuerdo al nuevo mapa de zonificación sísmica del Perú según la nueva norma sismo resistente (NTE E.030) aprobada mediante Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA, (2018).

Se concluye que el área en el estudio se encuentra dentro de la zona de sismicidad (zona 3) como se indica en *anexo 4*, existiendo la posibilidad que ocurran sismos de alta intensidad. De VIII en la escala Mercalli modificada.

De acuerdo a las normas de diseño sismo resistente NTE E.030, los parámetros geotécnicos corresponden a un perfil de suelo Tipo S3.

### e) Perfiles estratigráficos

El trabajo de campo realizado en la zona, en base a las calicatas se observó que presenta dos estratos bien definidos, lo cual se realizaron de manera manual a cielo abierto.

Tabla 3.

#### *Perfil estratigráfico*

ITEM	CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	C-1		0,00 - 5,50	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro con presencia de fragmentos de rocas medianas. No se encontró la presencia de la napa freática, presenta raíces
2	C-2		0,00 - 2,00	Material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia suelta y húmeda de color marrón oscuro con presencia de fragmentos de rocas pequeñas. No se encontró la presencia de fragmentos de rocas pequeñas. No se encontró la presencia de la napa freática, presencia de raíces.
3	C-3		0,00 - 2,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón claro, no se encontró la presencia de la napa freática.
4	C-4		0,00 - 1,20	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material roca ígnea intrusiva, meteorizada y caliza con mezcla de tierra de chacra arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, no se encontró la presencia de la napa freática
5	C-5		0,00 - 2,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de

			baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, no se encontró la presencia de la napa freática.
6	C-6	0,00 - 3,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, no se encontró la presencia de la napa freática.
7	C-7	0,00 - 3,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, no se encontró la presencia de la napa freática.
8	C-8	0,00 - 2,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, no se encontró la presencia de la napa freática.
9	C-9	0,00 - 3,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, con una matriz arena gravosa no se encontró la presencia de la napa freática.
10	C-10	0,00 - 3,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón oscuro, con una matriz arena gravosa no se encontró la presencia de la napa freática.
11	C-11	0,00 - 3,00	Cobertura vegetal sobre el suelo compuesto por material tierra de chacra fina arcillosa de baja plasticidad de consistencia dura y húmeda de color marrón claro, no se encontró la presencia de la napa freática.

Fuente: Elaboración propia

**f) Agresión al suelo de cimentación**

Se indican los resultados obtenidos del análisis químico de sales agresivas al concreto realizadas a las calicatas:

Tabla 4.

*Análisis químico de las sales agresivas al concreto*

Descripción	Calicata	Cloruros	Sulfatos	Sólidos solubles
		Cl ASTM D 3370-1999 AASHTO T 291 Ppm	(SO <sub>4</sub> ) ASTM E 275:2001 AASHTO T 290 Ppm	totales ASTM D 1888 MTC E 219:2000
PTAR proyectado	C-1	105	380	510
Reservorio proyectado	C-2	85	250	420
Captación proyectado	C-3	165	348	690
Emisor	C-4	95	112	385
Calle s/n	C-5	210	430	640

Fuente: Reporte de análisis Empresa WRC INGENIERIA S.A.C.

Tabla 5. Resultados del ensayo corte directo

*Resultados del ensayo corte directo*

<b>CALICATA</b>	<b>C-1</b>	<b>C.2</b>	<b>C-3</b>
Muestra	M-1	M-1	M-1
Profundidad	5,50	1,20	2,00
Clasificación sus	SC	SC	SC
Angulo de fricción (Ø)	25,3	25,8	24,7
Cohesión (c ) Kg/cm	0,00	0,00	0,00
Qadm.(Kg/cm <sup>2</sup> )	3,43	1,48	1,20

Fuente: Reporte de análisis Empresa WRC INGENIERIA S.A.C.

#### 4.1.1.3. Estudio de fuentes y calidad de agua

##### a) Estudio de fuentes

Se realizó el método volumétrico como se muestra en la imagen del *anexo 10* con la finalidad de estimar los caudales en los puntos de interés y determinar la oferta y demanda hídrica durante el tiempo de vida del proyecto.

Tabla 6.

*Oferta hídrica - Pichag Puquio*

VOLUMEN(L)	TIEMPO (seg.)	CAUDAL(l/s)
4	8,20	0,49
4	8,60	0,47
4	8,90	0,45
4	8,80	0,45
4	8,20	0,49
<b>PROMEDIO (L/S)</b>		<b>0,47</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

*Oferta hídrica - Suenag Rumi*

VOLUMEN(L)	TIEMPO (seg.)	CAUDAL(l/s)
4	6,20	0,65
4	6,60	0,61
4	6,30	0,63
4	6,10	0,66
4	6,20	0,65
<b>PROMEDIO (L/S)</b>		<b>0,64</b>

Fuente: Elaboración propia

Luego se realizó los trámites para la acreditación hídrica de disponibilidad hídrica de las dos fuentes siendo aprobados con:

Pichag puquio:

R.A N° 312-2017-ANA-AAA.CF-ALA.MOC con fecha 6/11/2017

Suenag rumi:

R.D N° 1118-2016-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA con fecha 8/08/2016

R.D N° 1479-2018-ANA-AAA-CAÑETE-FORTALEZA con fecha 22/10/2018

### b) Calidad del agua

Se realizó el análisis del agua, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8 Análisis de aguas en captación proyectada Pichag Puquio - Madean

Análisis de aguas en captación proyectada Pichag Puquio - Madean

Ubicación: UTM 0417816 – 8565120

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Recuento de bacterias heterótrofas	-	2 ( e )
Detección de Colifagos (Virus)	-	< 0,1
Organismos vida libre como laga, protozoarios, copéodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos - Agua	-	Ausencia
Detección de larvas y huevos de helmintos, quistes y coquistes de protozoarios patógenos	-	Ausencia
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color verdadero	Unit. Pt-Co	0,1
Turbiedad	UNT	0,10
pH	-	7,20
conductividad eléctrica	uS/cm	115

Sólidos totales disueltos	mg/l	74,8
Cloruros	mg/l	19,2
ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Sulfatos	mg/l	19,5
Dureza total	mg/l	46,4
Amoniaco	mg/l	<002
Hierro	mg/l	<0,008
Manganeso	mg/l	<0,001
aluminio	mg/l	<0,002
cobre	mg/l	<0,01
zinc	mg/l	<0,02
Sodio	mg/l	15,2
Antimonio	mg/l	<0,006
Arsénico	mg/l	<0,009
Bario	mg/l	<0,007
Boro	mg/l	<0,02
Cadmio	mg/l	<0,002
Cianuro	mg/l	<0,001
Clorato	mg/l	<0,001
Clorito	mg/l	<0,01
Cloro libre	mg/l	<0,5
Cromo total	mg/l	<0,002
Fluor	mg/l	<0,003
Mercurio	mg/l	<0,001
Níquel	mg/l	<0,005
Nitratos	mg/l	0,003
Nitritos	mg/l	<0,01
Plomo	mg/l	<0,004
Selenio	mg/l	<0,01
Molibdeno	mg/l	<0,001

Uranio	mg/l	<0,007
Coliformes fecales o termo	NMP/ 100 ml	<1,1
Coliformes totales	NMP/ 100 ml	<1,1
Escherichia coli	NMP/ 100 ml	<1,1

Fuente: Informe de ensayo Empresa Baltic Control CMA S.A.

Tabla 9.

*Análisis de aguas en captación proyectada Suenag Rumi - Madean*

Ubicación: UTM 0421202 - 8562595

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Recuento de bacterias heterótrofas	UFC/ml	2 ( e )
Detección de Colifagos (Virus)	UFP/ml	< 0,1
Organismos vida libre como laga, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos - Agua	ind/100 ml	Ausencia
Detección de larvas y huevos de helmintos, quistes y coquistes de protozoarios patógenos	ind/100 ml	Ausencia
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color verdadero	Unit. Pt-Co	0,1
Turbiedad	UNT	0,10
pH	-	7,50
Conductividad eléctrica	uS/cm	201
Sólidos totales disueltos	mg/l	114,8
Cloruros	mg/l	29,8
Sulfatos	mg/l	39,8
Dureza total	mg/l	86
Amoniaco	mg/l	<0,02
Hierro	mg/l	<0,008
Amanganeso	mg/l	<0,001

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
aluminio	mg/l	<0,002
cobre	mg/l	<0,01
zinc	mg/l	<0,02
Sodio	mg/l	25,5
Antimonio	mg/l	<0,006
Arsénico	mg/l	0,009
Bario	mg/l	<0,007
Boro	mg/l	<0,02
Cadmio	mg/l	<0,002
Cianuro	mg/l	<0,001
Clorato	mg/l	<0,001
Clorito	mg/l	<0,01
Cloro libre	mg/l	<0,5
Cromo total	mg/l	<0,002
Fluor	mg/l	<0,003
Mercurio	mg/l	<0,001
Níquel	mg/l	<0,005
Nitratos	mg/l	0,03
Nitritos	mg/l	<0,01
Plomo	mg/l	<0,004
Selenio	mg/l	<0,01
Molibdeno	mg/l	<0,001
Uranio	mg/l	<0007
Coliformes fecales o termo	NMP/ 100 ml	<1,1
Coliformes totales	NMP/ 100 ml	<1,1
Escherichia coli	NMP/ 100 ml	<1,1

Fuente: Informe de ensayo Empresa Baltic Control CMA S.A.

#### 4.1.1.4. Estudio de impacto ambiental

Según la RM N°300-2013-MINAM, indica que los centros poblados que no sobrepase 2000 habitantes, solo se elabore la Ficha Técnica Ambiental (FTA). Se indica información relevante:

##### a) Condiciones ambientales y sociales del entorno del proyecto

Tabla 10.

*Características de la zona de emplazamiento del proyecto.*

Factor Ambiental	Descripción	Línea Base
Aire	En el área del proyecto no se ha realizado monitoreo de calidad de aire, no se cuenta con industrial ni empresa alguna que generen polvo o partículas en suspensión, solo se cuenta con afluencia vehicular de aproximadamente 5 vehículos diario en promedio.	Alta
Suelo	El tipo de suelo se diferencia dependiendo la ubicación de los componentes, el suelo en la línea de conducción tiene una capa superficial cultivable y de tipo rocoso generalmente utilizado para pastoreo.	Alta
Paisaje	El paisaje del área de influencia está conformado por cerros, quebradas áreas de cultivo y formaciones	Alta
Ruido	rocosas desde los 3325 hasta los 3772 m.s.n.m. las calles y accesos de Madean son de tipo afirmado, se cuenta con árboles de eucaliptos y pinos no se ha realizado monitoreo de ruido en el área de influencia del proyecto, no se cuenta con industrial ni empresa alguna que generen ruido, solo se cuenta con afluencia vehicular de aproximadamente 5 vehículos diario en promedio.	Alta
Agua	El punto de captación es un manantial y será conducido por tubería hasta el reservorio donde se realizara la cloración respectiva para suministrar a la población.	Alta
Fauna	La fauna silvestre contribuye en gran parte a la diversidad biológica y el patrimonio natural del país. en el área de estudio se pudo observar aves como paloma, patos, cernícalos ( <i>falco sparverius</i> ), tortolitas ( <i>columbina talpacoti</i> ), cuculí ( <i>zenayda meloda</i> )	Alta
Flora	Se entiende por flora el conjunto de especies y variedades de plantas en un territorio. el área de estudio se ubica desde los 3325msnm en el PTAR hasta los 3772 en el punto de captación (manantial) donde se puede apreciar especies herbáceas y arboreas	Alta

Fuente: Elaboración propia.

**b) Identificación de impactos ambientales**

Tabla 11.

*Descripción de los impactos ambientales, durante las etapas de ejecución de obra, O&M, cierre y abandono.*

Etapa del Proyecto	Denominación del Impacto	Medio al que afecta
Cierre y abandono	Mano de obra	Socioeconomía
Cierre y abandono	Generación de polvo, material particulado	Flora, fauna, persona
Cierre y abandono	Generación de ruido	Persona, fauna y flora
Cierre y abandono	Derrame de petróleo, gasolina, aceites y grasas	Suelo, aire (evaporarse)
Cierre y abandono	Generación de residuos sólidos	Suelo, cuerpos de agua
Operación y mantenimiento	Generación de polvo, material particulado	Flora, fauna, persona
Operación y mantenimiento	Mano de obra	Socioeconomía
Construcción	Mano de obra	Socioeconomía
Construcción	Generación de polvo, material particulado	Flora, fauna, persona
Construcción	Generación de ruido	Persona, fauna y flora
Construcción	Derrame de petróleo, gasolina, aceites y grasas	Suelo, aire (evaporarse)
Construcción	Generación de residuos sólidos	Suelo, cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia



Tabla 12.

*Medidas de prevención y control*

Etapa	Denominación del Impacto	Medio al que afecta	Tipo de medida	Medida propuesta	Responsable de la implementación
Cierre y abandono	Mano de obra	Socioeconomía	Operacional y administrativa	Contratar personal del área de influencia, incremento de la mano de obra calificada y No calificada	EMPRESA Contratista, Supervisor de obra y gerencia de Proyectos y obras de la municipalidad de Madean
Cierre y Abandono	Generación De polvo, Material Particulado	Flora, fauna, Hombre	Operacional y Administrativa	Mantener húmedo el área de trabajo, Colocar mantas a los volquetes para Trasladar material excedente, contar con Depósito de material excedente (dme), Talleres de concientización para manejo y Disposición de material excedente.	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean
Cierre y abandono	Generación de ruido	Persona, fauna y flora	Operacional y administrativa	Los vehículos deben contar con revisiones técnicas vigentes y los equipos con certificado de operatividad, utilizar los epp adecuados para la actividad	Empresa Contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad de Madean
	Derrame de			Implementar sistema de contención anti-	Empresa Contratista,

Cierre y abandono	Petróleo, gasolina, Aceites y Grasas	Suelo, aire (evaporarse)	Operacional y administrativa	Derrame, almacén de residuos peligrosos de acuerdo la legislación, talleres de Concientización para el manejo adecuado  De material y residuos peligrosos	Supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad de Madean
Cierre y Abandono	Generación De residuos Solidos	Suelo, cuerpos De agua	Operacional y Administrativa	Implementar puntos de almacenamiento de Residuos sólidos, almacén central de Residuos sólidos, talleres de Concientización para el manejo adecuado de residuos solidos	Empresa  Contratista, Supervisor de obra Y gerencia de Proyectos y obras de la municipalidad de madean
Operacion y Mantenimiento	Mano de obra	Socioeconomia	Operacional y Administrativa	Incremento de mano de obra calificada y No calificada	Municipalidad de Madean
Operacion y mantenimiento	Generación de polvo, material Particulado	Flora, fauna, hombre	Operacional y administrativa	Mantener húmedo el área de trabajo, colocar mantas a los volquetes para trasladar material excedente, trasladar el Material excedente a un (dme)	Municipalidad de madean
Construcción	Mano de obra	Socioeconomia	Operacional y administrativa	Incremento de mano de obra calificada y no calificada	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean

Construcción	Generación de polvo, material particulado	Persona, fauna y flora	Operacional y administrativa	Mantener húmedo el área de trabajo, colocar mantas a los volquetes para trasladar material excedente, contar con depósito de material excedente (dme), talleres de concientización para manejo y disposición de material excedente.	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean
Construcción	Generación de ruido	Persona, fauna y flora	Operacional y administrativa	Los vehículos deben contar con revisiones técnicas vigentes y los equipos con certificado de operatividad, utilizar los epp adecuados para la actividad	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean
Construcción	Derrame de petróleo, gasolina, aceites y grasas	Suelo, aire (evaporarse)	Operacional y administrativa	Implementar sistema de contención anti derrame, almacén de residuos peligrosos de acuerdo la legislación, talleres de concientización para el manejo adecuado de material y residuos peligrosos	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean
Construcción	Generación de residuos sólidos	Suelo, cuerpos de agua	Operacional y administrativa	Implementar puntos de almacenamiento de residuos sólidos, almacén central de residuos sólidos, talleres de concientización para el manejo adecuado de residuos sólidos	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la municipalidad De madean

Fuente: Elaboración propia

c) Programa de manejo de residuos sólidos

Tabla 13.

Programa de manejo de residuos sólidos

Etapa del Proyecto	Tipo de residuo	Cantidad	Tipo de Almacenamiento	Disposición Final	Responsable de la implementación
Cierre, abandono	Peligroso	3	Punto de almacenamiento primario y almacén central	Eps-rs – relleno de Seguridad	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la Municipalidad de madean
Cierre, abandono	No peligroso	5	Punto de almacenamiento primario y almacén central	Relleno sanitario Más cercano	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la Municipalidad de madean
Operación y mantenimiento	Peligroso	0,01	Almacenamiento primario luego dispuesto como Residuo municipal	Eps-rs – relleno de Seguridad	Municipalidad de madean
Operación y mantenimiento	No peligroso	0,01	Almacenamiento primario luego dispuesto como Residuo municipal	Relleno sanitario Más cercano	Municipalidad de madean
Construcción	Peligroso	0,8	Punto de almacenamiento primario y almacén central	Eps-rs – relleno de Seguridad	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la Municipalidad de madean
Construcción	No peligroso	1,5	Punto de almacenamiento primario y almacén central	Relleno sanitario Más cercano	Empresa contratista, supervisor de obra y gerencia de proyectos y obras de la Municipalidad de madean
	Total:	10,3			

		2			
--	--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

*Programa de monitoreo ambiental*

Etapa del Proyecto	Factor Ambiental	Parametros de Monitoreo	Estación de Monitoreo( UTM)	Frecuencia de Monitoreo	Norma Aplicable	Responsable de la implementación
Cierre y abandono	Ruido ambiental	Ruido	424 997 e, 8 570 833 n	Trimestral	D.s. N° 085-2003- Pcm	Empresa, Contratista, Supervisor de Obra y gerencia de Proyectos y Obras de la Municipalidad De madean
Cierre y abandono	Calidad de aire	Pm10 alto volumen	424 997 e, 8 570 833 n	Trimestral	D.s. N° 074-2001- Pcm	Empresa, Contratista, Supervisor de Obra y gerencia de Proyectos y Obras de la Municipalidad de madean
Operacion y mantenimiento	Calidad de agua	%.-aceites y grasas, %.-coliformes termotolerantes, %.-demanda bioquímica de oxígeno,	425 021 e, 8 570 852 n	Anual	D.s. N° 003- 2010- minam	Empresa Contratista, Supervisor de obra y gerencia de proyectos y Obras de la Municipalidad de madean
Construcción	Calidad de aire	%.-demanda química de oxígeno, %.-ph, %.-sólidos totales suspendidos, %.- Temperatura	424 997 e, 8 570 833 n	Trimestral	D.s. N° 074-2001- Pcm	Empresa Contratista, Supervisor de Obra y gerencia de Proyectos y Obras de la Municipalidad De madean

		Pm10 alto volumen				
Construcción	Ruido ambiental	Ruido	424 997 e, 8 570 833n	Trimestral	D.s. N° 085-2003- Pcm	Empresa Contratista, Supervisor de Municipalidad de Madean

Fuente: Elaboración propia



**d) Plan de contingencias**

Tabla 15.

*Plan de contingencia*

Actividades	Responsabilidad
Realización de simulacros	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Capacitación en primeros auxilio	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Designar personal para la supervisión y su cumplimiento	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Capacitación al personal sobre las zonas de riesgos	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Contar con personal calificado para evaluar, identificar y prevenir las Actividades de riesgo	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Determinar las zonas de riesgos	Empresa contratista/municipalidad de Madean

Fuente: Elaboración propia

**e) Plan de cierre o abandono de la etapa de ejecución de obra**

Tabla 16. Plan de cierre o abandono de la etapa de ejecución de obra

*Plan de cierre o abandono de la etapa de ejecución de obra*

Actividades	Responsabilidad
Cierre del almacén central y puntos de acopio temporal	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Cierre de depósito temporal de top soil / material orgánico (dmo)	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Cierre de depósito de material excedente (dme)	Empresa contratista/municipalidad de Madean
Remediación de áreas afectadas por las actividades	Empresa contratista/municipalidad de Madean

Fuente: Elaboración propia

**f) Costo del plan de mitigación ambiental**

Tabla 17.

*Costo del plan de mitigación ambiental*

Descripción	Unid.	Metrado	Precio unitario	Sub. Total
<i>Normatividad Ambiental</i>				
Riego de Zona de trabajo	Mes	5,00	800,00	4000,00
Cilindro de color verde / rojo / marrón.	Und	8,00	150,00	1200,00
Letreros de área de residuos sólidos / combustible / residuos peligrosos	Und	3,00	120,00	360,00
Kit anti derrame (pañeros absorbentes, palas, pico, trapo industrial, bolsas negras, sacos y guantes)	Und	1,00	800,00	800,00
<i>Capacitación Ambiental</i>	Und	1,00	4000,00	4000,00
<i>Manejo de campamentos y patios de máquinas</i>	Und	6,00	310,00	1860,00
<i>Manejo de desechos y desmonte</i>	Und	6,00	96,67	580,02
<i>Señalización y seguridad vial</i>				
Señalización preventiva-iluminación nocturna	Km	1,00	200,00	200,00
Señalización y desvío de tránsito vehicular y peatonal	Km	1,00	500,00	500,00
Puente de madera para pase peatonal sobre zanja	Und	10,00	50,00	500,00
Puente de madera para pase vehicular sobre zanja	Und	2,00	2,000,00	4000,00
PROGRAMA DE MONITOREO	Muestr eos	6,00	200,00	1200,00
<i>PROGRAMA DE CIERRE</i>				
Reposición de árboles y jardines	M2	500,00	18,00	9000,00
Eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos.	Glb	1,00	600,00	600,00
Abandono de infraestructura	und	1,00	580,00	580,00
<b>COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN (S./.)</b>				<b>9380,02</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.5. Estudio de vulnerabilidad y riesgo

Tabla 18.

*Análisis del nivel de riesgo*

N°	Punto	Definición de peligro / vulnerabilidad	Grado de vulnerabilidad		
			Bajo	Medio	Alto
1	Punto de captación	Grado de peligro	Bajo	Bajo	Medio
			Medio	Bajo	Medio
			Alto	Medio	Alto
2	Línea de conducción	Grado de peligro	Bajo	Bajo	Medio
			Medio	Bajo	Medio
			Alto	Medio	Alto
3	Red de agua y alcantarillado	Grado de peligro	Bajo	Bajo	Medio
			Medio	Bajo	Medio
			Alto	Medio	Alto
4	PTAR	Grado de peligro	Bajo	Bajo	Medio
			Medio	Bajo	Medio
			Alto	Medio	Alto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Actividades a implementar para la reducción del riesgo.

*Actividades a implementar para la reducción del riesgo.*

Componentes	actividades por implementar
Punto de captación	Construcción de zanja de coronación para impedir que la erosión laminar pluvial arrastran hacia el punto captación el material fino. Construcción de muro de protección como parte del cerco perimétrico de la captación Pichag puquio que se muestra en el plano perimétrico de una altura $h=1,00m$ y un ancho de $a=0,20m$ , para impedir el ingreso de animales y niños.
	Construcción de zanja de coronación para impedir que la erosión laminar pluvial arrastran hacia el punto captación el material fino. Construcción de muro de protección como parte del cerco perimétrico de la captación en Suenag Rumi que se muestra en el

	plano perimétrico de una altura h=1,00m y un ancho de a=0,20m, para impedir el ingreso de animales y niños.
Línea de conducción	Se consideró la construcción de cruces aéreos en las quebradas, para impedir el deslizamiento, ruptura y erosión.
Redes de agua y alcantarillado	Capacitación a los beneficiarios del uso correcto de los sistemas de alcantarillado, no evacuar por el buzón las aguas de lluvia (que está considerado en el presupuesto de educación sanitaria)
PTAR	Construcción de Cerco de muro de ladrillo.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Diseños del sistema de agua potable y alcantarillado

##### 4.1.2.1 Diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable

###### a) Diseño hidráulico

###### a.1 Cálculo de la población y caudales de diseño

###### a.1.1 Cálculo de la tasa de crecimiento intercensal y la densidad poblacional del distrito de Madean

Datos del censo Nacional del INEI, tenemos para el distrito de Madean:

- Censo 1993            869 Habitantes
- Censo 2007           822 Habitantes

Para el cálculo de la proyección de la población, se utilizará la siguiente formula:

$$Pf = Pa + r \cdot t / 100$$

Pf        :        Población futura

Pa        :        Población actual

r         :        tasa de crecimiento poblacional (%)

T         :        tiempo en años

La tasa intercensal calculada es de -0,39% siendo esta negativa por el cual el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) recomienda trabajar con una tasa de 0.00%.

La cantidad de lotes y habitantes fueron constatados por el censo realizado por los tesisistas, siendo considerada la densidad poblacional según padrón de beneficiarios:

- Lotes : 224
- Población : 682 Habitantes
- Densidad : 3 hab/lote

#### *a.1.2 Proyección del caudal del sistema de agua – Madean*

#### **DATOS BÁSICOS DE DISEÑO - TOTAL PROYECTO**

Dotación :	80,00	l/hab/d
Coef. var. diaria k1:	1,30	
Coef. var. horaria k2:	2,00	
Tasa de crecimiento po:	0,00	%
Densidad poblacional:	3,00	hab/Lote
Número de lotes:	224,00	Lotes
Metodología de proyección Pf:	M. Aritmético	

Tabla 20. *Caudales concentrados de servicios públicos*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		DOTACIÓN	TOTAL L/DIA	TOTAL L/SEG
	Po	Pf			
COLEGIO INICIAL Y PRIMARIA	53	53	20	1.060,00	0,012
COLEGIO SECUNDARIA	66	66	25	1.650,00	0,019
POSTA MÉDICA	3	3	600	1.800,00	0,021
Q. PROMEDIO					0,052

Q. MAX DIARIO	0,068
Q. MAX HORARIO	0,104

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

*Proyección del caudal*

AÑOS DEL PROYECTO	POBLACIÓN PROYECTADA (2037)	DEMANDA DE AGUA		PÉRDIDAS DE AGUA		PRODUCCIÓN DE AGUA	
		ANUAL (M3/AÑO)	DIARIA	%	ANUAL (m <sup>3</sup> /AÑO)	DIARIA	
			(LT/SEG)			(LT/SEG)	
0	682	19.914,40	0,63	0	19.914,40	0,63	
20	682	19.914,40	0,63	0	19.914,40	0,63	

AÑOS DEL PROYECTO	VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO (M3)				CAUDALES DE DISEÑO (LT/SEG)		
	VOL. DE REGULACIÓN	VOL. CONTRA INCENDIO	VOL. DE RESERVA	VOL. TOTAL	PROMEDIO	MÁXIMO	MÁXIMO
						DIARIO	HORARIO
0	14,00	0,00	0,00	14,00	0,63	0,82	1,26
20	14,00	0,00	0,00	14,00	0,63	0,82	1,26

Q. PROMEDIO	0,68
Q. DIARIO	0,89
Q. HORARIO	1,37

Fuente: Elaboración propia

## a.2 Cálculo de la captación de ladera Suenag Rumi

DATOS

$$\text{Gasto Máximo de la Fuente} = 0,65\text{l/s}$$

$$\text{Gasto Máximo diario} = 0,65\text{l/s}$$

### 1. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara Húmeda (L)

El valor de la velocidad (v) es:

$$V = \left[ \frac{2gh}{1,56} \right]^{1/2}$$

Para un valor asumido de:

$$H = 0,40 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$V = 2,24 \text{ m/s}$$

Dicho valor es mayor que la velocidad máxima recomendable de 0,60 m/s por lo que se asume para el diseño una velocidad de:

$$V = 0,50 \text{ m/s}$$

La pérdida de carga en el orificio será:

$$h_0 = 1,56 \frac{V^2}{2g}$$

$$h_0 = 0,20 \text{ m}$$

$$H_f = H - h_0$$

$$h_f = 0,38 \text{ m}$$

El valor de "L" se define mediante:

$$L = \frac{H_f}{0,30}$$

$$L = 1,27 \text{ m}$$

Para el Diseño se asume una sección interna de la cámara húmeda de 1,50 m.

## 2. Ancho de la pantalla (b)

Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)

El valor del Área será definido como:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{Cd \times V}$$

Siendo:

$$Cd = 0,8$$

$$A = 0,00163 \text{ m}^2$$

El Diámetro del Orificio será definido mediante:

$$D = \left[ \frac{4A}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$D = 0,0455 \text{ m}$$

$$D = 4,55 \text{ cm}$$

### **Cálculo del Número de Orificios (NA)**

Como el Diámetro calculado es menor que el Diámetro Máximo recomendado de 2", en el diseño se asume un Diámetro de 2 1/2 " que será utilizado para determinar el Número de Orificios (NA),

$$NA = \frac{D^2(4,55)}{D^2(2")^2} + 1$$

$$NA = \frac{(4,55 \text{ cm})^2}{(5,08 \text{ cm})^2} + 1$$

$$NA = 1,80$$

Asumiendo

$$NA = 4,00$$

### **Cálculo del Ancho de la Pantalla (b)**

Conocido el Diámetro del Orificio (D) de 2" y el Número de Agujeros (NA) igual a 4, el ancho de la Pantalla (b) se determina mediante:

$$b = 2(6D) + NAD + 3D(NA - 1)$$

$$b = 50,00 \text{ pulg}$$

$$b = 127,00 \text{ cm}$$

### **3. Altura de la cámara húmeda (Ht)**

$$Ht = A + B + D + H + E$$

Donde:

$$A = 20,00 \text{ cm}$$

$$B = 6,35 \text{ cm}$$

$$D = 5,00 \text{ cm}$$

$$E = 58,70 \text{ cm}$$

El valor de la Carga requerida (H) se define por:

$$H = 1,56 \frac{V^2}{2g} = 1,56 \frac{Q^2 md}{2gA^2}$$

Dónde:

Qmd = gasto máximo diario en  $m^3/s$

A = Área de la Tubería de salida en  $m^2$

g = Aceleración gravitacional ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

Resulta:

$$H = 0,0082 \text{ m}$$

$$H = 0,82 \text{ cm}$$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de  $H = 30 \text{ cm}$ .

Reemplazando los valores identificados, la altura total  $H_t$  es:

$$H_t = 120,05 \text{ cm}$$

En el Diseño se considera una altura de 1,20 m.

#### 4. Dimensionamiento de la Canastilla

El diámetro de la tubería de salida a la Línea de Conducción ( $D_c$ ), es de 2", Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el "Dc" por consiguiente:

$$D_{canastilla} = 2 \times 2" = 4"$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3  $D_c$  y menor a 6  $D_c$ ,

$$L = 3 \times 4" = 30,48 = 31,00 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 4'' = 60,96 = 61,00 \text{ cm}$$

$$L_{\text{asumido}} = 37,00 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho de la ranura} = 5,00 \text{ mm}$$

$$\text{largo de la ranura} = 7,00 \text{ mm}$$

Siendo el Área de la Ranura ( $A_r$ ):

$$A_r = 0,000035 \text{ m}^2$$

Área total de ranuras ( $A_t$ ) = 2  $A_c$ , considerando  $A_c$  como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

$$A_c = 0,0011401 \text{ m}^2$$

$$A_t = 2 A_c = 0,0022802 \text{ m}^2$$

El valor de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ ):

$$A_g = 0,50 \times D_g \times L$$

Para:

$$D_g = 5''$$

$$L = 37,00 \text{ cm}$$

$$A_g = 0,0469900 \text{ m}^2$$

$$A_t < A_g \quad OK$$

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 65$$

## 5. Rebose y limpieza

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose, La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula:

$$D = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{hf^{0,21}}$$

Dónde:

D = diámetro en pulg.

Q = Gasto máximo de la fuente (l/s)

hf = Pérdida de carga unitaria (0,015 m/m)

Dónde:

$$D = 1,46 \text{ pulg}$$

$$D = 2,00 \text{ pulg}$$

Y un cono de rebose de 2 x 4 pulg.

\* Según RM N°192-2018-VIVIENDA

### a.3 Cálculo de la captación de ladera Pichag Puquio

$$\text{Gasto Máximo de la Fuente} = 0,52 \text{ l/s}$$

$$\text{Gasto Máximo diario} = 0,52 \text{ l/s}$$

#### 1. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara Húmeda (L)

El valor de la velocidad (v) es:

$$V = \left[ \frac{2gh}{1,56} \right]^{1/2}$$

Para un valor asumido de:

$$H = 0,40 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$V = 2,24 \text{ m/s}$$

Dicho valor es mayor que la velocidad máxima recomendable de 0,60 m/s por lo que se asume para el diseño una velocidad de:

$$V = 0,50 \text{ m/s}$$

La pérdida de carga en el orificio será:

$$h_0 = 1,56 \frac{V^2}{2g}$$

$$h_0 = 0,20 \text{ m}$$

$$H_f = H - h_0$$

$$h_f = 0,38 \text{ m}$$

El valor de "L" se define mediante:

$$L = \frac{H_f}{0,30}$$

$$n = 1,27 \text{ m}$$

Para el Diseño se asume una sección interna de la cámara húmeda de 1,50 m.

## 2. Ancho de la pantalla (b)

Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)

El valor del Área será definido como:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{Cd \times V}$$

Siendo:

$$Cd = 0,8$$

$$A = 0,00130 \text{ m}^2$$

El Diámetro del Orificio será definido mediante:

$$D = \left[ \frac{4A}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$D = 0,0407 \text{ m}$$

$$D = 4,07 \text{ cm}$$

### **Cálculo del Número de Orificios (NA)**

Como el Diámetro calculado es menor que el Diámetro Máximo recomendado de 2", en el diseño se asume un Diámetro de 2 1/2 " que será utilizado para determinar el Número de Orificios (NA).

$$NA = \frac{D^2(4,07)}{D^2(2'')} + 1$$

$$NA = \frac{(4,07 \text{ cm})^2}{(5,08 \text{ cm})^2} + 1$$

$$NA = 1,64$$

Asumiéndose:

$$NA = 4,00$$

### **Cálculo del Ancho de la Pantalla (b)**

Conocido el Diámetro del Orificio (D) de 2" y el Número de Agujeros (NA) igual a 4, el ancho de la Pantalla (b) se determina mediante:

$$b = 2(6D) + NAD + 3D(NA - 1)$$

$$b = 50,00 \text{ pulg}$$

$$b = 127,00 \text{ cm}$$

Para el diseño se asume una sección interna de la cámara húmeda de 1,27 m.

### **3. Altura de la cámara húmeda (Ht)**

$$Ht = A + B + D + H + E$$

Donde:

$$A = 20,00 \text{ cm}$$

$$B = 6,35 \text{ cm}$$

$$D = 5,00 \text{ cm}$$

$$E = 58,70 \text{ cm}$$

El valor de la Carga requerida (H) se define por:

$$H = 1,56 \frac{V^2}{2g} = 1,56 \frac{Q^2 md}{2gA^2}$$

Dónde:

Qmd = gasto máximo diario en m<sup>3</sup>/s

A = Área de la Tubería de salida en m<sup>2</sup>

g = Aceleración gravitacional (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Resulta:

$$H = 0,0052 \text{ m}$$

$$H = 0,52 \text{ cm}$$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de H = 30 cm.

Reemplazando los valores identificados, la altura total H<sub>t</sub> es:

$$H_t = 120,05 \text{ cm}$$

En el Diseño se considera una altura de 1,20 m

#### 4. Dimensionamiento de la Canastilla

El diámetro de la tubería de salida a la Línea de Conducción (Dc), es de 2", Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el "Dc" por consiguiente:

$$D_{canastilla} = 2 \times 2" = 4"$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc.

$$L = 3 \times 4" = 30,48 = 31,00 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 4" = 60,96 = 61,00 \text{ cm}$$

$$L_{asumido} = 37,00 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho de la ranura} = 5,00 \text{ mm}$$

*largo de la ranura = 7,00 mm*

Siendo el Área de la Ranura ( $A_r$ ):

$$A_r = 0,000035 \text{ m}^2$$

Área total de ranuras ( $A_t$ ) =  $2 A_c$ , considerando  $A_c$  como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

$$A_c = 0,0011401 \text{ m}^2$$

$$A_t = 2 A_c = 0,0022802 \text{ m}^2$$

El valor de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ ):

$$A_g = 0,50 \times D_g \times L$$

Para:

$$D_g = 5''$$

$$L = 37,00 \text{ cm}$$

$$A_g = 0,0469900 \text{ m}^2$$

$$A_t < A_g \quad OK$$

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 65$$

## 5. Rebose y limpieza

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose, La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula:

$$D = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{hf^{0,21}}$$

Dónde:

D = diámetro en pulg.

Q = Gasto máximo de la fuente (l/s)

hf = Pérdida de carga unitaria (0,015 m/m)

Dónde:

$$D = 1,46 \text{ pulg}$$

$$D = 2,00 \text{ pulg}$$

Y un cono de rebose de 2 x 4 pulg.

\* Según RM N°192-2018-VIVIENDA

#### a.4 Cálculo de la línea de conducción

$$V_{\min} = 0,60 \text{ m/s}$$

$$V_{\max} = 3,00 \text{ m/s}$$

$V < 2,0 \text{ m/s}$ , para prevenir el efecto del golpe de Ariete

$$H_f = 10,674 * \left( \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,86}} \right) * L$$

Siendo:

Hf : Pérdida de carga continua, (m)

Q : Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C : Coeficiente de Hazen Williams (Adimensional)

Acero sin costura C=120

Acero soldadura en espiral C=100

Hierro fundido ductil con revestimiento C=140

Hierro galvanizado C= 100

Polietileno C=140

PVC

C=150

L : Longitud del tramo (m)

\* Según RM N°192-2018-VIVIENDA



Tabla 22.

Resultado de presión

ELEMENTO	NIVEL DINÁMICO	LONGITUD (m)	CAUDAL DEL TRAMO(l/min)	PENDIENTE (S)	DIÁMETRO INTERNO (mm)	Hf	H PIEZOM.	PRESION
CAPTACIÓN	3764,45						3764,45	
CRP1	3689,45	980,770	39,000	0,08	43,000	5,353	3.759,10	69,65
CRP2	3634,88	1337,350	39,000	0,04	43,000	7,300	3.682,15	47,27
CRP3	3575,83	1943,900	39,000	0,03	43,000	10,611	3.624,27	48,44
CRP4	3502,44	149,090	39,000	0,49	43,000	0,814	3.575,02	72,58
CRP5- EMPALME	3435,65	157,270	39,000	0,42	43,000	0,858	3.501,58	65,93
CRP EXISTENTE 1	3400,98	1538,330	69,000	0,02	55,400	7,050	3.428,60	27,62
RESERVORIO	3328,93	4016,360	89,700	0,02	55,400	29,924	3.371,06	42,13
		10123,070						

Fuente: Elaboración propia.

## a.5 Cálculo del volumen de reservorio

### 1. CAUDAL POBLACIONAL

$$QV = (pf \times \text{dotación}) / 86400$$

$$Pf(\text{Año 20}) = 682 \text{ Habitantes}$$

$$\text{Dotación}^* = 80 \text{ lt/hab/día}$$

\* Según guía para elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento del Programa Nacional de Saneamiento Rural

$$Qv = 0,631 \text{ l/s}$$

### 2. CAUDAL DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

$$Q_{i,p} = (P_{\text{alumn}} \times \text{dotación}) / 86400$$

$$P, \text{alumnado inicial y primaria} = 53 \text{ alumnos}$$

$$\text{Dotación}^* = 20 \text{ l/hab/día}$$

$$P, \text{alumnado secundario} = 66 \text{ alumnos}$$

$$\text{Dotación}^* = 25 \text{ l/hab/día}$$

\* Según RM N°192-2018-VIVIENDA (Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2006)

$$Q_{i,p} = 0,031 \text{ l/s}$$

### 3. CAUDAL DE POSTAS MÉDICAS

$$Q_{i,p} = (N^{\circ} \text{ de camas} \times \text{dotación}) / 86400$$

$$N^{\circ} \text{ de camas} = 3 \text{ camas}$$

$$\text{Dotación}^* = 600 \text{ l/hab/día}$$

\* Según RNE I.S. 0.10

$$Q_{i,p} = 0,021 \text{ l/s}$$

**Caudal promedio**

$$Qp = Q_{\text{poblacional}} + Q_{\text{inst. Educ}} + Q_{\text{posta médica}}$$

$$Q_{\text{promedio}} = 0,684 \text{ l/s}$$

### Caudal diario

$$Q_{md} = 1,3 Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{md} = 0,889 \text{ l/s}$$

### Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = 2,0 Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{mh} = 1,37 \text{ l/s}$$

### Cálculo del volumen del reservorio

$$V_r = (\% \text{Regulación} * Q_p * 86400) / 1000$$

Para Sistema de gravedad

$$\% \text{de Regulación}^{***} = 25\%$$

\* Según RM N°192-2018-VIVIENDA

$$V_r = 14,7675 \text{ m}^3$$

Se asume un volumen de diseño de

$$V = 15,00 \text{ m}^3$$

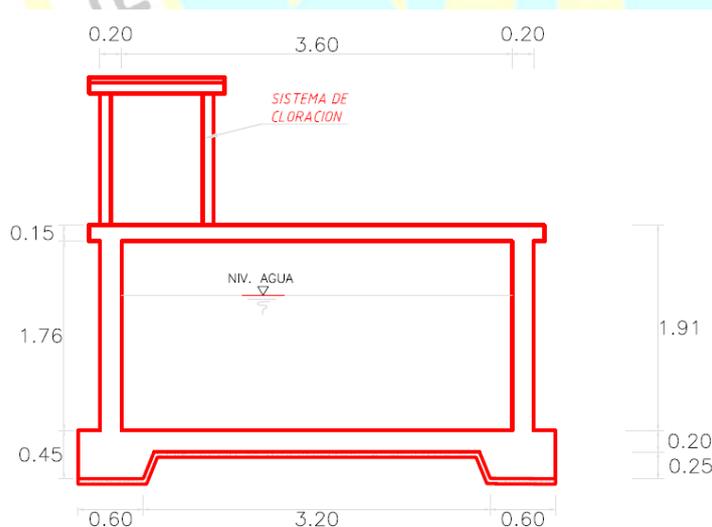


Figura 1. Esquema de perfil del reservorio proyectado de 15 m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

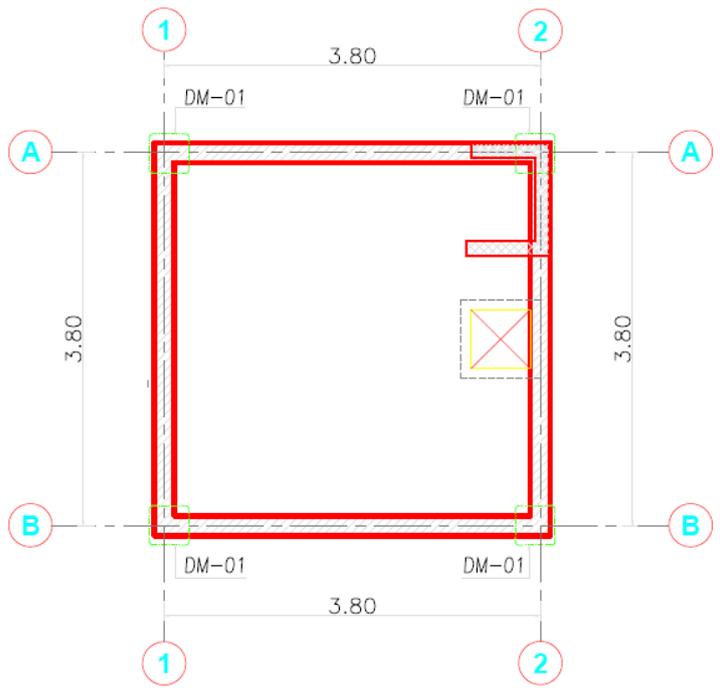


Figura 2. Esquema de planta del reservorio proyectado de 15 m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

#### a.6 Cálculo de la línea de aducción y distribución

El diseño de las redes de aducción y distribución se elaboró con el programa waterCAD V8i, teniendo en cuenta que:

La presión mínima no debe ser menor de 5 m.c.a. y no debe ser mayor de 60 m.c.a.

La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

El esquema de las líneas de aducción y distribución se observan en el *anexo 11*.

Tabla 23.

Resultado de velocidades en la línea de aducción y distribución

RESULTADOS DE WATERCAD DE TUBERÍAS					
TRAMO	LONGITUD(m)	DIÁMETRO (mm)	MATERIAL	HAZEN- WILLIAMS C	VELOCIDAD (m/s)
T-1	3,71	63,00	PVC	150	1,14
T-2	3,94	63,00	PVC	150	0,90

T-3	4,96	63,00	PVC	150	0,23
T-4	6,89	63,00	PVC	150	3,65
T-5	12,61	63,00	PVC	150	0,30
T-6	13,68	63,00	PVC	150	0,18
T-7	17,48	63,00	PVC	150	0,21
T-8	18,35	63,00	PVC	150	1,64
T-9	18,47	63,00	PVC	150	1,02
T-10	19,97	63,00	PVC	150	1,04
T-11	21,47	63,00	PVC	150	1,39
T-12	22,06	63,00	PVC	150	0,76
T-13	22,67	63,00	PVC	150	0,26
T-14	22,89	63,00	PVC	150	0,31
T-15	23,86	63,00	PVC	150	0,26
T-16	24,56	63,00	PVC	150	0,88
T-17	25,00	63,00	PVC	150	0,33
T-18	25,78	63,00	PVC	150	1,44
T-19	26,77	63,00	PVC	150	0,55
T-20	28,97	63,00	PVC	150	1,93
T-21	29,14	63,00	PVC	150	0,27
T-22	31,34	63,00	PVC	150	0,66
T-23	32,51	63,00	PVC	150	0,49
T-24	32,64	63,00	PVC	150	0,07
T-25	33,10	63,00	PVC	150	0,07
T-26	33,51	63,00	PVC	150	0,88
T-27	36,13	63,00	PVC	150	0,75
T-28	36,43	63,00	PVC	150	0,35
T-29	36,72	63,00	PVC	150	1,23
T-30	38,68	63,00	PVC	150	1,10
T-31	39,80	63,00	PVC	150	1,38
T-32	40,20	63,00	PVC	150	0,81

T-33	40,33	63,00	PVC	150	0,59
T-34	40,55	63,00	PVC	150	1,79
T-35	40,72	63,00	PVC	150	1,10
T-36	43,83	63,00	PVC	150	0,42
T-37	44,20	63,00	PVC	150	0,82
T-38	44,64	63,00	PVC	150	0,67
T-39	44,66	63,00	PVC	150	0,12
T-40	45,20	63,00	PVC	150	0,79
T-41	45,81	63,00	PVC	150	0,32
T-42	46,35	63,00	PVC	150	1,70
T-43	47,49	63,00	PVC	150	0,31
T-44	48,32	63,00	PVC	150	0,94
T-45	52,65	63,00	PVC	150	2,39
T-46	54,49	63,00	PVC	150	0,80
T-47	56,06	63,00	PVC	150	0,15
T-48	59,55	63,00	PVC	150	0,20
T-49	60,41	63,00	PVC	150	0,27
T-50	65,87	63,00	PVC	150	0,18
T-51	67,73	63,00	PVC	150	0,23
T-52	68,61	63,00	PVC	150	0,22
T-53	94,36	63,00	PVC	150	0,12
T-54	129,93	63,00	PVC	150	0,28
T-55	208,31	63,00	PVC	150	0,95
T-56	61,06	63,00	PVC	150	0,96
T-57	65,09	63,00	PVC	150	0,99
T-58	55,40	63,00	PVC	150	0,48

Fuente: elaboración propia

Tabla 24.

Resultado de presión en la línea de aducción y distribución

<b>RESULTADOS DE WATERCAD - MADEAN</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>ELEVACIÓN(m.s.n.m)</b>	<b>DEMANDA (l/s)</b>	<b>PRESIÓN (mH2O)</b>
J-1	3.286,69	0,03	30,32
J-2	3.285,99	0,03	30,85
J-3	3.285,98	0,02	30,75
J-4	3.257,75	0,05	36,05
J-5	3.257,45	0,03	36,32
J-6	3.275,67	0,06	38,92
J-7	3.273,82	0,03	32,92
J-8	3.261,47	0,11	35,68
J-9	3.272,85	0,07	36,63
J-10	3.254,63	0,01	38,99
J-11	3.260,38	0,03	30,63
J-12	3.272,66	0,03	22,60
J-13	3.250,15	0,05	43,00
J-14	3.255,26	0,02	37,96
J-15	3.298,72	0,03	20,30
J-16	3.287,36	0,03	29,69
J-17	3.272,38	0,05	42,11
J-18	3.271,92	0,03	37,84
J-19	3.287,81	0,02	28,74
J-20	3.286,27	0,08	29,60
J-21	3.290,50	0,03	26,81
J-22	3.292,87	0,01	28,40
J-23	3.295,10	0,01	24,77
J-24	3.274,86	0,04	21,80
J-25	3.287,38	0,04	29,73
J-26	3.257,74	0,07	35,76
J-27	3.274,53	0,01	39,71
J-28	3.266,98	0,01	47,15
J-29	3.275,73	0,02	16,76

J-30	3.277,82	0,01	16,69
J-31	3.272,16	0,08	37,94
J-32	3.275,45	0,04	26,02
J-33	3.254,60	0,03	39,44
J-34	3.250,06	0,03	44,87
J-35	3.268,99	0,09	27,58
J-36	3.278,96	0,06	36,12
J-37	3.286,16	0,09	30,44
J-38	3.272,01	0,09	22,34
J-39	3.282,47	0,01	10,01
J-40	3.278,82	0,01	13,32
J-41	3.270,56	0,02	21,59
J-42	3.279,29	0,12	36,50
J-43	3.265,28	0,07	28,14
J-44	3.262,53	0,10	34,44
J-45	3.278,91	0,02	35,92
J-46	3.257,59	0,03	32,85

Fuente: elaboración propia

## **b) Diseño estructural**

### **b.1 Diseño estructural de captación de ladera**

Todas las estructuras han sido diseñadas de acuerdo a los métodos de “diseño por resistencia última” o “diseño por esfuerzo de trabajo”.

El refuerzo de acero es calculado para resistir las cargas de servicio multiplicadas por factores de carga especificados.

El cálculo tiene como objetivo verificar si las estructuras necesitan o no de acero de refuerzo y cuál es la capacidad resistente mínima que tiene el suelo que está soportando la estructura.

### b.1.1 Cámara húmeda

#### Datos de Diseño

Altura de la caja para cámara húmeda	$H_t = 1,10 \text{ m}$
Altura del suelo	$H_s = 1,00 \text{ m}$
Ancho de pantalla	$b = 1,50 \text{ m}$
Espesor de muro	$e_m = 0,20 \text{ m}$
Peso específico del suelo	$g_s = 1,490 \text{ kg/m}^3$
Angulo de rozamiento interno del suelo	$f = 24,7^\circ$
Coefficiente de fricción	$m = 0,42$
Peso específico del concreto	$g_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$
Capacidad de carga del suelo	$st \leq 1,20 \text{ kg/cm}^2$

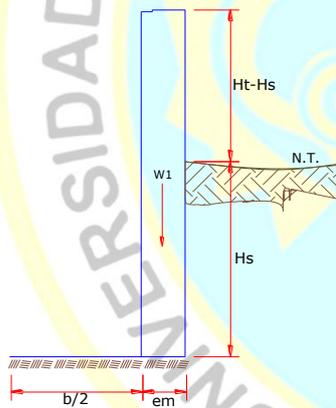


Figura 3: datos de diseño

Fuente: Elaboración propia

#### Empuje del suelo sobre el muro (p)

Coefficiente de empuje =  $C_{ah}$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

Entonces:  $C_{ah} = 0,41$

Cálculo del empuje con la siguiente formula:

$$P = \frac{C_{ah} \cdot Y_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

$$P = 247,41 \text{ kg}$$

### Momento de vuelco (Mo)

Donde:  $Y = \left(\frac{H_s}{3}\right)$

Reemplazando:  $Y = 0,33 \text{ m}$

Entonces  $M_o = 101,81 \text{ kg-m}$

### Momento de estabilización (Mr) y el peso (W)

$$M_r = W \cdot X$$

Dónde:

W = peso de la estructura

X = distancia al centro de gravedad

Además:

$$w_1 = em \cdot Ht \cdot \gamma c$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{em}{2}\right)$$

Entonces:

$$W_1 = 528,00 \text{ kg}$$

$$X_1 = 0,85 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$M_r = 448,80 \text{ kg-m}$$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente formula:

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 448,80 \text{ kg-m}$$

$$M_o = 101,81 \text{ kg-m}$$

$$W = 528,00 \text{ kg}$$

Reemplazando en la siguiente ecuación:

$$a = \frac{M_r - M_o}{W}$$

$$a = 0,66 \text{ m}$$

### Chequeo por volteo

$$C_d = \frac{M_r}{M_o}$$

Se debe cumplir que debe ser mayor de 1.60

Reemplazando:

$$C_{dv} = 4.8011 \quad \text{Cumple!}$$

### Chequeo por deslizamiento

$$C_{dd} = \frac{F}{P}$$

$$F = \mu \cdot W$$

$$\mu = 0,222 \quad \text{entonces } F = 117,22\text{kg}$$

Por tanto:

$$C_{dd} = 0,47 \quad \text{Cumple!}$$

### Chequeo para la máxima carga unitaria

$$L = \frac{b}{2} + em$$

$$L = 0,95 \text{ m}$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

El mayor valor de los P1, debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P \leq \sigma_t$$

$$P_1 = 0,06 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1 = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

Se compara:

$$0,06 \text{ kg/cm}^2 \leq 1,20 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!}$$

### Acero horizontal en muros

Por tratarse de muros donde la longitud supera ampliamente a la altura, lo consideramos como muros en voladizo

### Datos de Entrada:

Altura Hp	1,10 (m)
P.E. Suelo (W)	1,49 Ton/m <sup>3</sup>
f'c	210,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
fy	4 200,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Capacidad del terreno Qt	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Angulo de fricción Ø	24,70 grados
S/C	300,00 Kg/m <sup>2</sup>
Luz libre LL	1,50 m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

Entonces:  $K_a = 0,411$

$H_p = 1,10 \text{ mt}$

Calculamos Pu para (7/8) H de la base

$H = P_t = (7/8) * H * K_a * W = 0,60 \text{ ton/m}^2$  Empuje del terreno

$E = 75,00\% P_t = 0,45 \text{ ton/m}^2$  Sismo

$P_u = 1,0 * E + 1,6 * H = 1,41 \text{ ton/m}^2$

### Calculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro:

$E = 20,00 \text{ cm}$

$d = 14,37 \text{ cm}$

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

Entonces:

$M (+) = 0,20 \text{ ton-m}$

$M (-) = 0,26 \text{ ton-m}$

**Calculo del Acero de Refuerzo As:**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu=	0,26	Ton-m
b=	100,00	cm
f'c=	210,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Fy=	4200,00	Kg/cm <sup>2</sup>
d=	14,37	cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

Acero mínimo

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 2,59 \text{ cm}^2$$

Tabla 25. Iteraciones cálculo de acero

Iteraciones cálculo de acero

N°	a(cm)	As(cm2)
1 iter	1,44	0,50
2 iter	0,17	0,48
3 iter	0,17	0,48
4 iter	0,17	0,48

Fuente: elaboración propia

Tabla 26.

Distribucion de acero

Distribucion del acero de refuerzo					
As(cm2)	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
9	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar  $\varnothing 3/8'' @ 0,25m$  en ambas caras

### Acero vertical en muros

Por tratarse de muros donde la longitud supera ampliamente a la altura, lo consideramos como muros en voladizo

#### Datos de Entrada:

Altura $H_p$	1,10 (m)
P.E. Suelo (W)	1,49 Ton/m <sup>3</sup>
$f_c$	210,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
$f_y$	4 200,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Capacidad del terreno $Q_t$	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Angulo de fricción $\phi$	24,70 grados
S/C	300,00 Kg/m <sup>2</sup>
Luz libre LL	1.50 m

#### Calculo del Acero de Refuerzo

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 2,59 \text{ cm}^2$$

Tabla 27. Iteraciones y cálculo de acero

Iteraciones cálculo de acero

N°	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter	1,44	0,38
2 iter	0,09	0,36
3 iter	0,08	0,36
4 iter	0,08	0,36

Fuente: elaboración propia

Tabla 28.

*Distribucion de acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribucion del acero de refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2,59	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar Ø3/8" @0,25m en ambas caras

**Diseño de losa de fondo**

Altura	H	0,15 (m)
Ancho	A	1,80 (m)
Largo	L	1,80 (m)
P.E. Concreto	(Wc)	2,40 Ton/m <sup>3</sup>
P.E. Agua	(Ww)	1,00 Ton/m <sup>3</sup>
Altura de agua	Ha	0,50 (m)
Capacidad terr.	Qt	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )

Peso Estructura:

Losa	1,166	
Muros	1,144	
Peso Agua	0,605	Ton
Pt (peso total)	2,915	Ton
Área de Losa	3,24	m <sup>2</sup>

Reacción neta del terreno	=1,2*Pt/Área
	1,08 Ton/m <sup>2</sup>
Qneto=	0,11 Kg/cm <sup>2</sup>
Qt=	1,20 Kg/cm <sup>2</sup>

Qneto < Qt **CONFORME**

Altura de la losa H= 0,15 m As min= 2,574 cm<sup>2</sup>

Tabla 29.

*Distribucion de acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribucion del acero de refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2,574	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar Ø3/8" @0,25ambos sentidos

**b.1.2 Camara seca**

**Datos de Diseño**

Altura de la caja para cámara húmeda	Ht = 0,70 m
Altura del suelo	Hs = 0,50 m
Ancho de pantalla	b = 0,80 m
Espesor de muro	em = 0,10 m
Peso específico del suelo	gs = 1,490 kg/m <sup>3</sup>
Angulo de rozamiento interno del suelo	f = 24,7°
Coefficiente de fricción	m = 0,42
Peso específico del concreto	gc = 2,400 kg/m <sup>3</sup>

Capacidad de carga del suelo

$$st \leq 1,20 \text{ kg/cm}^2$$

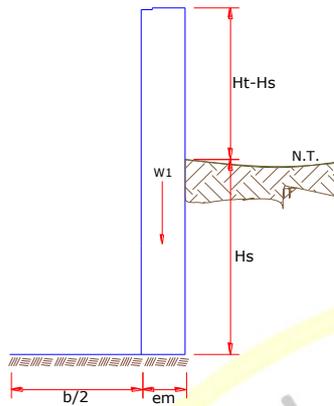


Figura 4. datos de diseño

Fuente: Elaboración propia

### Empuje del suelo sobre el muro (p)

Coefficiente de empuje =  $C_{ah}$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

Entonces:  $C_{ah} = 0,41$

Cálculo del empuje con la siguiente formula:

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$
$$P = 48,87 \text{ kg}$$

### Momento de vuelco ( $M_o$ )

$$M_o = P \cdot Y$$

Donde:

$$Y = \left(\frac{H_s}{3}\right)$$

Reemplazando:

$$Y = 0,17 \text{ m}$$

Entonces

$$M_o = 8,31 \text{ kg-m}$$

### Momento de estabilización ( $M_r$ ) y el peso $W$ :

$$M_r = W \cdot X$$

Dónde:

W = peso de la estructura

X = distancia al centro de gravedad

Además:

$$w_1 = em \cdot Ht \cdot \gamma c$$

$$X_1 = \left( \frac{b}{2} + \frac{em}{2} \right)$$

Entonces:

$$W_1 = 104,30 \text{ kg}$$

$$X_1 = 0,45 \text{ m}$$

Por lo tanto:  $M_r = 46,94 \text{ kg-m}$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente formula:

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 46,94 \text{ kg-m}$$

$$M_o = 8,31 \text{ kg-m}$$

$$W = 104,30 \text{ kg}$$

Reemplazando en la siguiente ecuación:

$$a = \frac{M_r + M_o}{W}$$

$$a = 0,53 \text{ m}$$

**Chequeo por volteo**

$$C_d = \frac{M_r}{M_o}$$

Se debe cumplir que debe ser mayor de 1,60

Reemplazando:

$$C_{dv} = 5,648616$$

Cumple!

**Chequeo por deslizamiento**

$$C_{dd} = \frac{F}{P}$$

$$F = \mu \cdot W$$

$$\mu = 0,42 \text{ entonces } F = 43,81 \text{ kg}$$

Por tanto:

$$C_{dd} = 0,90 \quad \text{Cumple!}$$

### Chequeo para la máxima carga unitaria

$$L = \frac{b}{2} + em$$

$$L = 0,0 \text{ m}$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

El mayor valor de los P1, debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P \leq \sigma_t$$

$$P_1 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1 = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

Se compara:

$$0,06 \text{ kg/cm}^2 \leq 1,00 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!}$$

### Acero horizontal en muros

Por tratarse de muros donde la longitud supera ampliamente a la altura, lo consideramos como muros en voladizo

#### Datos de Entrada:

Altura Hp	0,70 (m)
P.E. Suelo (W)	1,49 Ton/m <sup>3</sup>
f <sub>c</sub>	210,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
f <sub>y</sub>	4 200,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Capacidad del terreno Qt	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Angulo de fricción Ø	24,70 grados
S/C	300,00 Kg/m <sup>2</sup>
Luz libre LL	0,80 m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

Entonces:  $K_a = 0,411$

$H_p = 0,70 \text{ mt}$

Calculamos  $P_u$  para  $(7/8) H$  de la base

$$H = P_t = (7/8) * H * K_a * W \quad 0.38 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Empuje del terreno}$$

$$E = 75,00\% P_t \quad 0.28 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Sismo}$$

$$P_u = 1,0 * E + 1,6 * H = 0.89 \text{ ton/m}^2$$

### Calculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro:

$$E = 10,00 \text{ cm}$$

$$d = 4,37 \text{ cm}$$

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

Entonces:

$$M (+) = 0,02 \text{ ton-m}$$

$$M (-) = 0,02 \text{ ton-m}$$

### Calculo del Acero de Refuerzo $A_s$ :

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

$M_u =$	0,02	Ton-m
$b =$	100,00	cm
$f'_c =$	210,00	Kg/cm <sup>2</sup>
$F_y =$	4200,00	Kg/cm <sup>2</sup>
$d =$	14,37	cm

## Calculo del Acero de Refuerzo

Acero mínimo

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 0,79 \text{ cm}^2$$

Tabla 30.

*Iteraciones cálculo de acero*

N°	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter	0,44	0,01
2 iter	0,10	0,01
3 iter	0,10	0,01
4 iter	0,10	0,01

Fuente: elaboración propia

Tabla 31. *Distribucion de acero*

*Distribucion de acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribucion del acero de refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
0,79	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar Ø3/8" @0.25m en ambas caras

## Acero vertical en muros

### Datos de Entrada:

Altura Hp	0,70 (m)
P.E. Suelo (W)	1,49 Ton/m <sup>3</sup>
f'c	210,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )

fy	4 200,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Capacidad del terreno Qt	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Angulo de fricción Ø	24,70 grados
S/C	300,00 Kg/m <sup>2</sup>
Luz libre LL	0,80 m

### Calculo del Acero de Refuerzo

$$A_{smin} = 0,0018 * b * d$$

$$Asmin = 0,79 \text{ cm}^2$$

Tabla 32. Iteraciones cálculo de acero

#### Iteraciones cálculo de acero

Nº	a(cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter	0,44	0,27
2 iter	0,06	0,26
3 iter	0,06	0,26
4 iter	0,06	0,26

Fuente: elaboración propia

Tabla 33. Distribucion de acero

#### Distribucion de acero

As(cm <sup>2</sup> )	Distribucion del acero de refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
0,79	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar Ø3/8" @0,25m en ambas caras

### Diseño de losa de fondo

Altura	H	0,15 (m)
Ancho	A	1,00 (m)
Largo	L	1,00 (m)
P.E. Concreto	(Wc)	2,40 Ton/m <sup>3</sup>
P.E. Agua	(Ww)	1,00 Ton/m <sup>3</sup>
Capacidad terr.	Qt	1,20 (Kg/cm <sup>2</sup> )

Peso Estructura:

Losa	0,36	
Muros	0,168	Ton
Pt (peso total)	<u>0,528</u>	Ton

Área de Losa	1,00	m <sup>2</sup>
Reacción neta del terreno	=1,2*Pt/Área	
	0,63	Ton/m <sup>2</sup>
Qneto=	0,06	Kg/cm <sup>2</sup>
Qt=	1,20	Kg/cm <sup>2</sup>
Qneto < Qt	<b>CONFORME</b>	
Altura de la losa	H= 0,15 m	As min= 2,574 cm <sup>2</sup>

Tabla 34. *Distribucion de acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribucion del acero de refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2,574	4,00	3,00	2,00	1,00	1,00

Fuente: elaboración propia

Usar Ø3/8" @0,25ambos sentidos

## b.2 Diseño estructural de reservorio 15 m<sup>3</sup>

El análisis estructural del reservorio apoyado se realizó con un software de ingeniería estructural (SAP2000 – Versión 14.2.0). La estructura fue analizada mediante un modelo tridimensional. En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico.

Los elementos de concreto armado (losa, muros y cimentación) se modelaron con elementos tipo Shell. En el presente modelo se analizó considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados en el modelo como solicitaciones de carga debido a que no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia del reservorio.

### Datos de Diseño

Capacidad Requerida	15,00 m <sup>3</sup>
Longitud	3,60 m
Ancho	3,60 m
Altura del Líquido (HL)	1,26 m
Borde Libre (BL)	0,50 m
Altura Total del Reservorio (HW)	1,76 m
Volumen de líquido Total	16,33 m <sup>3</sup>
Espesor de Muro (tw)	0,20 m
Espesor de Losa Techo (Hr)	0,15 m
Alero de la losa de techo (e)	0,10 m
Sobrecarga en la tapa	100 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de la losa de fondo (Hs)	0,20 m
Espesor de la zapata	0,40 m

Alero de la Cimentación (VF)	0,20 m
Tipo de Conexión Pared-Base	Flexible
Largo del clorador	1,05 m
Ancho del clorador	0,80 m
Espesor de Losa de Clorador	0,10 m
Altura de Muro de Clorador	1,22 m
Espesor de Muro de Clorador	0,10 m
Peso de Bidón de Agua	60,00 kg
Peso de Clorador	979 kg
Peso de Clorador por m <sup>2</sup> de techo	55,50 kg/m <sup>2</sup>
Peso Propio del Suelo (gm):	1,59 ton/m <sup>3</sup>
Profundidad de Cimentación (HE):	0,00 m
Angulo de Fricción Interna (Ø):	25,80 °
Presión Admisible de Terreno (st):	1,48 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del Concreto (f'c)	210 kg/cm <sup>2</sup>
Ec del concreto	252,671 kg/cm <sup>2</sup>
Fy del Acero	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso Específico del Concreto	2,400 kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico del Líquido	1,000 kg/m <sup>3</sup>
Aceleración de la Gravedad (g)	9.81 m/s <sup>2</sup>
Peso del Muro	12,840.96 kg
Peso de la Losa de Techo	6,350.40 kg
Recubrimiento Muro	0.05 m
Recubrimiento Losa de Techo	0.03 m

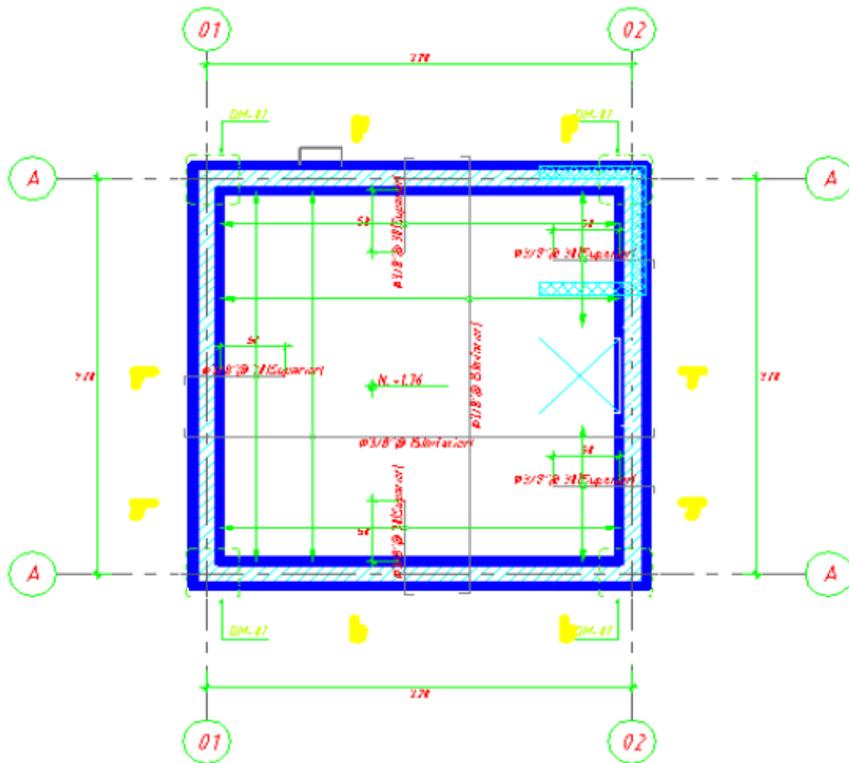


Figura 5. Planta de techo del reservorio apoyado de 15 m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

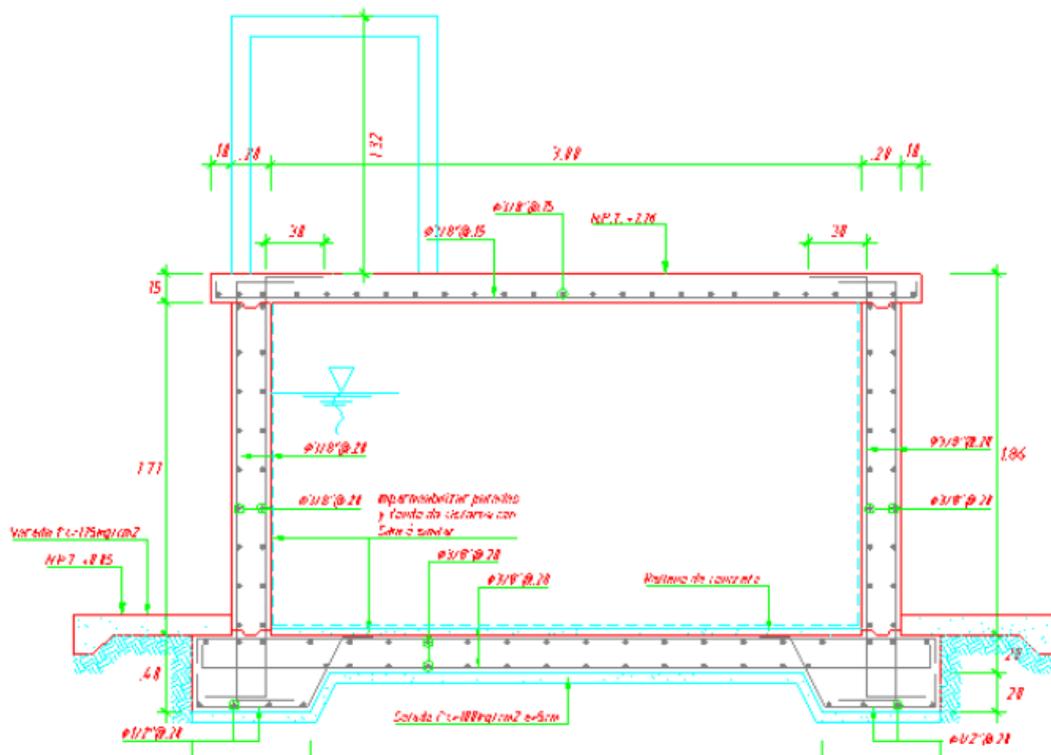


Figura 6. Corte típico del reservorio de 15 m<sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Parámetros sísmicos (Reglamento Peruano E. 0.30 - 2018):**

$$Z = 0,35$$

$$U = 1,50$$

$$S = 1,20$$

**Análisis sísmico estático (ACI 350.3-06):**

Coefficiente de masa efectiva ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \left[ 0,0151 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 - 0,1908 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 + 1,024 \right] \leq 1,0$$

$$\epsilon = 0,60$$

**Masa equivalente de la aceleración del líquido**

Peso equivalente del líquido almacenado

$$(W_L) = 16,330 \text{ kg}$$

$$\frac{w_i}{W_L} = \frac{\tan[0,866 \left( \frac{L}{H_L} \right)]}{0,866 \left( \frac{L}{H_L} \right)}$$

$$\frac{w_i}{W_L} = 0,264 \left( \frac{L}{H_L} \right) \tan \left[ 3,16 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right]$$

$$\text{Peso del líquido} = 16,300 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la pared del reservorio (Ww1)} = 12,841 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de la losa del techo (Wr)} = 6,350 \text{ kg}$$

$$\text{Peso equivalente de la componente impulsiva (Wi)} = 6,507 \text{ kg}$$

$$\text{Peso equivalente de la componente convectiva (Wc)} = 9,886 \text{ kg}$$

$$\text{Peso efectivo del depósito (We = } \epsilon * Ww + Wr) = 14,055 \text{ kg}$$

**Propiedades dinámicas:**

$$\text{Frecuencia de vibración natural componente impulsiva } (\omega_i) = 854,14 \text{ rad/s}$$

$$\text{Masa del muro (mw)} = 86 \text{ kg,s}^2/\text{m}^2$$

$$\text{Masa impulsiva del líquido (mi)} = 92 \text{ kg,s}^2/\text{m}^2$$

$$\text{Masa total por unidad de ancho (m)} = 178 \text{ kg,s}^2/\text{m}^2$$

Rigidez de la estructura (k)	= 67,208.090 kg/m <sup>2</sup>
Altura sobre la base del muro al C,G, del muro (hw)	= 0,88 m
Altura al C,G, de la componente impulsiva (hi)	= 0,47 m
Altura al C,G, de la componente impulsiva IBP(h'i)	= 1,42m
Altura resultante (h)	= 0,67 m
Altura al C,G, de la componente compulsiva (hc)	= 0,69 m
Altura al C,G, de la componente compulsiva IBP (h'c)	= 1,54 m
Frecuencia de vibración natural componente convectiva (ωc)	= 2,63 rad/s
Periodo natural de vibración correspondiente a Ti	= 0,01 s
Periodo natural de vibración correspondiente a Tc	= 2,39 s

$\omega_i = \sqrt{k/m}$ $m = m_w + m_i$ $m_w = H_w t_w (\gamma_c / g)$ $m_i = \left( \frac{W_i}{W_L} \right) \left( \frac{L}{2} \right) H_L \left( \frac{\gamma_L}{g} \right)$ $h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)}$ $h_w = 0.5 H_w$ $k = \frac{4E_c}{4} \left( \frac{t_w}{h} \right)^3$	$\frac{L}{H_L} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left( \frac{L}{H_L} \right)$ $\frac{L}{H_L} \geq 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.375$ $\frac{L}{H_L} < 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = 0.45$ $\frac{L}{H_L} \geq 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = \frac{0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right)}{2 \tanh \left[ 0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right]} - 1/8$	$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$ $\frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$ $\lambda = \sqrt{3.16g \tanh[3.16(H_L/L)]}$ $\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}}$ $T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi\sqrt{m/k}$ $T_i = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right) \sqrt{L}$
--	--	---

Figura 7. Formularios

Fuente: elaboración propia

Factor de amplificación espectral componente impulsiva Ci = 2,62

Factor de amplificación espectral componente convectiva Cc = 1,05

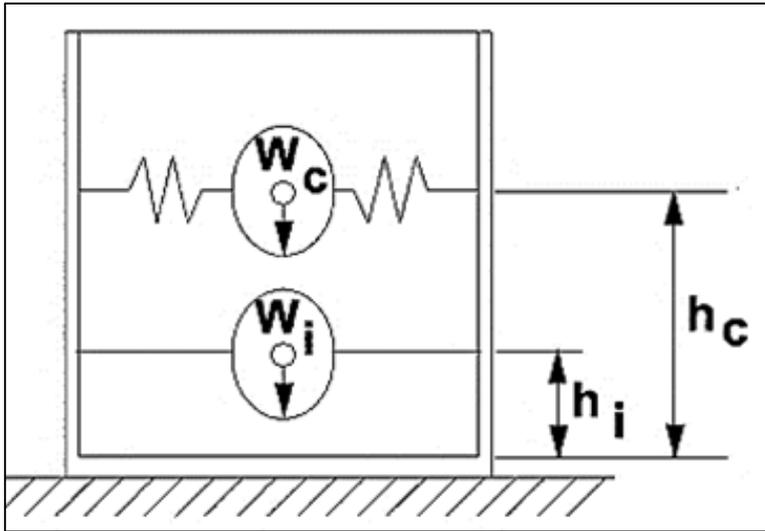


Figura 8: Factores de ampliación

Fuente: elaboración propia

Altura del centro de gravedad del muro de reservorio	= 0,88 m
Altura del centro de gravedad de la losa de cobertura $h_r$	= 1,84 m
Altura del centro de gravedad componente impulsiva $h_i$	= 0,47 m
Altura del centro de gravedad componente impulsiva $IBPh'i$	= 1,42 m
Altura del centro de gravedad componente convectiva $h_c$	= 0,69 m
Altura del centro de gravedad componente convectiva $IBPh'c$	= 1,54 m

Fuerzas laterales dinámicas:

I	= 1,50
Ri	= 2,00
Rc	= 1,00
Z	= 0,35
S	= 1,20

Tabla 35.

*Response modification factor R*

Type of structure	Ri		
	On or above grade	Burled*	Rc
Anchored, flexible-base tanks	3,25	3,25	1,0
Fixed or hinged-base tanks	2,0	3,0	1,0
Unanchored, contained, or uncontained tanks	1,5	2,0	1,0
Pedestal-mounted tanks	2,0	--	1,0

Fuente: elaboración propia

$P_w = 11,918.02$  kg Fuerza inercial lateral por aceleración del muro

$P_r = 5,893.79$  kg Fuerza inercial lateral por aceleración de la losa

$P_i = 6,039.08$  kg Fuerza lateral impulsiva

$P_c = 7,349.67$  kg Fuerza lateral convectiva

$V = 24,957.78$  kg corte basal total

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

$$P_w = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_r}{R_{wi}} \quad P'_w = ZSIC_i \frac{\varepsilon W'_w}{R_{wi}}$$

$$P_r = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_r}{R_{wi}}$$

$$P_i = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_i}{R_{wi}}$$

$$P_c = ZSIC_c \frac{\varepsilon W_c}{R_{wc}}$$

Aceleración vertical

La carga hidrostática  $q_{hy}$  a una altura  $y$ :  $q_{hy} = \gamma_L (H_L - y)$

La presión hidrodinámica resultante  $P_{hy}$ :  $P_{hy} = a_v, q_{hy}$   $P_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}}, q_{hy}$

$b = 2/3$

Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

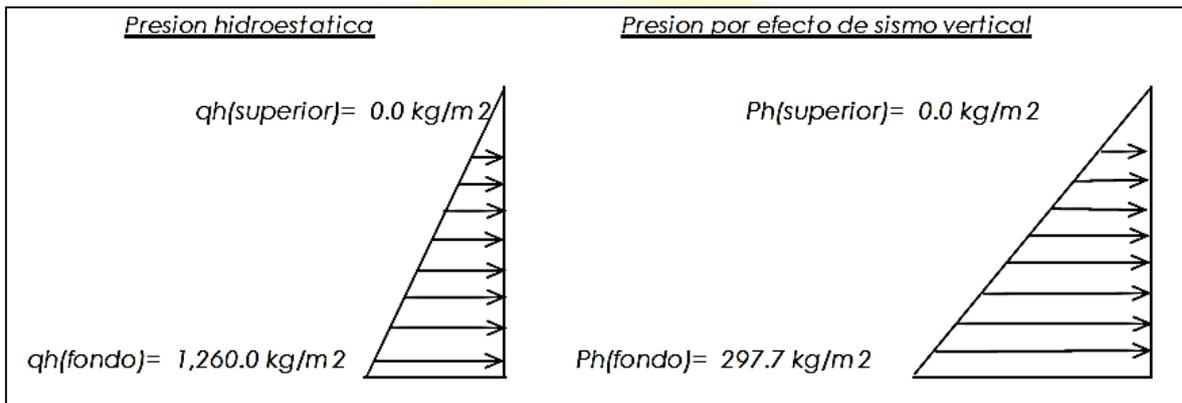


Figura 9: Diagrama de presiones

Fuente: elaboración propia

Distribución horizontal de cargas:

Presión lateral por sismo vertical

$$P_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}}, q_{hy}$$

$$P_{hy} = 297,7 \text{ kg/m}^2 - 236,25 y$$

Distribución de carga inercial por  $W_w$

$$P_{wy} = ZSIC_v \frac{C_i}{R_{wi}}, (\epsilon \gamma_c B t_w)$$

$$P_{wy} = 926,28 \text{ kg/m}$$

Distribución de carga impulsiva

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L} (4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12H_i)y$$

$$P_{iy} = 4222,3 \text{ kg/m} \quad - 2898,21 \text{ y}$$

Distribución de carga convectiva

$$P_{cy} = \frac{P_i}{2H_L^2} (4H_L - 6 H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12 H_c) y$$

$$P_{cy} = 2083,2 \text{ kg/m} \quad 1322,69 \text{ y}$$

Presión horizontal de cargas

$$y_{\text{máx}} = 1,26 \text{ m}$$

$$y_{\text{min}} = 0,00 \text{ m}$$

Presión lateral por sismo vertical

$$P_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}}, q_{hy}$$

$$P_{hy} = 297,7 \text{ kg/m}^2 \quad - 236,25 \text{ y}$$

Presión de carga inercial por Ww

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B}$$

$$p_{wy} = 267,3 \text{ kg/m}^2$$

Presión de carga impulsiva

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B}$$

$$p_{iy} = 1172,9 \text{ kg/m}^2 \quad - 805,06 \text{ y}$$

Presión de carga conectiva

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B}$$

$$p_{cy} = 578,7 \text{ kg/m}^2 \quad 367,41 \text{ y}$$

Momento flexionante en la base del muro (Muro den voladizo)

$$M_w = 10,488 \text{ kg-m} \quad M_w = P_w x h_w$$

$$M_r = 10,815 \text{ kg-m} \quad M_r = P_r x h_r$$

$$M_i = 2,838 \text{ kg-m} \quad M_i = P_i x h_i$$

$$M_c = 5,071 \text{ kg-m} \quad M_c = P_c x h_c$$

$$M_b = 24,669 \text{ kg-m} \quad \text{Momento de flexión en la base de toda la sección}$$

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M^2}$$

Momento en la base del muro

$$M_w = 10,488 \text{ kg-m} \quad M_w = P_w x h_w$$

$$M_r = 10,815 \text{ kg-m} \quad M_r = P_r x h_r$$

$$M'_i = 8,597 \text{ kg-m} \quad M'_i = P_i x h'_i$$

$$M'_c = 11,318 \text{ kg-m} \quad M'_c = P_c x h'_c$$

$$M_b = 31,971 \text{ kg-m} \quad \text{Momento del volteo en la base del reservorio}$$

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c{}^2}$$

Factor de seguridad al volteo (FSv)

$$M_o = 31,971 \text{ kg-m}$$

$$M_B = 80,665 \text{ kg-m} \quad 2,50 \text{ cumple}$$

$$M_L = 80,665 \text{ kg-m} \quad 2,50 \text{ cumple} \quad \text{F.S. volteo mínimo} = 1,5$$

Combinaciones últimas de diseño

El modelamiento se efectuó en el programa de análisis de estructuras SAP2000, para

lo cual se consideró las siguientes combinaciones de carga:

$$U = 1,4 D + 1,7 L + 1,47 F$$

$$U = 1,25 D + 1,25 L + 1,25 F + 1,0 E$$

$$U = 0,9 D + 1,0 E$$

$$E = \sqrt{(p_{iy} + p_{wy})^2 + p_{cy}^2 + p_{hy}^2}$$

Donde: D(Carga muerta), L ( carga viva), F (empuje de líquido) y E (carga por sismo)

### Modelamiento y resultados mediante software estructural

Resultante del diagrama del momento  $M_{22}$  – Max (envolvente en la dirección x

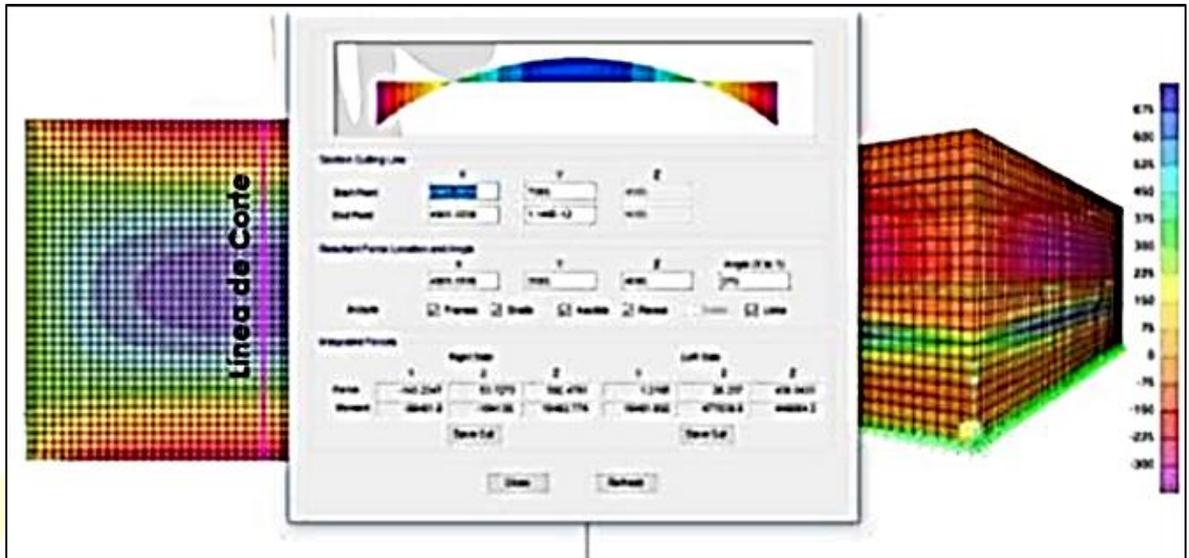


Figura 10. Resultados del modelamiento

Fuente: elaboración propia

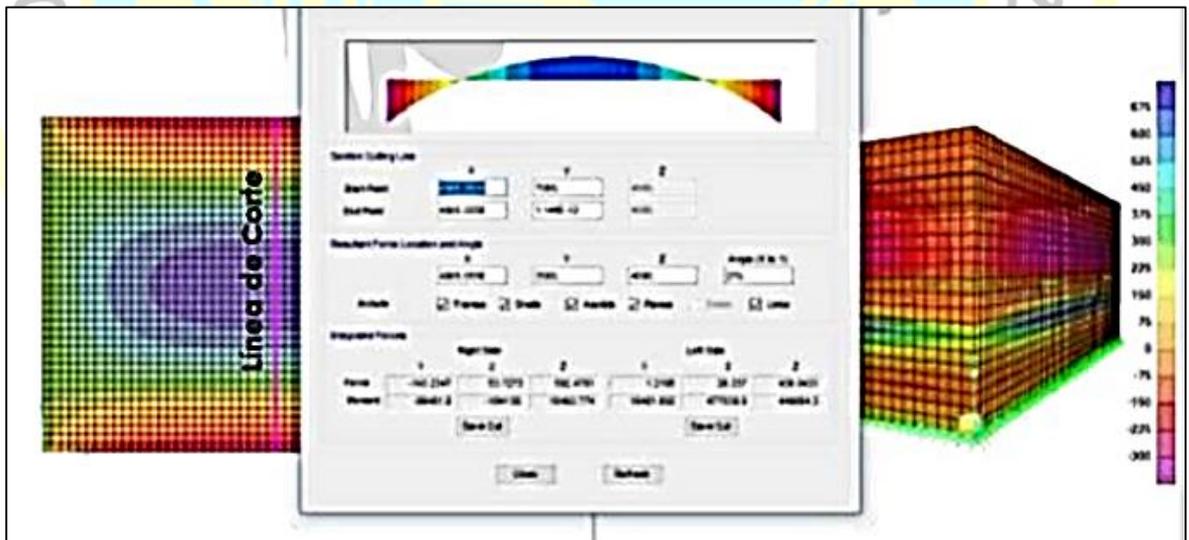


Figura 11. Fuerzas laterales por presión de agua

Fuente: elaboración propia

### Diseño de la estructura

El refuerzo de elementos del reservorio en contacto al agua se colocará en doble malla.

Verificación y cálculo de refuerzo del muro.

a. Acero de refuerzo vertical por flexión

Momento máximo último  $M_{22}$  700,00 kg.m

$A_s = 1,24 \text{ cm}^2$  usando  $\boxed{3/8''}$   $s = 0,57 \text{ m}$

$A_s = 3,00 \text{ cm}^2$  usando  $\boxed{3/8''}$   $s = 0,47 \text{ m}$

b. Control de agrietamiento

$w = 0,33 \text{ m}$  (rajadura máxima para el control de agrietamiento)

$$S_{m\acute{a}x} = 26 \text{ cm} \quad S_{m\acute{a}x} = \left( \frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0,041}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 27 \text{ cm} \quad S_{m\acute{a}x} = 30,5 \left( \frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0,041}$$

c. Verificación del corte vertical

Fuerza cortante máxima  $V_{23}$  = 1000,00 kg

Resistencia del concreto a cortante = 8,87 kg/cm<sup>2</sup>  $V_c = 0,53 \sqrt{f'_c}$

Esfuerzo cortante último =  $v/(0,85bd)$  = 0,78 kg/cm<sup>2</sup> cumple

d. Verificación por contracción y temperatura

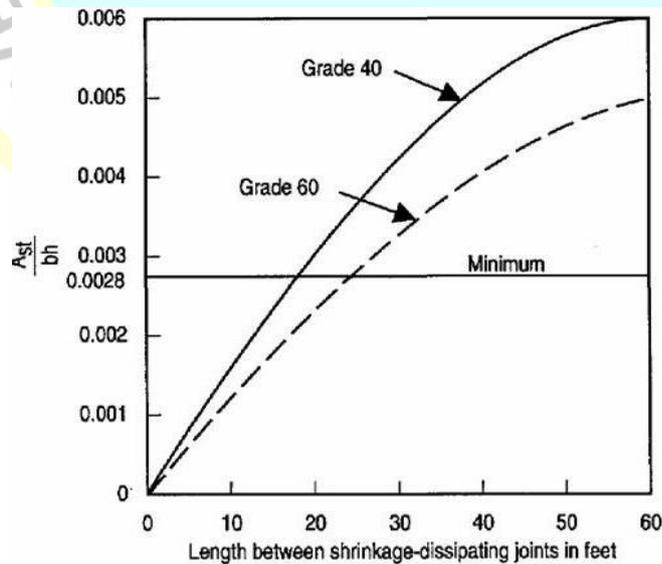


Figura 12. Minium temperatura and sirinkage reinzforcement ratio

Fuente: ACI 350

	<b>L</b>	<b>B</b>
Long, de muro entre juntas (m)	4,00 m	4,00 m
Long, de muro entre juntas (pies)	13,12 pies	13,12 pies (ver figura)
Cuantía de acero de temperatura	0,003	0,003 (ver figura)
Cuantía mínima de temperatura	0,003	0,003
Área de acero por temperatura	6,00 cm <sup>2</sup>	6,00 cm <sup>2</sup>

usando    $s = 0,24 \text{ m}$

**e. Acero de refuerzo horizontal por flexión**

Momento máximo último  $M_{11} = 250,00 \text{ kg,m}$

$A_s = 0,44 \text{ cm}^2$  usando    $s = 1,61 \text{ m}$

$A_s = 3,00 \text{ cm}^2$  usando 2    $s = 0,63 \text{ m}$

**f. Acero de refuerzo horizontal por tensión**

Tensión máximo último  $F_{11}$  (SAP) 1,800.00 kg  $A_s = \frac{N_u}{0,9 f_y}$

$A_s = 0,48 \text{ cm}^2$  usando    $s = 1,49 \text{ m}$

**g. Verificación del corte horizontal**

Fuerza corte máxima (SAP)  $V_{13} = 1700,00 \text{ kg}$   $V_c = 0,53 \sqrt{f'_c}$

Resistencia del concreto a cortante  $= 8,87 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo cortante último  $= V/(0,85bd) = 1,33 \text{ kg/cm}^2$  cumple

**Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo**

La losa de cobertura serpa una losa maciza armada en dos direcciones para su diseño se utilizará el método de coeficientes:

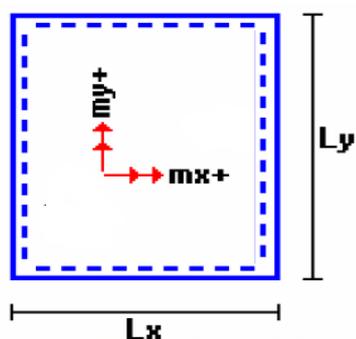


Figura 13: Grafico de momentos

Fuente: elaboración propia

$$M_x = C_x W_u L_x^2 \quad \text{Momento de flexión en la dirección x}$$

$$M_y = C_y W_u L_y^2 \quad \text{Momento de flexión en la dirección y}$$

Para el caso del reservorio, se considerará que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera una condición de CASO 1

Carga viva

Uniformidad repartida  $W_L = 100 \text{ kg/m}^2$

Carga muerta

Uniformidad repartida  $W_D = 465 \text{ kg/m}^2$

Luz libre del tramo en la dirección  $L_x = 3,60 \text{ m}$

Luz libre del tramo en la dirección  $L_y = 3,60 \text{ m}$

Relación		Muerta	Viva
$m = L_x/L_y$	1,00	Factor amplificación	1,4      1,7
Momento + por carga muerta amplificada	$C_x = 0,036$	$M_x = 304,1 \text{ kg,m}$	
	$C_y = 0,036$	$M_y = 304,1 \text{ kg, m}$	
Momento + por carga viva amplificada	$C_x = 0,036$	$M_x = 79,3 \text{ kg,m}$	

$$C_y = 0,036 \quad M_y = 79,3 \text{ kg,m}$$

**a. Cálculo del acero de refuerzo**

Momento máximo positivo (+) 383 kg,m

Área de acero positivo (inferior)  $0,82 \text{ cm}^2$  usando  $\boxed{3/8''}$   $s = 0,87 \text{ m}$

Área de acero positivo (inferior)  $4,50 \text{ cm}^2$  usando  $\boxed{3/8''}$   $s = 0,16 \text{ m}$

**b. Cálculo del acero de refuerzo**

Fuerza corte máxima = 1,479 kg  $V_c = 0,53 \sqrt{f'c}$

Resistencia del concreto a cortante =  $8,87 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo cortante último =  $V/(0,85bd) = 1,16 \text{ kg/cm}^2$  cumple

**Cálculo de acero de refuerzo en la losa de fondo**

**a. Cálculo de la relación amplificada del suelo**

Las cargas que se transmiten al suelo son:

Tabla 36. Descripción de cargas

Descripción de cargas

	Carga muerta (P <sub>d</sub> )	Carga viva (P <sub>L</sub> )	Carga líquido (P <sub>H</sub> )
Peso muro de reservorio	12,841 kg	---	---
Peso de losa de techo + piso	15,643 kg	---	---
Peso del clorador	979 kg	---	---
Peso del liquido	---	---	16,329,60 kg
sobrecarga de techo	---	1,764 kg	---
	29,463,12 kg	1,764 kg	16,329,60 kg

Fuente: elaboración propia

Capacidad portante neta del suelo  $q_{sn} = q_s - g_s h_t - g_c e_L - S/C =$   
 $0,96 \text{ kg/cm}^2$

Presión de la estructura sobre terreno  $qT = (P_d + P_L)/(L'B) = 0,25 \text{ kg/cm}^2$  correcto

Reacción amplificada del suelo

$$q_{snu} = \frac{1,4 * Pd + 1,7 * PL + 1,7 * ph}{L'B} = 0,37 \text{ kg/cm}^2$$

Área en contacto con terreno  $19,36 \text{ m}^2$

**b. Cálculo del acero de refuerzo**

El método se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales por el método de los coeficientes:

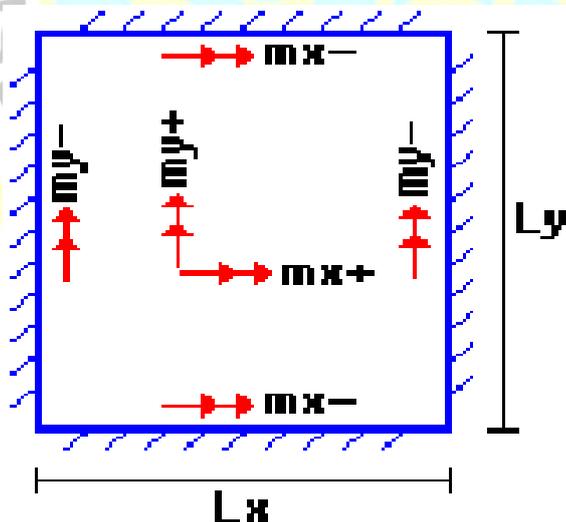


Figura 14: Grafico de momentos

Fuente: elaboración propia

Luz libre del tramo en la dirección corta  $L_x = 3,60 \text{ m}$

Luz libre del tramo en la dirección larga  $L_y = 3,60 \text{ m}$

Momento + por carga muerta amplificada	$C_x = 0,018$	$M_x = 497,0 \text{ kg-m}$
	$C_y = 0,018$	$M_y = 497,0 \text{ kg-m}$
Momento + por carga viva amplificada	$C_x = 0,027$	$M_x = 556,0 \text{ kg-m}$
	$C_y = 0,027$	$M_y = 556,0 \text{ kg-m}$
Momento – por carga total amplificada	$C_x = 0,045$	$M_x = 2169,2 \text{ kg-m}$
	$C_y = 0,045$	$M_y = 2169,2 \text{ kg-m}$

Momento máximo positivo (+) 1,053 kg, m

Área de acero positivo (superior)  $1,88 \text{ cm}^2$  usando 1  $\frac{3}{8}"$  s = 0,38 m

Momento máximo negativo (-) 2,169 kg.m

Área de acero positivo (inferior)  $3,92 \text{ cm}^2$  usando  $\frac{1}{2}"$  s = 0,32 m

Área de acero por temperatura  $6,00 \text{ cm}^2$  usando 1  $\frac{3}{8}"$  s = 0,24 m

### c. Verificación del cortante

Fuerza corte máxima = 6,695 kg  $V_c = 0,53 \sqrt{f'c}$

Resistencia del concreto a cortante =  $8,87 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo cortante último =  $V/(0,85bd) = 2,63 \text{ kg/cm}^2$  cumple

### RESUMEN

	Teórico	Asumido
Acero de refuerzo en pantalla vertical	$\emptyset 3/8"$ @0,24 m	@0,20 m
Acero de refuerzo en pantalla horizontal	$\emptyset 3/8"$ @0,24 m	@0,20 m
Acero en losa de techo (inferior)	$\emptyset 3/8"$ @0,16 m	@0,15 m
Acero en losa de techo (superior)	$\emptyset 3/8"$ Ninguna	
Acero en losa de piso (superior)	$\emptyset 3/8"$ @0,24 m	@0,20 m
Acero en losa de piso (inferior)	$\emptyset 3/8"$ @0,24 m	@0,20 m
Acero en zapata (inferior)	$\emptyset 1/2"$ @0,26 m	@0,20 m

### b.3 Cruces aéreos para redes de saneamiento

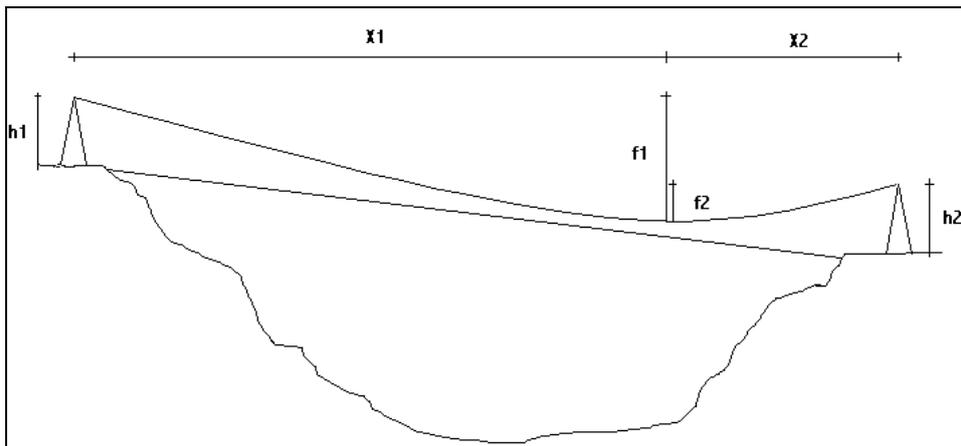


Figura 15. Representación del cruce aéreo para redes de saneamiento

Fuente: elaboración propia

Tabla 37. Peso por metro y resistencia a la rotura de aceros nominales (6x19 cobra)

Peso por metro y resistencia a la rotura de aceros nominales (6x19 cobra)

DIAM.	PESOS EN KG/ML.			alma de acero
	Tub. F.G.	Tub. PVC.	Cable Acero	Resist. efecto A la rotura en TM
1/4"			0,17	2,74
5/16"			0,28	4,25
3/8"			0,39	6,08
1/2"			0,69	10,68
5/8"			1,08	16,67
3/4"	1,58	1,04	1,54	23,75
1"	2,90	1,49	2,75	41,71
1 1/2"	4,32	2,68	6,20	91,8
2"	6,00	4,18	10,82	159,66
2.5"	7,92	6,42		
3"	9,70	8,97		
4"		13,98		

Fuente: Prodac bekaert.com

**a) Cruce aéreo L= 20 m**

Datos de Diseño:

Longitud del Pase Aéreo (LP)	20 m
Diámetro de la tubería de agua (Dtub)	1 1/2''
Material de la tubería de agua	HDPE
Separación entre péndolas (Sp)	1 m
Velocidad del viento (Vi)	80 Km/h
Factor de Zona sísmica (Z)	3
f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
F'y	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Rec. col.	3 cm
Rec. Zap	7 cm
Cap. Port. St	1,20 kg/cm <sup>2</sup>
γs Suelo	1700 kg/m <sup>3</sup>
γC° Concreto Armado	2400 kg/m <sup>3</sup>
γC° Concreto Simple	2300 kg/m <sup>3</sup>
Ø	24,7 <sup>a</sup>

**Flecha del cable (Fc)**

$$Fc1 = LP/11 = 1,80 \text{ m}$$

$$Fc2 = LP/9 = 2,20 \text{ m}$$

$$Fc = 2,20 \text{ m}$$

**Altura de la torre de suspension**

Altura debajo de la Tubería: 0,50 m

Altura Mínima de la Tubería a la Péndula: 0,50 m

Altura de Profundización Para Cimentación: 1,00 m

Altura de Columna: 4,00 m

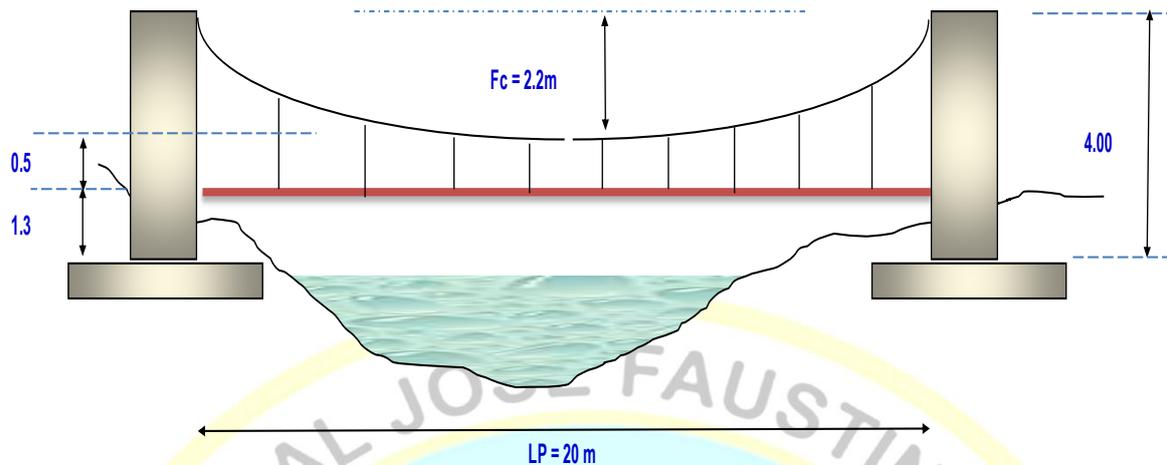


Figura 16. Representación del cruce aéreo L=20,00 m

Fuente: elaboración propia

### A.- DISEÑO DE PENDOLAS Y CABLE PRINCIPAL

#### Carga Muerta (WD)

Peso de tubería:	0,45 kg/m
Peso del agua	1,10 kg/m
Peso de accesorio (grapas, otros)	5,00 kg/m

$$WD = 6,60 \text{ kg/m}$$

#### Carga Viva (WL)

Peso de una persona por tubería	15,00 kg/m
---------------------------------	------------

$$WL = 15,00 \text{ kg/m}$$

#### Carga de Viento (WV)

$$\text{Velocidad del viento a 20 m de altura} = V_i * (15/10)^{0,22} = 87,50 \text{ kg/m}$$

$$\text{Presión del viento} = 0,005 * 1,2 * 87,50^2 = 45,90 \text{ kg/m}$$

$$WV = 1 \frac{1}{2} * 2,54 * 45,90 / 100$$

$$WV = 1,75 \text{ kg/m}$$

#### Carga Ultima (WU)

$$(W_u) = 0,75 * (1,4w_d + 1,7w_l + 1,7w_v)$$

$$WU = 29,00 \text{ kg/m}$$

#### Factores de Seguridad

Factor de seguridad para el diseño de Péndolas	5
Factor de seguridad para el diseño del cable principal	5

### A.1.- DISEÑO DE PENDOLAS

#### Calculos:

Peso total de la pendola	29,00 kg
Factor de seguridad a la tension (3 - 5)	5,00
Tension de la pendola	0,15 Tn
Se adopta Cable de	1/4 " Tipo Boa (6x19) para péndolas
Tension a la rotura	2,67 Tn
Cantidad de péndolas	19 Und.

#### Determinación de Longitud de Pendolas:

Ecuacion de la parabola=  $y = 4f * x^2/l^2$

Tabla 38. Ecuacion de la parábola

*Ecuacion de la parabola*

N° Pendolas	Distancia al Centro de la Pendola "S"	Longitud de la pendola (Yi)m
10	Centro	0,500
	1	0,522
	2	0,588
	3	0,698
	4	0,852
	5	1,050
	6	1,292
	7	1,578
	8	1,908
	9	2,282
	10	
Longitud Total de Pendolas de un lado		10,77
Longitud Total de Pendolas		21,54

Fuente: elaboracion propia

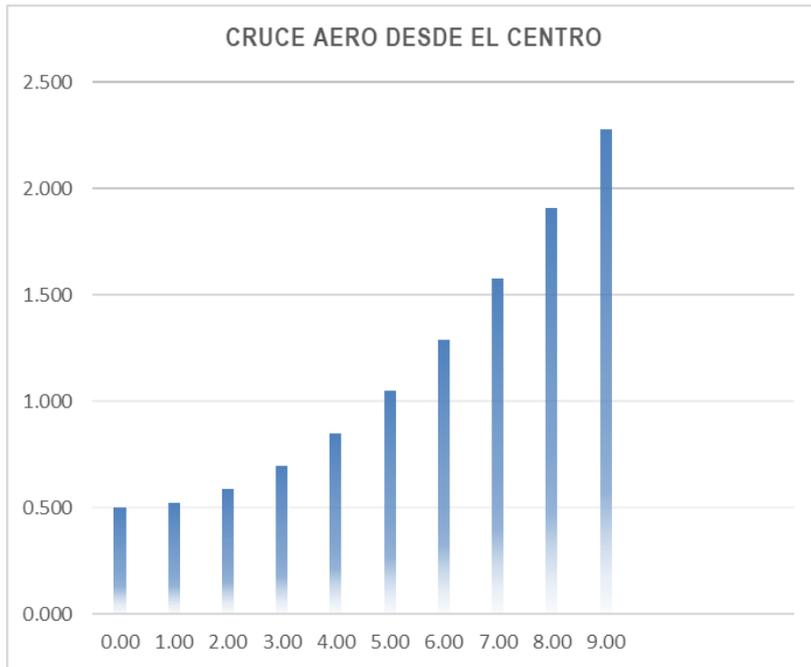


Figura 17. Representacion de las pendolas desde el centro

Fuente: elaboracion propia

## A.2.- DISEÑO DE CABLES PRINCIPALES

### Calculos:

Asumimos diámetro 1/2"

### Carga Muerta (WD)

Carga Muerta de la pendola (WDp) 6,60 kg/m

Peso de cable pendola 0,20 kg/m

Peso de cable Principal 0,70 kg/m

$$WD = 7,50 \text{ kg/m}$$

### Carga Viva (WL)

Peso de una persona por tubería 15,00 kg/m

$$WL = 15,00 \text{ kg/m}$$

### Carga de Viento (WV)

$$WV = 1,75 \text{ kg/m}$$

### Carga Ultima (WU)

$$(W_u) = 0.75 \cdot (1.4w_d + 1.7w_l + 1.7w_v)$$

$$W_U = 30,00 \text{ kg/m}$$

### Tensiones

$$T_H = (U \cdot L^2) / 8 \cdot D \quad T = T_H \cdot (1 + (16 \cdot D^2 / L^2))^{0,5} \quad T_V = (T^2 + T_H^2)^{0,5}$$

Donde:

U: Carga Ultima

L: Luz

D: Flecha

Tension Horizontal (TH)	681,82 kg
Tension Maxima Servicio (T max.ser)	744,90 kg
Tension Vertical (TV)	1009,80 kg

### Diseño de Cable

Factor de seguridad a la tension (2 -5)	5,00
Tmax.rotr = Tmax.ser x Fs	744,90 * 5,00 = 3,725 TN

Se adopta Cable de 1/2"

### B.- DISEÑO DE LA CAMARA DE ANCLAJE

#### Calculos:

Capacidad portante admisible del terreno	1,20 kg/cm <sup>2</sup>
Peso unitario del terreno Pu=	1490,00 kg/m <sup>3</sup>
Calidad del concreto (camara de anclaje) f'c=	175,00 kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de friccion interna " Ø "=	24,70 °
Angulo de salida del cable principal " 0 "=	45,00 °

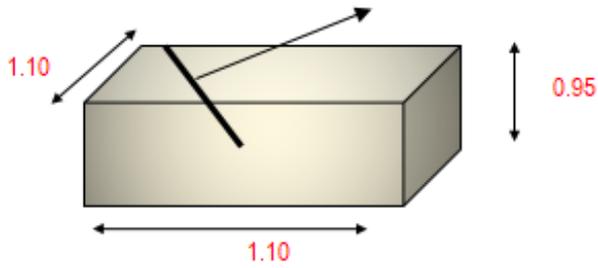


Figura 18. Planteamiento de dimensionamiento

Fuente: elaboracion propia

**Et (Empuje del estrato de tierra)**

$$Et = P.u * B^2 * H * (\tan(45 - \phi/2))^2 / 2$$

**Et = 0,40**

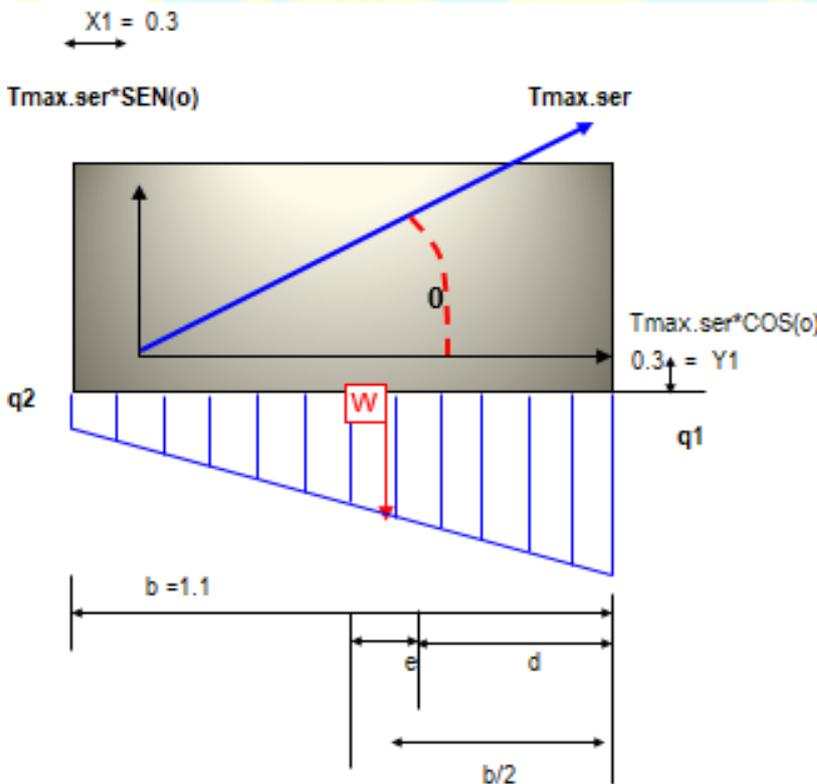


Figura 19: Distribucion de fuerzas

Fuente: elaboracion propia

$$T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha) = 0,53 \text{ Ton-m}$$

$$T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{COS}(\alpha) = 0,53 \text{ Ton-m}$$

**Wp** (peso propio de la camara de anclaje)

$$W_p = \rho_{\text{concreto}} \cdot B \cdot B \cdot H$$

$$W_p = 2,60 \text{ Ton}$$

$$b/2 = d + e$$

$$e = b/2 - d < b/3$$

$$d = (\text{suma de momentos}) / (\text{suma de fuerzas verticales})$$

$$d = \frac{W_p \cdot b/2 - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha) \cdot X_1 - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{COS}(\alpha) \cdot Y_1}{W_p - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha)}$$

$$d = 0,538 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

e (excentricidad de la resultante de fuerzas)

$$e = 0,012 < 0,40 \quad \text{OK}$$

q (presion con que actua la estructura sobre el terreno)

$$q = (\text{suma Fzas. verticales} / \text{Area}) \cdot (1 \pm 6 \cdot e / b)$$

$$q_1 = (\text{suma Fzas. verticales} / \text{Area}) \cdot (1 + 6 \cdot e / b)$$

$$q_1 = 0,2163 < 1,20 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$q_2 = (\text{suma Fzas. verticales} / \text{Area}) \cdot (1 - 6 \cdot e / b)$$

$$q_2 = 0,1888 < 1,20 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

## **ANALISIS DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD**

F.S.D (Factor de seguridad al deslizamiento)

F.S. D = (Fzas. estabilizadoras / Fzas. desestabilizadoras)

$$F.S. D = [ (W_p - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha)) \cdot U ] / [ T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{COS}(\alpha) ]$$

$$F.S.D = 3,00 > 1,75 \quad \text{OK}$$

F.S.V (Factor de seguridad al volteo)

F.S. V= (Momentos estabilizadores/ Momentos desestabilizadores)

F.S. V=  $(W_p \cdot b/2) / (T_{max.ser} \cdot \text{SEN}(\theta) \cdot X1 + T_{max.ser} \cdot \text{COS}(\theta) \cdot Y1)$

F.S.V = 4,60 > 2,00 OK

## C.- CIMENTACIÓN

### DIMENSIONAMIENTO:

#### Calculos:

Sobre carga piso	150,00 kg/m <sup>2</sup>
Profundidad de desplante (Df)	1,20 m
Diametro de Acero Columna	5/8 “
Calculo del peralte (ld) $Ld = 0.08 \cdot db \cdot f_y / \sqrt{f'_c}$	14,49 cm
Altura de Zapata teorica	22,12 cm
Altura de Zapata Asumida (hc)	0,40 m
Ht	0,80 m
Calculo de Presion de suelo (qm) $q_m = q_a - g_t \cdot h_t - g_c \cdot h_c - s/c$	1,16 kg/cm <sup>2</sup>
Tension Vertical = TH*Sen (0)	681,8181
Peso de la Columna	1536,00 kg
Peso sobre la columna (Ps)	2217,82 kg
Calculo de Area de Zapata $A'z = Ps/qm$	1911,91 cm <sup>2</sup>
$T = Az^{0,5} + ((t - b) / 2) = 0,44$ cm se usará 170,00 cm	
$B = Az^{0,5} - ((t - b) / 2) = 0,44$ cm se usará 150,00 cm	

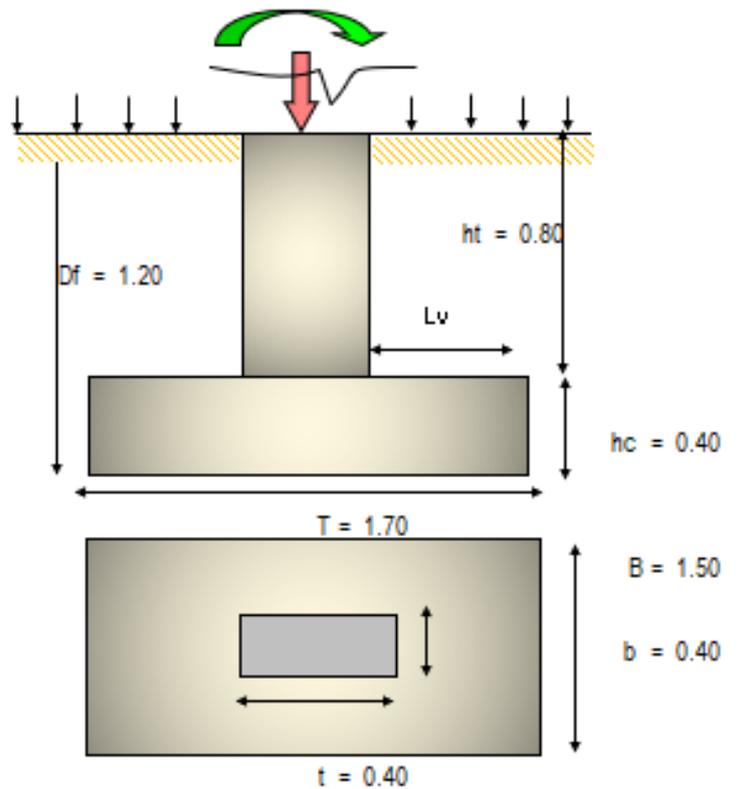


Figura 20. Predimensionamiento

Fuente: elaboracion propia

### VERIFICACION POR CORTE ( $\phi = 0,85$ ):

#### Calculos:

Verificacion de la reaccion amplificada (qmu)

$$q_{mu} = P_u / A_z = 0,12 \text{ kg/cm}^2$$

#### Por flexion

Diametro de Acero Zapata 1/2"

Peralte de la zapata (dz) 31,73 cm

$$L_v = (T - t) / 2 = 65,00 \text{ cm}$$

$$V_u = q_{mu} * B * (L_v - dz) = 9,23 \text{ cm}$$

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} * B * dz = 36,56 \text{ cm}$$

$$V_u \leq \phi V_c \quad \text{OK}$$

**Por punsonamiento**

$$V_u = P_u - q_{mu} * m * n = 2478,45 \text{ kg}$$

$$b_o = 2 * m + 2 * dz = 286,92 \text{ cm}$$

$$b_c = t/b = 1,00$$

$$V_c = 0,27 * (2 + 4/b_c) * \sqrt{f'c} * b_o * dz = 213725,11 \text{ kg}$$

$$\phi v_c = 181666,35 \text{ kg}$$

$$V_c = 1.1 * \sqrt{f'c} * b_o * dz = 145121,99$$

$$\phi v_c = 123353,69 \text{ kg}$$

$$V_u \leq \phi v_c \quad \text{OK}$$

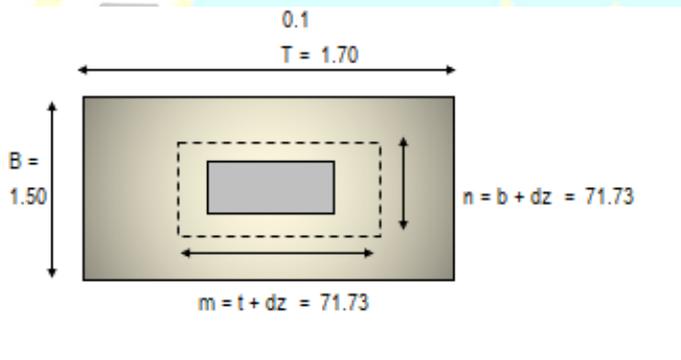


Figura 21. Área de corte

Fuente: elaboracion propia

**CALCULO DEL REFUERZO ( $\phi = 0.90$ ):**

**DIRECCION LONGITUDINAL**

**Calculos:**

$$L_v = (T - t) / 2 = 65,00 \text{ cm}$$

$$M_u = q_{mu} * B * L_v^2 / 2 = 38583,51 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = M_u / (\phi * f_y * (dz - a/2))$$

$$a = A_s * f_y / (0,85 * f'c * B)$$

$$B = 150,00 \text{ cm}$$

$$d = 31,73 \text{ kg-cm}$$

$$a = 0,05 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,32 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ m\u00edn} = 0,0018 \times B \times d$$

$$A_s \text{ m\u00edn} = 8,57 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ Longitudinal} = 8,57 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ m\u00edn} > A_s \text{ USAR } A_s \text{ m\u00edn}$$

Tabla 39. \u00c1rea de colocaci\u00f3n de acero

Area de colocaci\u00f3n de acero

Di\u00e1metro $\varnothing$ (Pulg)	Area as (cm <sup>2</sup> )	Numero de varillas	Separacion (cm)	Area Total As (cm <sup>2</sup> )
1/2"	1,27	8	15	10,16
	As			10,16

Fuente: elaboracion propia

### DIRECCION TRANSVERSAL

**Calculos:**

$$L_v = (B - b) / 2 = 55,00 \text{ cm}$$

$$M_u = q_m \cdot T \cdot L_v^2 / 2 = 31308,20 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = M_u / (\varnothing \cdot f_y \cdot (d_z - a/2))$$

$$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c \cdot B)$$

$$T = 170,00 \text{ cm}$$

$$d = 31,73 \text{ kg-cm}$$

$$a = 0,04 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,26 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ m\u00edn} = 0,0018 \times T \times d$$

$$A_s \text{ min} = 9,71 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ Longitudinal} = 9,71 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} > A_s \text{ USAR } A_s \text{ min}$$

Tabla 40.

Area de colocación de acero

Diámetro Ø (Pulg)	Area as (cm <sup>2</sup> )	Numero de varillas	Separacion (cm)	Area Total As (cm <sup>2</sup> )
½"	1,27	8	20	10,16
	As			10,16

Fuente: elaboracion propia

### VERIFICACION DE LA CONEXIÓN COLUMNA - ZAPATA ( Ø = 0.70 )

#### Calculos:

Resistencia al Aplastamiento Sobre la Columna

$$P_u = (1.4 \cdot P_D + 1.7 \cdot P_L) = 3104,95 \text{ kg}$$

$$P_n = P_u / \phi = 4435,64 \text{ kg}$$

$$A_c = t \cdot b = 1600,00 \text{ cm}^2$$

$$P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_c = 285600,00 \text{ kg}$$

$$P_n < P_{nb} \text{ CONFORME}$$

Resistencia en el Concreto de la Cimentación

$$A_2 = T^2 \cdot x \cdot b / t = 27200000,00 \text{ cm}^2$$

$$A_o = \sqrt{A_2 / A_c} \cdot A_c = 130,38 \cdot A_c$$

$$A_o \leq 2 \cdot x \cdot A_c = 2,00 \cdot A_c$$

$$P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot x \cdot A_o = 571200,00 \text{ kg}$$

$$P_n < P_{nb} \text{ CONFORME}$$

Refuerzo Adicional Minimo

$$A_s = (P_u - \phi P_n) / \phi f_y = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.005 * A_c = 8,00 \text{ cm}^2$$

No existe problemas de aplastamiento en la union columna - zapata y no requiere refuerzo adicional para la transmisión de cargas de un elemento a otro

#### D.- DISEÑO DE LA TORRE DE SUSPENSION

Calculo de las fuerzas sismicas por reglamento:

$$\text{Factor de importancia (U)} = 1,50$$

$$\text{Factor de suelo (S)} = 1,10$$

$$\text{Coeficiente sismico (C)} = 2,50$$

$$\text{Factor de ductilidad (Rd)} = 8,00$$

$$\text{Factor de Zona (Z)} = 0,35$$

$$\text{Angulo de salida del cable: Torre-camara o} = 45^\circ$$

$$\text{Angulo de salida del cable: Torre-Puente o2} = 15^\circ$$

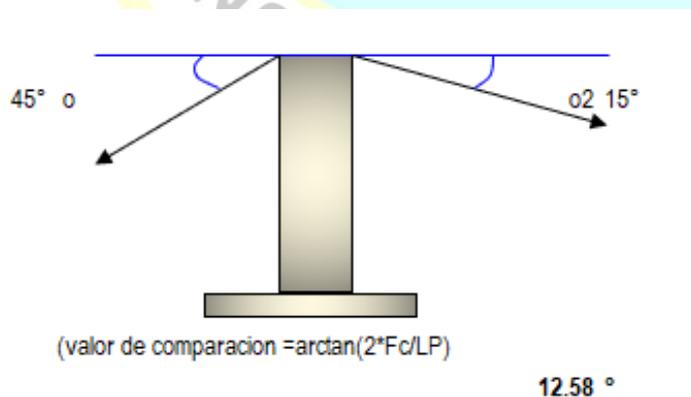


Figura 22. Angulo de salida del cable

Fuente: elaboracion propia

## DIMENSIONAMIENTO DEL TORREON

Tabla 41.

Resultado de fuerza sísmica total en la base

Nivel	hi	Wi*hi	Fs(i)
3	4,00	4,096	0,14
2	2,70	2,730	0,09
1	1,37	1,370	0,05
fuerza sísmica total en la base			0,28 Tn

Fuente: elaboracion propia

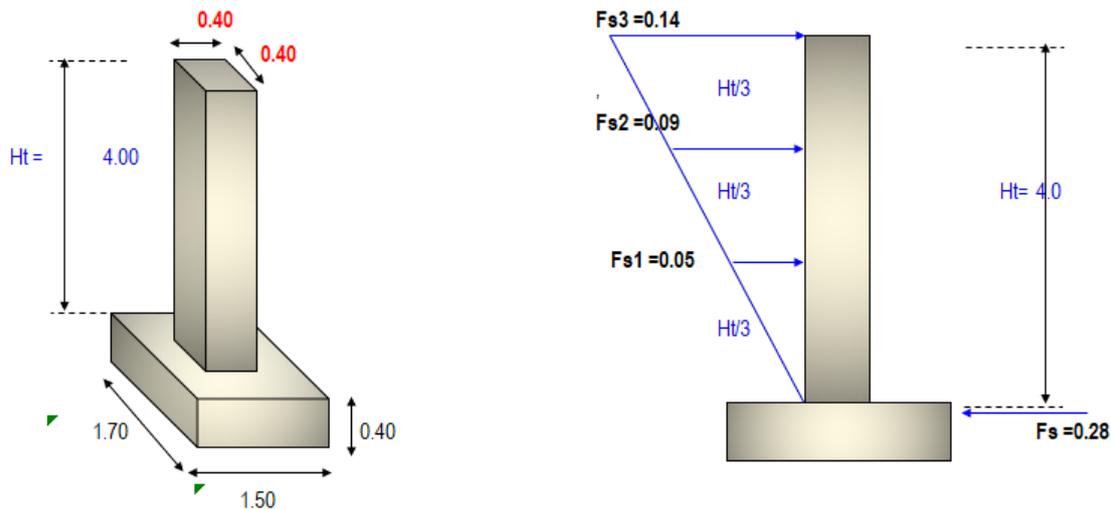


Figura 23. Distribucion de fuerzas en la torre

Fuente: elaboracion propia

## ANALISIS DE ESTABILIDAD

$$T_{\max} \cdot \sin(\alpha) = 0,20 \text{ Ton-m}$$

$$T_{\max} \cdot \cos(\alpha) = 0,70 \text{ Ton-m}$$

$$T_{\max} \cdot \sin(\alpha) = 0,50 \text{ Ton-m}$$

$$T_{\max} \cdot \cos(\alpha) = 0,50 \text{ Ton-m}$$

W (peso propio de la torre-zapata)

$$W_p \text{ (peso propio de la torre)} = 1,50 \text{ Ton}$$

$$W_z \text{ (peso propio de la zapata)} = 2,40 \text{ Ton}$$

$$b/2 = d + e$$

$$e = b/2 - d < b/3$$

d = (suma de momentos) / (suma de fuerzas verticales)

$$d = \frac{(W_p \cdot 2b/3 + W_z \cdot b/2 + T_{\max} \cdot \sin(\alpha_2) \cdot 2b/3 + T_{\max} \cdot \sin(\alpha) \cdot 2b/3 - [T_{\max} \cdot \cos(\alpha_2) - T_{\max} \cdot \cos(\alpha)] \cdot (H + h_z) - F_{s3} \cdot (H + h_z) - F_{s2} \cdot 2 \cdot (H + h_z)/3 - F_{s1} \cdot (H + h_z)/3)}{(W_p + W_z + T_{\max} \cdot \sin(\alpha) + T_{\max} \cdot \sin(\alpha_2))}$$

$$d = 0,60 \text{ m}$$

e (excentricidad de la resultante de fuerzas)

$$e = 0,253 < b/3 = 0,60 \text{ m} \quad \text{OK}$$

q (presión con que actúa la estructura sobre el terreno)

$$q = (\text{suma Fzas. verticales} / \text{Area}) \cdot (1 + 6 \cdot e / b)$$

$$q_1 = [(W_p + W_z + T_{\max} \cdot \sin(\alpha_2) + T_{\max} \cdot \sin(\alpha)) / (b \cdot \text{prof})] \cdot (1 + 6 \cdot e / b)$$

$$q_1 = 0,30 < 1,20 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$q_2 = [(W_p + W_z + T_{\max} \cdot \sin(\alpha_2) + T_{\max} \cdot \sin(\alpha)) / (b \cdot \text{prof})] \cdot (1 - 6 \cdot e / b)$$

$$q_2 = 0,02 < 1,20 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

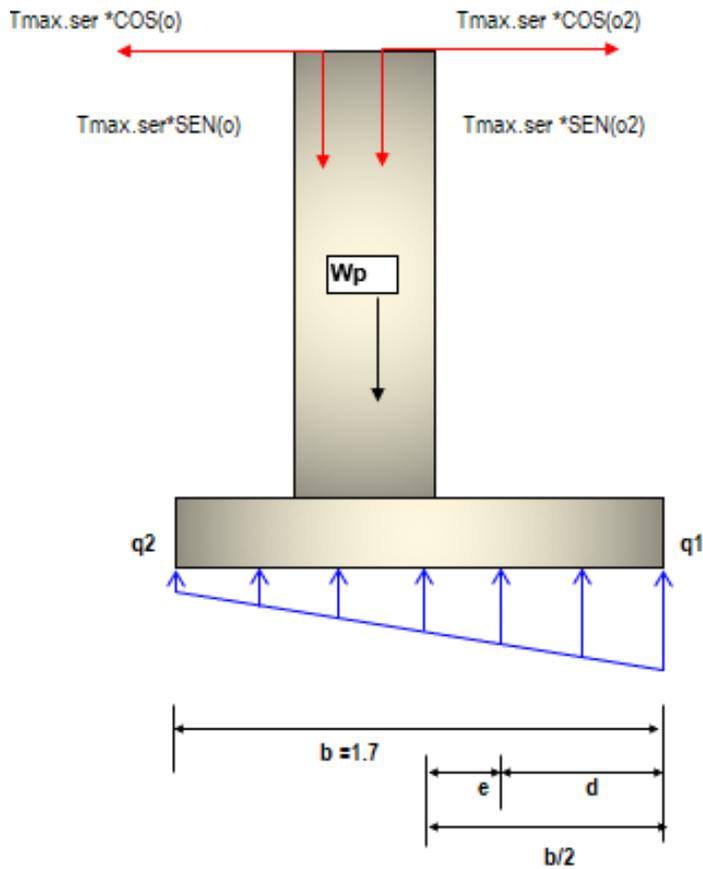


Figura 24. Diagrama de estabilidad

Fuente: elaboracion propia

### ANALISIS DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD

F.S.D (Factor de seguridad al deslizamiento)

F.S.D = (Fzas. estabilizadoras/ Fzas.desestabilizadoras)

$$F.S.D = [ (Wp+Wz +Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) *U ] / [Tmax.ser*COS(o2)-Tmax.ser*COS(o) +Fs3+Fs2+Fs1]$$

$$F.S.D = 5,00 > 1,50 \quad OK$$

F.S.V (Factor de seguridad al volteo)

F.S. V= (Momentos estabilizadores/ Momentos desestabilizadores)

$$F.S.V = (W_p * 2b/3 + W_z * b/2 + T_{max.ser} * \text{SEN}(\alpha_2) * 2b/3 + T_{max.ser} * \text{SEN}(\alpha) * 2b/3) /$$

$$(T_{max.ser} * \text{COS}(\alpha_2) * (H_t + h_z) + T_{max.ser} * \text{COS}(\alpha) * (H_t + h_z) + F_s3 * (H_t + h_z) + F_s2 * (2 * H_t/3 + h_z) + F_s1 * (H_t/3 + h_z))$$

$$F.S.D = 2,50 > 1,75 \quad \text{OK}$$

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TORRE DE SUSPENSION

### Diseño por metodo a la rotura

$$T_{max.rot/columna} = 1.5 * T_{max.ser/columna}$$

$$T_{max.ser} = 0,74 \text{ Ton-m}$$

$$T_{max.rot} = 1,12 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = (T_{max.rot} * \text{COS}(\alpha_2) - T_{max.rot} * \text{COS}(\alpha)) * H_t + F_s3 * H_t + F_s2 * H_t * 2/3 + F_s1 * H_t/3$$

$$M_u = 1,45 \text{ Ton-m}$$

### Diseño de la columna a flexion

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 40 \text{ cm}$$

$$\emptyset \text{ Asum.} = 5/8''$$

$$\text{rec. Colm.} = 3,00 \text{ cm}$$

$$d = 36,21 \text{ cm}$$

$$M_U = 1,45 \text{ Ton-m}$$

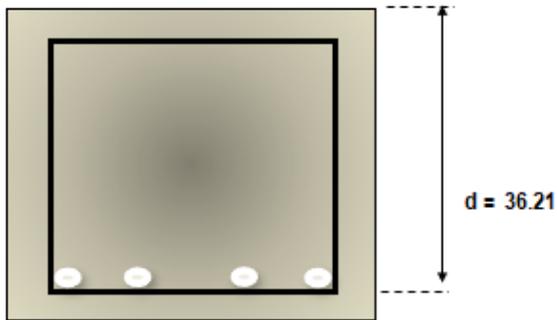


Figura 25. Sección transversal

Fuente: elaboración propia

$W = 0,01$        $\rho = 0,001 < 75 \cdot \rho_b = 0,016$  “FALLA DUCTIL”

$A_s(\text{cm}^2) = 1,07 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ min}} = 4,83 \text{ cm}^2$

Tabla 42: Resultado de área de acero

Diámetro Ø (Pulg)	Area $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )	Numero de varillas	Area Total $A_s$ ( $\text{cm}^2$ )
5/8”	1,98	3,00	5,94
5/8”	1,98	3,00	5,94
Área de acero total			11,88

Fuente: elaboración propia

B Calculado = 22,46 cm      B Asumido = 40,00 cm      OK

### DISEÑO DE LA COLUMNA A COMPRESION

$P_n(\text{max})$  [carga axial máxima resistente]

$$P_n(\text{max}) = 0.80 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (b \cdot h - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y)$$

$P_n(\text{max}) = 244,00 \text{ Ton}$

$$T_{\max.\text{rot}/\text{columna}} = 1.7 * T_{\max.\text{ser}/\text{columna}}$$

Pu [carga axial ultima actuante]

$$P_u = W_p + T_{\max.\text{rot}} * \text{SEN}(\alpha_2) + T_{\max.\text{rot}} * \text{SEN}(\alpha)$$

$$P_u = 3,40 \text{ Ton}$$

$$3,40 \text{ Ton} < 244,00 \text{ Ton OK}$$

### DISEÑO DE LA COLUMNA POR CORTE

$$T_{\max.\text{rot}/\text{columna}} = 1.5 * T_{\max.\text{ser}/\text{columna}}$$

VU (cortante ultimo)

$$V_u = T_{\max.\text{rot}} * \text{COS}(\alpha_2) - T_{\max.\text{rot}} * \text{COS}(\alpha) + F_{s3} + F_{s2} + F_{s1}$$

$$V_u = 0,60 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{con}} = 0,85 * (0,53 * (f'c)^{0,5} * b * d) / 1000$$

$$V \text{ que absorbe el concreto} \Rightarrow 9,00 \text{ Ton}$$

$$V \text{ que absorbe acero} = V_{\text{ace}} = V_u - V_{\text{con}} = -8,90 \text{ Ton, no requiere refuerzo por corte}$$

(adopte el minimo)

Diametro de Acero para estribo (3/8")

$$S = A_v * f_y * b / V_{\text{ace}}$$

$$S = 0,25 \text{ cm}$$

SE ADOPTARÁ S = 0,25 cm var. 3/8"

## RESULTADOS DE DISEÑO

### DIMENSIONES DE PASE AÉREO

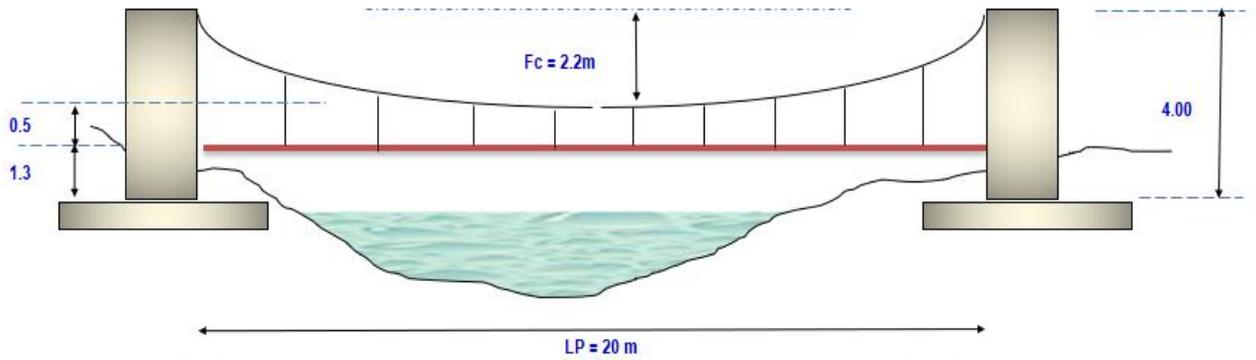


Figura 26. Resultado del dimensionamiento del pase aéreo

Fuente: elaboración propia

### DISEÑO DE PENDOLAS Y CABLE PRINCIPAL

#### Diseño de Péndolas

Peso Total de la Péndola	29,00 kg
Cable Adoptado	1/4" tipo boa (6x19) para pendolas
Separación de Péndolas	1,00 m
Cantidad de Péndolas	19 und.
Longitud Total de Péndolas	21,54 m

#### Diseño de Cables Principales

Tensión Máxima en Cable	3,72 tn
Cable Adoptado	1/2" cable tipo boa (6x19)
Tensión Máxima Admisible de Cable	12,60 tn

## DISEÑO DE CÁMARA DE ANCLAJE

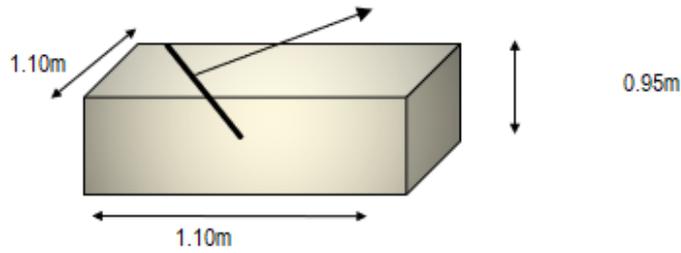


Figura 27: Resultado del dimensionamiento de la cámara de anclaje

Fuente: elaboracion propia

Concreto Hidráulico	$f'c = 175,00 \text{ kg/cm}^2$
Angulo de salida del cable principal	$45^\circ$
Distancia de Anclaje a la Columna	4,00
Angulo de salida del cable	$12,58^\circ$

## DISEÑO DE TORRE Y CIMENTACIÓN

### Propiedades de los Materiales

Concreto Hidráulico	$f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$
Acero Grado 60	$f'y = 4200,00 \text{ kg/cm}^2$

### Dimensiones de Torre

Largo	0,40 m
Ancho	0,40 m
Altura Total de Torre	4,00 m

### Dimensiones de Cimentación

Largo	1,70 m
Ancho	1,50 m
Altura	0,40 m
Profundidad de Desplante	1,20 m

## Detalle de Armado de Acero

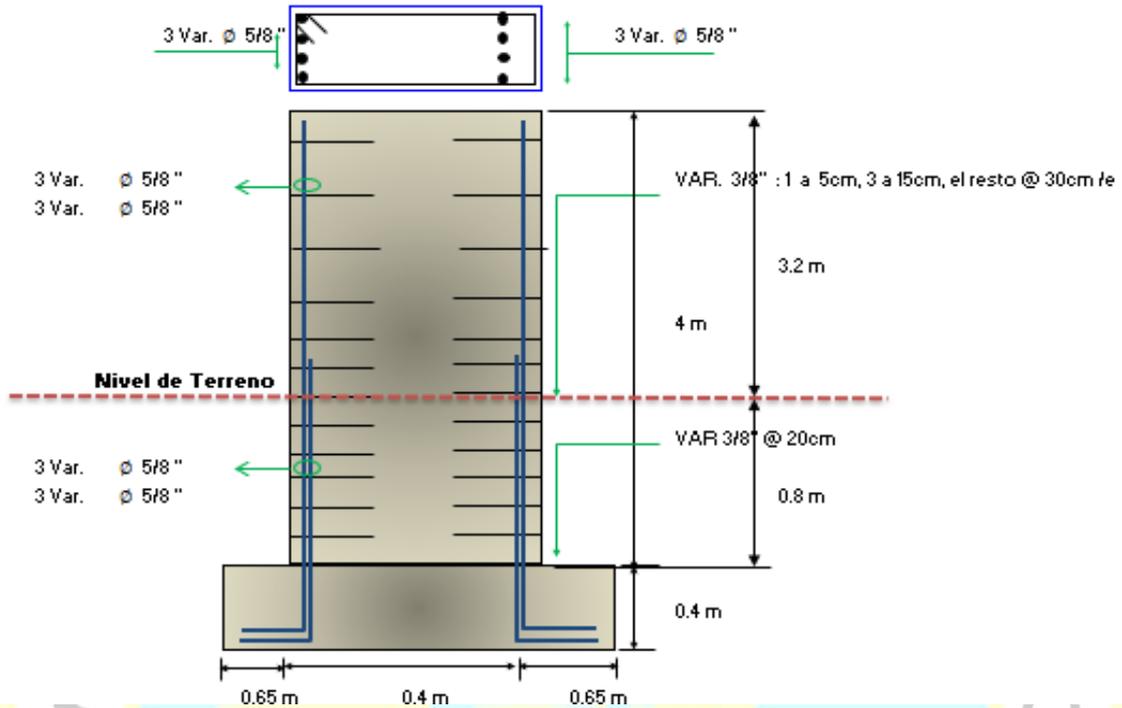


Figura 28. Resultado de la colocación de aceros longitudinales y transversales

Fuente: elaboración propia

### 4.1.2.2. Diseño hidráulico y estructural del sistema de alcantarillado

#### a) Diseño hidráulico

##### a.1. Proyección del caudal del sistema de alcantarillado

#### DATOS BÁSICOS DE DISEÑO - TOTAL PROYECTO

Dotación :	80,00	l/hab/d
Coef. var. diaria k1:	1,30	
Coef. var. horaria k2:	2,00	
Tasa de crecimiento po:	0,00	%
Densidad poblacional:	3,00	hab/Lote
Número de lotes:	224,00	Lotes
Coeficiente de retorno:	0,80	

Tabla 43.

*Caudales concentrados de servicios públicos*

DESCRIPCIÓN	CANTIDA		DOTACIÓ	TOTAL L/DIA	TOTA
	D Po	D Pf	N		L
COLEGIO INICIAL Y					
PRIMARIA	53	53	20	1.060,00	0,012
COLEGIO					
SECUNDARIA	66	66	25	1.650,00	0,019
POSTA MÉDICA	3	3	600	1.800,00	0,021
				Q. PROMEDIO	0,042
				Q. MAX DIARIO	0,054
				Q. MAX HORARIO	0,084

Fuente: elaboracion propia

Tabla 44.

*Proyección del caudal*

AÑOS DEL PROYECTO	POBLACIÓN PROYECTADA	DEMANDA DE AGUA POTABLE		CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES		
		ANUAL (m <sup>3</sup> /AÑO)	DIARIA (LT/SEG)	PROMEDIO(LT/SEG)	MAXIMO DIARIO (LT/SEG)	MAXIMO HORARIO (LT/SEG)
	(2037)					
0	682	19.914,40	0,63	0,51	0,66	1,01
20	682	19.914,40	0,63	0,51	0,66	1,01

Fuente: elaboracion propia

**a.2. Diseño de las tuberías del sistema de alcantarillado**

Caudal unitario : 0,000336 l/s x m

Longitud total : 3003,87 m

Numero de buzones : 75 und

Tabla 45.

Calculo de la red de alcantarillado

No. Buzón		Cota Tapa		Cota de Fondo		Prof. Buzón		L	Caudal aporte	Diametro	S	Qr	Qo	Vo	Qr/Qo	Vr/Vo	Vr	Tiran. Relat	OBS.	RH	Vc	Fza. tractiva calculada	Condición hidráulica
Del	Al	Del	Al	Del	Al	Del	Al	(m)	(Lps)	(m)	(m/m)	(Lps)	(Lps)	( m/s )			( m/s )	Y/D	Y/D	m	(m/s)	Kgf/m2	Fza. Tract > 0,1 Kg/m2
<b>CALLE 1</b>																							
Bz-56	Bz-55	3306,895	3302,685	3305,695	3301,485	1,20	1,20	42,00	0,014	0,16	0,10024	1,50	74,45	3,70	0,02015	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,802	0,922	**Cumple**
Bz-55	Bz-54	3302,685	3298,701	3301,485	3297,501	1,20	1,20	41,00	0,028	0,16	0,09717	1,50	73,31	3,65	0,02046	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,804	0,895	**Cumple**
Bz-54	Bz-57	3298,701	3295,251	3297,501	3294,051	1,20	1,20	63,14	0,049	0,16	0,05464	1,50	54,97	2,73	0,02729	0,426	1,2	0,11	**OK**	0,011	1,976	0,604	**Cumple**
Bz-57	Bz-47	3295,251	3293,628	3294,051	3292,428	1,20	1,20	37,00	0,062	0,16	0,04386	1,50	49,25	2,45	0,03046	0,426	1,0	0,11	**OK**	0,011	1,977	0,485	**Cumple**
Bz-47	Bz-46	3293,628	3290,923	3292,428	3289,523	1,20	1,40	25,15	0,070	0,16	0,11551	1,50	79,92	3,98	0,01877	0,375	1,5	0,09	**OK**	0,009	1,801	1,060	**Cumple**
<b>JR.28 DE JULIO</b>																							
Bz-54	Bz-53	3298,701	3295,996	3297,501	3294,796	1,20	1,20	12,50	0,004	0,16	0,21640	1,50	109,40	5,44	0,01371	0,348	1,9	0,08	**OK**	0,008	1,701	1,772	**Cumple**
Bz-53	Bz-49	3295,996	3287,123	3294,796	3285,923	1,20	1,20	46,24	0,020	0,16	0,19189	1,50	103,01	5,12	0,01456	0,348	1,8	0,08	**OK**	0,008	1,701	1,572	**Cumple**
Bz-49	Bz-50	3287,123	3285,733	3285,923	3284,533	1,20	1,20	8,00	0,022	0,16	0,17375	1,50	98,02	4,88	0,01530	0,348	1,7	0,08	**OK**	0,008	1,705	1,431	**Cumple**
Bz-50	Bz-39	3285,733	3279,567	3284,533	3277,867	1,20	1,70	30,43	0,033	0,16	0,21906	1,50	110,07	5,47	0,01363	0,348	1,9	0,08	**OK**	0,008	1,706	1,806	**Cumple**
Bz-39	Bz-1	3279,567	3272,675	3277,867	3271,325	1,70	1,35	40,89	0,046	0,16	0,15999	1,50	94,06	4,68	0,01595	0,348	1,6	0,08	**OK**	0,008	1,704	1,316	**Cumple**
<b>CA. JULIO DIAZ</b>																							
Bz-52	Bz-51	3285,970	3285,860	3284,770	3284,460	1,20	1,40	33,70	0,011	0,16	0,00920	1,50	22,55	1,12	0,06651	0,558	0,6	0,17	**OK**	0,017	2,438	0,155	**Cumple**
Bz-46	Bz-48	3290,923	3287,425	3289,523	3286,125	1,40	1,30	48,75	0,016	0,16	0,06970	1,50	62,09	3,09	0,02416	0,401	1,2	0,10	**OK**	0,010	1,896	0,709	**Cumple**
Bz-48	Bz-49	3287,425	3287,123	3286,125	3285,823	1,30	1,30	36,14	0,029	0,16	0,00836	1,50	21,50	1,07	0,06978	0,558	0,6	0,17	**OK**	0,017	2,437	0,141	**Cumple**
Bz-50	Bz-51	3285,733	3285,860	3284,533	3284,160	1,20	1,70	43,10	0,014	0,16	0,00865	1,50	21,88	1,09	0,06857	0,558	0,6	0,17	**OK**	0,017	2,435	0,145	**Cumple**
<b>AV. SANTA ROSA</b>																							
Bz-42	Bz-41	3286,077	3282,025	3284,877	3280,825	1,20	1,20	31,60	0,011	0,16	0,12823	1,50	84,21	4,19	0,01781	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,801	1,177	**Cumple**
Bz-41	Bz-40	3282,025	3279,593	3280,825	3278,093	1,20	1,50	30,20	0,021	0,16	0,09046	1,50	70,73	3,52	0,02121	0,401	1,4	0,10	**OK**	0,010	1,893	0,918	**Cumple**
Bz-40	Bz-39	3279,593	3279,567	3278,093	3277,867	1,50	1,70	30,50	0,031	0,16	0,00741	1,50	20,24	1,01	0,07410	0,577	0,6	0,18	**OK**	0,017	2,485	0,130	**Cumple**
Bz-39	Bz-37	3279,567	3279,263	3277,867	3277,563	1,70	1,70	42,25	0,045	0,16	0,00720	1,50	19,95	0,99	0,07520	0,577	0,6	0,18	**OK**	0,017	2,480	0,125	**Cumple**
Bz-38	Bz-37	3279,663	3279,263	3278,363	3277,563	1,30	1,70	49,00	0,016	0,16	0,01633	1,50	30,05	1,49	0,04992	0,517	0,8	0,15	**OK**	0,015	2,286	0,242	**Cumple**

AV. SAN ANTONIO DE PADUA

Bz-7	Bz-8	3275,680	3274,785	3274,480	3273,585	1,20	1,20	39,10	0,013	0,16	0,02289	1,50	35,58	1,77	0,04216	0,495	0,9	0,14	**OK**	0,014	2,226	0,321	**Cumple**
Bz-7	Bz-6	3275,680	3275,640	3274,480	3274,390	1,20	1,25	10,25	0,003	0,16	0,00878	1,50	22,04	1,10	0,06807	0,558	0,6	0,17	**OK**	0,017	2,422	0,146	**Cumple**
Bz-6	Bz-5	3275,640	3275,074	3274,390	3273,874	1,25	1,20	17,35	0,009	0,16	0,02974	1,50	40,56	2,02	0,03699	0,473	1,0	0,13	**OK**	0,013	2,137	0,385	**Cumple**
Bz-5	Bz-4	3275,074	3273,505	3273,874	3272,305	1,20	1,20	20,83	0,016	0,16	0,07532	1,50	64,54	3,21	0,02324	0,401	1,3	0,10	**OK**	0,010	1,897	0,768	**Cumple**
Bz-4	Bz-3	3273,505	3272,535	3272,305	3271,335	1,20	1,20	26,10	0,025	0,16	0,03716	1,50	45,34	2,25	0,03309	0,450	1,0	0,12	**OK**	0,012	2,058	0,446	**Cumple**
Bz-3	Bz-2	3272,535	3272,303	3271,335	3271,103	1,20	1,20	25,60	0,034	0,16	0,00906	1,50	22,39	1,11	0,06700	0,558	0,6	0,17	**OK**	0,017	2,423	0,151	**Cumple**
Bz-30	Bz-1	3272,868	3272,675	3271,668	3271,325	1,20	1,35	43,00	0,014	0,16	0,00798	1,50	21,00	1,04	0,07142	0,577	0,6	0,18	**OK**	0,017	2,480	0,139	**Cumple**
Bz-1	Bz-2	3272,675	3272,303	3271,325	3271,103	1,35	1,20	16,80	0,020	0,16	0,01321	1,50	27,03	1,34	0,05549	0,517	0,7	0,15	**OK**	0,015	2,279	0,194	**Cumple**

JR. ALFONSO UGARTE

Bz-51	Bz-37	3285,860	3279,263	3284,160	3277,563	1,70	1,70	28,10	0,009	0,16	0,23477	1,50	113,94	5,67	0,01316	0,348	2,0	0,08	**OK**	0,008	1,702	1,925	**Cumple**
Bz-37	Bz-36	3279,263	3273,856	3277,563	3272,656	1,70	1,20	27,00	0,019	0,16	0,18174	1,50	100,25	4,99	0,01496	0,348	1,7	0,08	**OK**	0,008	1,706	1,499	**Cumple**
Bz-36	Bz-30	3273,856	3272,868	3272,656	3271,668	1,20	1,20	11,15	0,022	0,16	0,08861	1,50	70,00	3,48	0,02143	0,401	1,4	0,10	**OK**	0,010	1,898	0,904	**Cumple**
Bz-30	Bz-29	3272,868	3266,031	3271,668	3264,831	1,20	1,20	22,60	0,030	0,16	0,30252	1,50	129,34	6,43	0,01160	0,319	2,1	0,07	**OK**	0,007	1,594	2,177	**Cumple**
Bz-29	Bz-28	3266,031	3261,670	3264,831	3260,470	1,20	1,20	16,14	0,035	0,16	0,27020	1,50	122,24	6,08	0,01227	0,319	1,9	0,07	**OK**	0,007	1,596	1,948	**Cumple**
Bz-28	Bz-31(EXT)	3261,670	3251,684	3260,470	3250,484	1,20	1,20	38,15	0,048	0,16	0,26176	1,50	120,31	5,98	0,01247	0,319	1,9	0,07	**OK**	0,007	1,596	1,888	**Cumple**
Bz-31(EXT)	Bz-73	3251,684	3248,325	3250,484	3247,125	1,20	1,20	9,25	0,051	0,16	0,36314	1,50	141,71	7,05	0,01058	0,319	2,3	0,07	**OK**	0,007	1,596	2,620	**Cumple**

JR. 28 DE JULIO

Bz-2	Bz-23	3272,303	3262,607	3271,103	3261,407	1,20	1,20	46,60	0,016	0,16	0,20807	1,50	107,27	5,34	0,01398	0,348	1,9	0,08	**OK**	0,008	1,705	1,713	**Cumple**
Bz-23	Bz-22	3262,607	3257,766	3261,407	3256,566	1,20	1,20	44,78	0,031	0,16	0,10811	1,50	77,32	3,85	0,01940	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,799	0,991	**Cumple**
Bz-22	Bz-18(EXT)	3257,766	3248,325	3256,566	3247,125	1,20	1,20	12,83	0,035	0,16	0,73585	1,50	201,73	10,03	0,00744	0,289	2,9	0,06	**OK**	0,006	1,482	4,574	**Cumple**

JR. FRANCISCO BOLOGNESI

Bz-45	Bz-42	3287,496	3286,077	3286,296	3284,877	1,20	1,20	26,48	0,009	0,16	0,05359	1,50	54,44	2,71	0,02755	0,426	1,2	0,11	**OK**	0,011	1,977	0,593	**Cumple**
Bz-42	Bz-43	3286,077	3281,683	3284,877	3280,483	1,20	1,20	18,80	0,015	0,16	0,23372	1,50	113,69	5,65	0,01319	0,348	2,0	0,08	**OK**	0,008	1,704	1,923	**Cumple**
Bz-43	Bz-44	3281,683	3278,805	3280,483	3277,605	1,20	1,20	20,80	0,022	0,16	0,13837	1,50	87,48	4,35	0,01715	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,800	1,269	**Cumple**
Bz-44	Bz-5	3278,805	3275,074	3277,605	3273,874	1,20	1,20	13,10	0,027	0,16	0,28481	1,50	125,50	6,24	0,01195	0,319	2,0	0,07	**OK**	0,007	1,595	2,051	**Cumple**
Bz-5	Bz-26	3275,074	3270,481	3273,874	3269,281	1,20	1,20	24,65	0,035	0,16	0,18633	1,50	101,51	5,05	0,01478	0,348	1,8	0,08	**OK**	0,008	1,705	1,534	**Cumple**
Bz-26	Bz-25	3270,481	3269,528	3269,281	3268,328	1,20	1,20	7,60	0,037	0,16	0,12539	1,50	83,27	4,14	0,01801	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,798	1,148	**Cumple**
Bz-25	Bz-14	3269,528	3257,738	3268,328	3256,538	1,20	1,20	46,05	0,053	0,16	0,25603	1,50	118,99	5,92	0,01261	0,319	1,9	0,07	**OK**	0,007	1,597	1,848	**Cumple**

Bz-14	Bz-15	3257,738	3255,455	3256,538	3254,255	1,20	1,20	24,10	0,061	0,16	0,09473	1,50	72,38	3,60	0,02072	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,801	0,870	**Cumple**
Bz-15	Bz-16(EXT)	3255,455	3250,497	3254,255	3249,297	1,20	1,20	13,10	0,065	0,16	0,37847	1,50	144,67	7,20	0,01037	0,319	2,3	0,07	**OK**	0,007	1,598	2,736	**Cumple**
<b>AV. LIMA</b>																							
Bz-9	Bz-10	3272,285	3272,854	3271,085	3271,654	1,20	1,20	27,10	0,009	0,16	0,02100	1,50	34,08	1,69	0,04402	0,495	0,8	0,14	**OK**	0,014	2,220	0,293	**Cumple**
Bz-10	Bz-27	3272,854	3271,210	3271,654	3270,010	1,20	1,20	19,90	0,016	0,16	0,08261	1,50	67,59	3,36	0,02219	0,401	1,4	0,10	**OK**	0,010	1,896	0,841	**Cumple**
Bz-27	Bz-25	3271,210	3269,528	3270,010	3268,328	1,20	1,20	29,00	0,026	0,16	0,05800	1,50	56,63	2,82	0,02649	0,426	1,2	0,11	**OK**	0,011	1,982	0,645	**Cumple**
Bz-25	Bz-24	3269,528	3263,757	3268,328	3262,557	1,20	1,20	25,70	0,034	0,16	0,22455	1,50	111,44	5,54	0,01346	0,348	1,9	0,08	**OK**	0,008	1,704	1,846	**Cumple**
Bz-24	Bz-23	3263,757	3262,607	3262,557	3261,407	1,20	1,20	42,40	0,048	0,16	0,02712	1,50	38,73	1,93	0,03873	0,473	0,9	0,13	**OK**	0,013	2,142	0,352	**Cumple**
Bz-23	Bz-28	3262,607	3261,670	3261,407	3260,470	1,20	1,20	56,04	0,067	0,16	0,01672	1,50	30,41	1,51	0,04933	0,517	0,8	0,15	**OK**	0,015	2,287	0,248	**Cumple**
<b>JR. YAUYOS</b>																							
Bz-11	Bz-12	3266,363	3264,516	3265,163	3263,316	1,20	1,20	15,10	0,005	0,16	0,12232	1,50	82,25	4,09	0,01824	0,375	1,5	0,09	**OK**	0,009	1,798	1,119	**Cumple**
Bz-12	Bz-13	3264,516	3260,000	3263,316	3258,800	1,20	1,20	19,00	0,011	0,16	0,23768	1,50	114,65	5,70	0,01308	0,348	2,0	0,08	**OK**	0,008	1,700	1,945	**Cumple**
Bz-13	Bz-14	3260,000	3257,738	3258,800	3256,538	1,20	1,20	15,35	0,017	0,16	0,14736	1,50	90,27	4,49	0,01662	0,348	1,6	0,08	**OK**	0,008	1,701	1,207	**Cumple**
Bz-21	Bz-14	3259,416	3257,738	3258,216	3256,538	1,20	1,20	35,40	0,029	0,16	0,04740	1,50	51,20	2,55	0,02930	0,426	1,1	0,11	**OK**	0,011	1,975	0,524	**Cumple**
Bz-21	Bz-22	3259,416	3257,766	3258,216	3256,566	1,20	1,20	31,80	0,039	0,16	0,05189	1,50	53,57	2,66	0,02800	0,426	1,1	0,11	**OK**	0,011	1,988	0,581	**Cumple**
Bz-22	Bz-32	3257,766	3255,436	3256,566	3254,236	1,20	1,20	35,00	0,051	0,16	0,06657	1,50	60,68	3,02	0,02472	0,401	1,2	0,10	**OK**	0,010	1,894	0,676	**Cumple**
Bz-32	Bz-31	3255,436	3251,684	3254,236	3250,484	1,20	1,20	16,82	0,057	0,16	0,22307	1,50	111,07	5,52	0,01351	0,348	1,9	0,08	**OK**	0,008	1,701	1,828	**Cumple**
<b>JR. CUZCO</b>																							
Bz-08	Bz-09	3274,785	3272,285	3273,585	3271,085	1,20	1,20	22,28	0,007	0,16	0,11221	1,50	78,77	3,92	0,01904	0,375	1,5	0,09	**OK**	0,009	1,802	1,032	**Cumple**
Bz-10	Bz-11	3272,854	3266,363	3271,654	3265,163	1,20	1,20	46,20	0,016	0,16	0,14050	1,50	88,15	4,38	0,01702	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,798	1,286	**Cumple**
<b>JR. VIÑAC (EXT)</b>																							
Bz-18	Bz-17	3255,658	3252,227	3254,458	3251,027	1,20	1,20	32,32	0,011	0,16	0,10616	1,50	76,62	3,81	0,01958	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,802	0,976	**Cumple**
Bz-17	Bz-16	3252,227	3250,497	3251,027	3249,297	1,20	1,20	34,10	0,022	0,16	0,05073	1,50	52,97	2,63	0,02832	0,426	1,1	0,11	**OK**	0,011	1,979	0,563	**Cumple**
Bz-16	Bz-19	3250,497	3249,511	3249,297	3248,311	1,20	1,20	25,70	0,031	0,16	0,03837	1,50	46,06	2,29	0,03256	0,450	1,0	0,12	**OK**	0,012	2,064	0,463	**Cumple**
Bz-19	Bz-20	3249,511	3248,496	3248,311	3247,296	1,20	1,20	35,70	0,043	0,16	0,02843	1,50	39,65	1,97	0,03783	0,473	0,9	0,13	**OK**	0,013	2,139	0,368	**Cumple**
Bz-20	Bz-74 (N.E)	3248,496	3248,256	3247,296	3247,056	1,20	1,20	8,21	0,046	0,16	0,02923	1,50	40,21	2,00	0,03731	0,473	1,0	0,13	**OK**	0,013	2,151	0,383	**Cumple**
<b>PASAJE 13</b>																							
Bz-33	Bz-58	3281,035	3270,755	3279,835	3269,555	1,20	1,20	43,38	0,015	0,16	0,23698	1,50	114,48	5,69	0,01310	0,348	2,0	0,08	**OK**	0,008	1,702	1,944	**Cumple**
Bz-58	Bz-79	3270,755	3265,139	3269,555	3263,939	1,20	1,20	42,63	0,029	0,16	0,13174	1,50	85,35	4,25	0,01757	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,799	1,208	**Cumple**

Bz-79	Bz-63	3265,139	3259,723	3263,939	3258,523	1,20	1,20	42,63	0,043	0,16	0,12705	1,50	83,82	4,17	0,01790	0,375	1,6	0,09	**OK**	0,009	1,798	1,163	**Cumple**
<b>PASAJE 11</b>																							
Bz-62	Bz-61	3277,466	3276,321	3276,266	3275,121	1,20	1,20	31,99	0,011	0,16	0,03579	1,50	44,49	2,21	0,03372	0,450	1,0	0,12	**OK**	0,012	2,072	0,435	**Cumple**
Bz-61	Bz-58	3276,321	3270,755	3275,121	3269,555	1,20	1,20	60,48	0,031	0,16	0,09203	1,50	71,34	3,55	0,02103	0,401	1,4	0,10	**OK**	0,010	1,891	0,932	**Cumple**
<b>PASAJE 12</b>																							
Bz-35	Bz-61	3286,438	3276,321	3285,238	3275,121	1,20	1,20	41,85	0,014	0,16	0,24174	1,50	115,62	5,75	0,01297	0,319	1,8	0,07	**OK**	0,007	1,599	1,750	**Cumple**
<b>CALLE 3</b>																							
Bz-63	Bz-64	3259,723	3257,317	3258,523	3256,117	1,20	1,20	59,51	0,020	0,16	0,04043	1,50	47,29	2,35	0,03172	0,450	1,1	0,12	**OK**	0,012	2,068	0,489	**Cumple**
Bz-64	Bz-65	3257,317	3256,620	3256,117	3255,420	1,20	1,20	41,79	0,034	0,16	0,01668	1,50	30,37	1,51	0,04939	0,517	0,8	0,15	**OK**	0,015	2,290	0,248	**Cumple**
Bz-65	Bz-66	3256,620	3256,050	3255,420	3254,850	1,20	1,20	33,10	0,045	0,16	0,01722	1,50	30,86	1,53	0,04861	0,495	0,8	0,14	**OK**	0,014	2,219	0,240	**Cumple**
Bz-66	Bz-67	3256,050	3255,205	3254,850	3254,005	1,20	1,20	41,80	0,059	0,16	0,02022	1,50	33,44	1,66	0,04486	0,495	0,8	0,14	**OK**	0,014	2,212	0,280	**Cumple**
Bz-67	Bz-68	3255,205	3254,850	3254,005	3253,650	1,20	1,20	47,82	0,075	0,16	0,00742	1,50	20,26	1,01	0,07403	0,577	0,6	0,18	**OK**	0,017	2,484	0,130	**Cumple**
Bz-68	Bz-34	3254,850	3254,317	3253,650	3253,117	1,20	1,20	43,32	0,090	0,16	0,01230	1,50	26,08	1,30	0,05750	0,538	0,7	0,16	**OK**	0,016	2,366	0,195	**Cumple**
Bz-34	Bz-69	3254,317	3253,900	3253,117	3252,700	1,20	1,20	31,43	0,100	0,16	0,01327	1,50	27,09	1,35	0,05538	0,517	0,7	0,15	**OK**	0,015	2,300	0,199	**Cumple**
Bz-69	Bz-70	3253,900	3252,850	3252,700	3251,650	1,20	1,20	22,82	0,108	0,16	0,04601	1,50	50,44	2,51	0,02974	0,426	1,1	0,11	**OK**	0,011	1,984	0,513	**Cumple**
Bz-70	Bz-71	3252,850	3248,975	3251,650	3247,775	1,20	1,20	37,89	0,121	0,16	0,10227	1,50	75,20	3,74	0,01995	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,799	0,937	**Cumple**
Bz-71	Bz-72	3248,975	3249,245	3247,775	3247,445	1,20	1,80	44,21	0,136	0,16	0,00746	1,50	20,32	1,01	0,07383	0,577	0,6	0,18	**OK**	0,017	2,478	0,130	**Cumple**
Bz-72	Bz-73	3249,245	3248,325	3247,445	3247,125	1,80	1,20	20,14	0,143	0,16	0,01589	1,50	29,64	1,47	0,05060	0,517	0,8	0,15	**OK**	0,015	2,287	0,235	**Cumple**
<b>PASAJE 9</b>																							
Bz-59	Bz-60	3274,742	3265,420	3273,542	3264,220	1,20	1,20	53,22	0,018	0,16	0,17516	1,50	98,42	4,90	0,01524	0,348	1,7	0,08	**OK**	0,008	1,700	1,434	**Cumple**
Bz-60	Bz-34	3265,420	3254,317	3264,220	3253,117	1,20	1,20	46,77	0,034	0,16	0,23740	1,50	114,58	5,70	0,01309	0,348	2,0	0,08	**OK**	0,008	1,701	1,945	**Cumple**
<b>EMISOR 01</b>																							
Bz-74	Bz-75	3248,256	3242,783	3247,056	3241,583	1,20	1,20	18,25	0,006	0,16	0,29989	1,50	128,78	6,41	0,01165	0,319	2,1	0,07	**OK**	0,007	1,599	2,172	**Cumple**
Bz-75	Bz-76	3242,783	3238,931	3241,583	3237,731	1,20	1,20	11,59	0,010	0,16	0,33236	1,50	135,57	6,74	0,01106	0,319	2,2	0,07	**OK**	0,007	1,595	2,394	**Cumple**
Bz-76	Bz-77	3238,931	3231,875	3237,731	3230,675	1,20	1,20	24,55	0,018	0,16	0,28741	1,50	126,07	6,27	0,01190	0,319	2,0	0,07	**OK**	0,007	1,595	2,071	**Cumple**
Bz-77	Bz-78	3231,875	3224,547	3230,675	3223,347	1,20	1,20	16,94	0,024	0,16	0,43259	1,50	154,67	7,69	0,00970	0,289	2,2	0,06	**OK**	0,006	1,480	2,683	**Cumple**
<b>EMISOR 02</b>																							
Bz-73	Bz-78	3248,325	3224,547	3247,125	3223,347	1,20	1,20	230,74	0,078	0,16	0,10305	1,50	75,49	3,75	0,01987	0,375	1,4	0,09	**OK**	0,009	1,803	0,949	**Cumple**

### a.3. Calculo del tanque imhoff

Tabla 46. Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos

Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos

Temperatura °C	Tiempo digestión (días)	Factor capacidad relativa
5	110	2
10	76	1,4
15	55	1
20	40	0,7
> 25	30	0,5

Fuente: elaboración propia

A	PARAMETROS DE DISEÑO	VALORES
	Población actual	682,00
	Tasa de crecimiento (%)	0,00
	Período de diseño (años)	20,00
	Población fututa	682,00 habitantes
	Dotación de agua, l/(habxdía)	100,00 L/(hab x día)
	Factor de retorno	0,80
	Altitud promedio, msnm	3275,00 m.s.n.m.
	Temperatura mes más frio, en °C	15,00 °C
	Tasa de sedimentación, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> xh)	1,0 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> x h)}
	Periodo de retención, horas	1,50 horas (1.5 a 2.5)
	Borde libre, m	0,30 m
	Volumen de digestión, l/hab a 15°C	70,00 L/hab a 15°C
	Relación L/B (teorico)	5,40 > a 3
	Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador, metros	1,00 m 1.0 mínimo

Angulo fondo sedimentador, radianes	50,00	(50° - 60°)
	0,87 radianes	

Distancia fondo sedimentador

a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0,50 m
---	--------

Factor de capacidad relativa	1,00
------------------------------	------

Espesor muros sedimentador,m	0,30 m
------------------------------	--------

Inclinación de tolva en digestor	15,00	(15° - 30°)
----------------------------------	-------	-------------

Numero de troncos de piramide en el largo	2,00
---	------

Numero de troncos de piramide en el ancho	1,00
---	------

Altura del lodos en digestor, m	2,00 m
---------------------------------	--------

Requerimiento lecho de secado	0,10 m <sup>2</sup> /hab.
-------------------------------	---------------------------

## **B RESULTADOS**

Caudal medio, l/dia	54,56 m <sup>3</sup> /día
---------------------	---------------------------

Area de sedimentación, m <sup>2</sup>	2,27 m <sup>2</sup>
---------------------------------------	---------------------

Ancho zona sedimentador (B), m	1,00 m
--------------------------------	--------

Largo zona sedimentador (L), m	5,40 m
--------------------------------	--------

Prof. zona sedimentador (H), m	1,50 m
--------------------------------	--------

Altura del fondo del sedimentador	0,60 m
-----------------------------------	--------

Altura total sedimentador, m	2,40 m
------------------------------	--------

Volumen de digestión requerido, m <sup>3</sup>	48,00 m <sup>3</sup>
--	----------------------

Ancho tanque Imhoff (Bim), m	3,60 m
------------------------------	--------

Volumen de lodos en digestor, m <sup>3</sup>	44,00 m <sup>3</sup>
--	----------------------

Superficie libre, %	56%	(min. 30%)
---------------------	-----	------------

Altura del fondo del digestor, m	0,48 m
----------------------------------	--------

Altura total tanque imhoff, m	<b>5,38 m</b>
-------------------------------	---------------

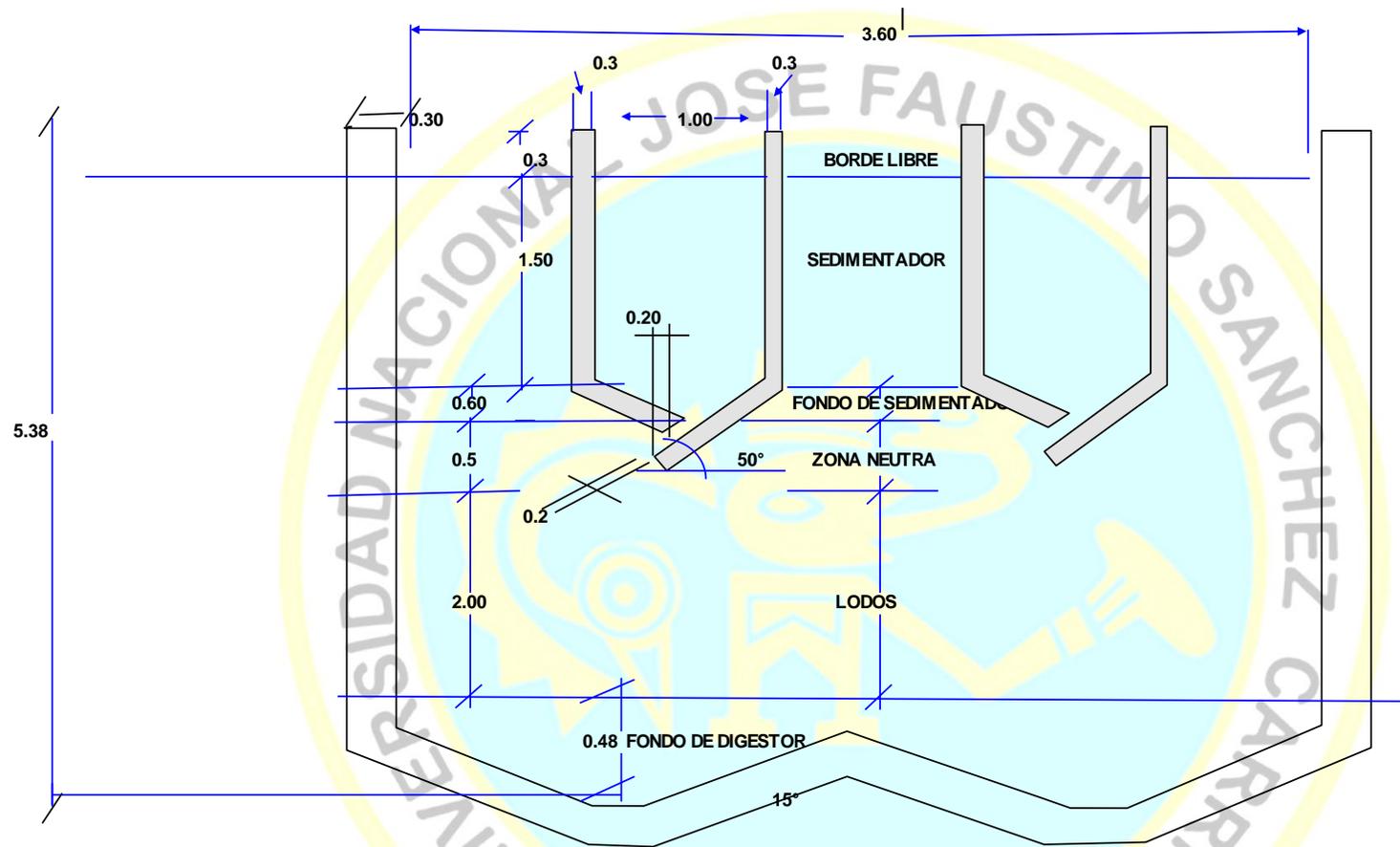


Figura 29. Resultado del predimensionamiento del Tanque Imhoff

Fuente: elaboracion propia

**a.4. Calculo del lecho de secado**

**PROCESAMIENTO DE DATOS**

n =	682	[hab.]	(Cantidad de habitantes)
Cp =	100,00	[gr.SS/hab.dia]	(Cont percapita cuando no cuenta con alcant)
C =	68,20	[kgSS./dia]	(Carga de sólidos)
Msd =	22,17	[kgSS./dia]	(Masa de solidos de lodo)
plodo =	1,04	[kg/l]	Densidad de lodos
%sol =	10	[%]	% de solidos: % contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%
Vld =	213,13	[kgSS./dia]	(Masa de solidos de lodo)
Td =	76	[dia]	Tiempo de digestion lodos: se saca de tablas
Vld =	16,20	[m3]	(Volumen de lodos a extraerse del tanque)

			(Altura de lodos en el lecho de
Ha =	0,40	[m]	secado)
Als =	40,49	[m <sup>2</sup> ]	(Area del lecho de secado)
N° unid ls			
=	1,00	[und]	(Area de cada lecho de
Acada ls =	40,49	[m <sup>2</sup> ]	secado)
Ancho c/u			(Ancho entre 3m y 6m); en
=	5,00	[m]	grandes sobrepasan 10m
Largo c/u =	8,10	[m]	(Largo lecho secado)

#### a.5. Calculo del filtro biologico

Se aplica el método de la National Research Council (NRC) de los Estados Unidos de América

Este método es válido cuando se usa piedras como medio filtrante.

Población de diseño (P)	682 habitantes
Dotación de agua (D)	80,00 L/(habitante.día)
Contribución de aguas residuales (C)	80%
Contribución per cápita de DBO5 (Y)	46 grDBO5/(habitante.día)
Producción per cápita de aguas residuales: $q = D \times C$	64 L/(habitante.día)
DBO5 teórica: $St = Y \times 1000 / q$	718,75 mg/L
Eficiencia de remoción de DBO5 del tratamiento primario (Ep)	35%
DBO5 remanente: $So = (1 - Ep) \times St$	467,19 mg/L
Caudal de aguas residuales: $Q = P \times q / 1000$	43,6 m <sup>3</sup> /día

### Dimensionamiento del filtro percolador

DBO requerida en el efluente ( $S_e$ )	100,00 mg/L
Eficiencia del filtro (E): $E = (S_o - S_e)/S_o$	78,60%
Carga de DBO (W): $W = S_o \times Q / 1000$	20,39 KgDBO/día
Caudal de recirculación ( $Q_R$ )	0,00 m <sup>3</sup> /día
Razon de recirculación ( $R = Q_R/Q$ )	0,00
Factor de recirculación (F): $F=(1 + R)/(1 + R/10)^2$	1,00
Volúmen del filtro (V): $V= (W/F) \times (0,4425E/(1-E))^2$	53,83 m <sup>3</sup>
Profundidad del medio filtrante (H):	2,00 m
Area del filtro (A): $A= V/H$	26,92 m <sup>2</sup>
Tasa de aplicación superficial (TAS): $TAS=Q/A$	1,62 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .día)
Carga orgánica (CV): $CV = W/V$	0,38 Kg DBO/(m <sup>3</sup> .día)

### Filtro rectangular

Largo del filtro (L):	4,00 m
Ancho del filtro (B):	6,70 m

### a.6. Calculo del balance masa

#### BALANCE DE DBO Y COLIFORMES FECALES

POBLACION FUTURA	682	distribuidos en 396 vivienda que desacargaran a la PTAR
Carga Organica Percapita	50	g/(Hab.d) Norma OS 90 item 4.3.6
Caudal Promedio	43,65	m <sup>3</sup> /d 0,0800
Concentracion de DBO	781,25	mg/l 625,00
Coliformes fecales	2,00E+07	C.F/ 100

Tabla 47.

*Eficiencia del sistema en DBO*

<b>UNIDAD</b>	<b>PRETR ATAMI ENTO</b>	<b>TANQU E IMHOFF</b>	<b>FILTROS BIOLOGIC OS</b>	<b>CAMARA DE CONTACTO</b>
INGRESO	781,25	726,56	472,27	94,45
REMOCION (%)	7,00%	35,00%	80,00%	0,00%
SALIDA	726,56	472,27	94,45	94,45

Fuente: elaboración propia

Tabla 48.

*Eficiencia del sistema de coliformes fecales*

<b>UNIDAD</b>	<b>PRETRATA MIENTO</b>	<b>TANQUE IMHOFF</b>	<b>FILTROS BIOLOGICOS</b>	<b>CAMARA DE CONTACTO</b>
INGRESO	2,00E+07	1,60E+07	5,60E+06	8,40E+05
REMOCION (%)	20,00%	65,00%	85,00%	99,900%
SALIDA	1,60E+07	5,60E+06	8,40E+05	8,40E+02

Fuente: elaboración propia

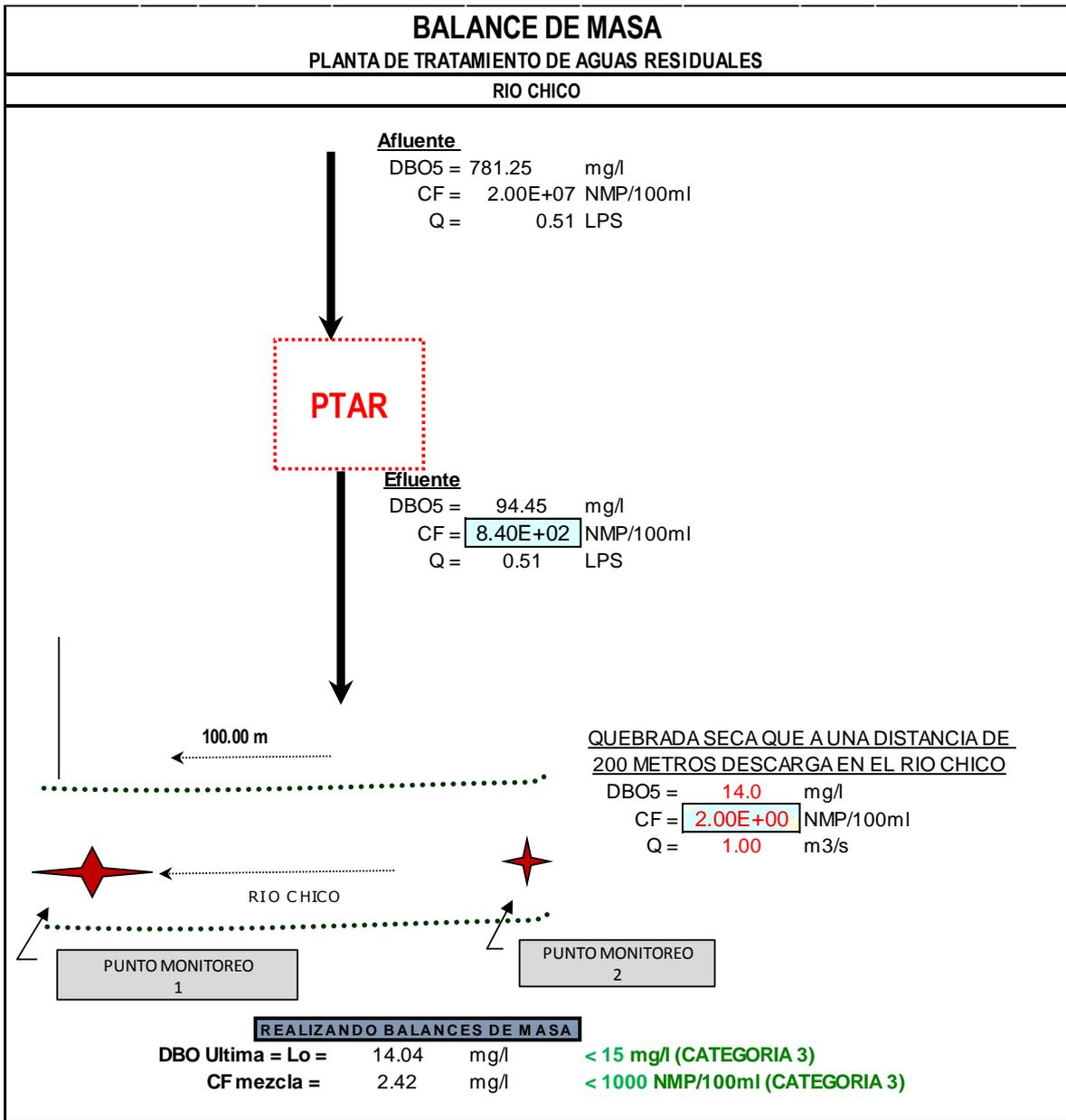


Figura 30. Diagrama de balance de masa

Fuente: elaboración propia

## b) Diseño estructural

### b.1 Diseño estructural de cámara de rejillas y desarenador

Las dimensiones de los diferentes elementos quedan definidas en la siguiente imagen.

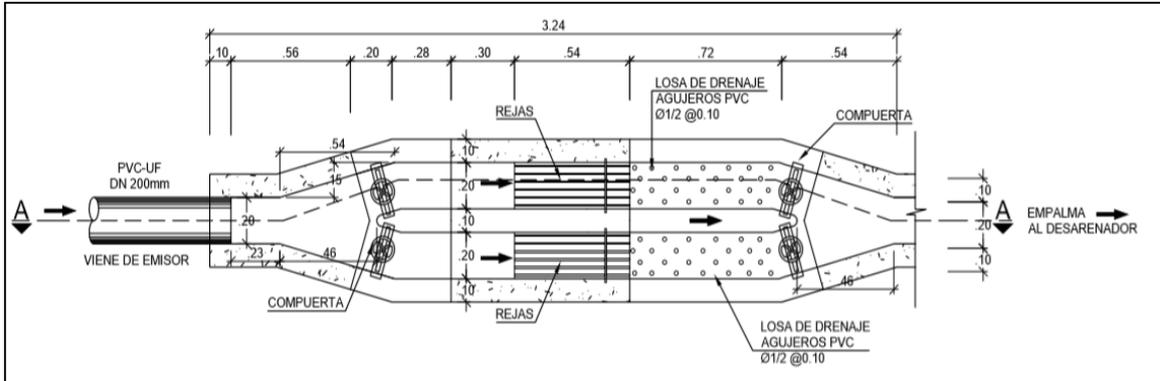


Figura 31. Diseño en planta de la cámara de rejillas

Fuente: elaboración propia

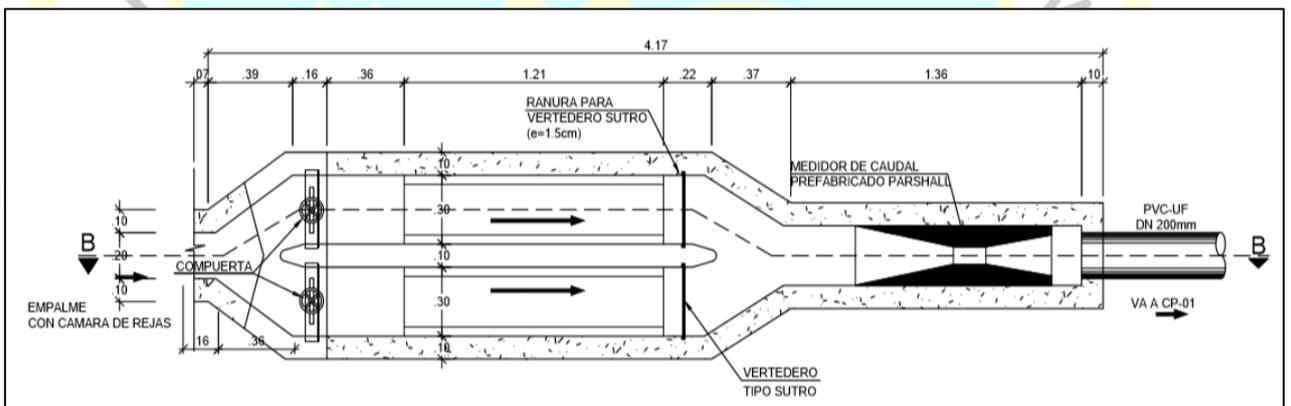


Figura 32. Diseño en planta del desarenador

Fuente: elaboración propia

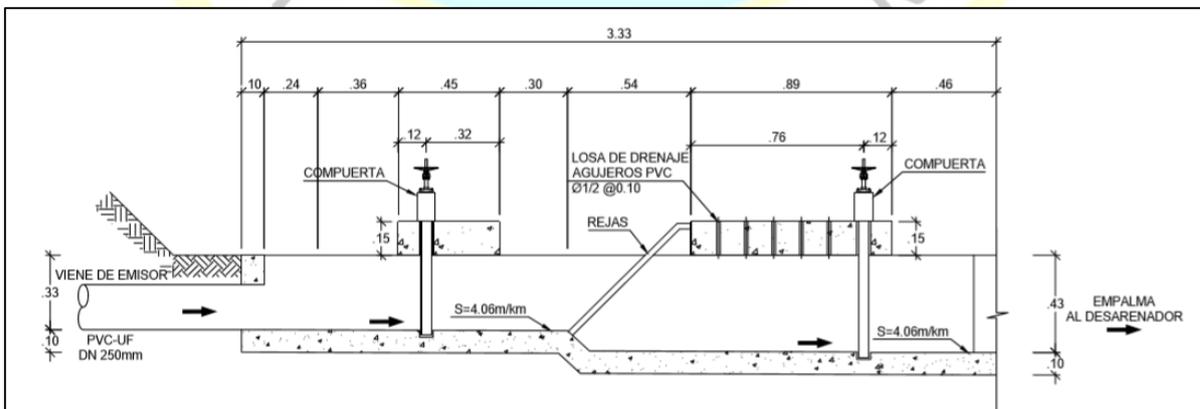


Figura 33. Diseño en elevación de la cámara de rejillas

Fuente: elaboración propia

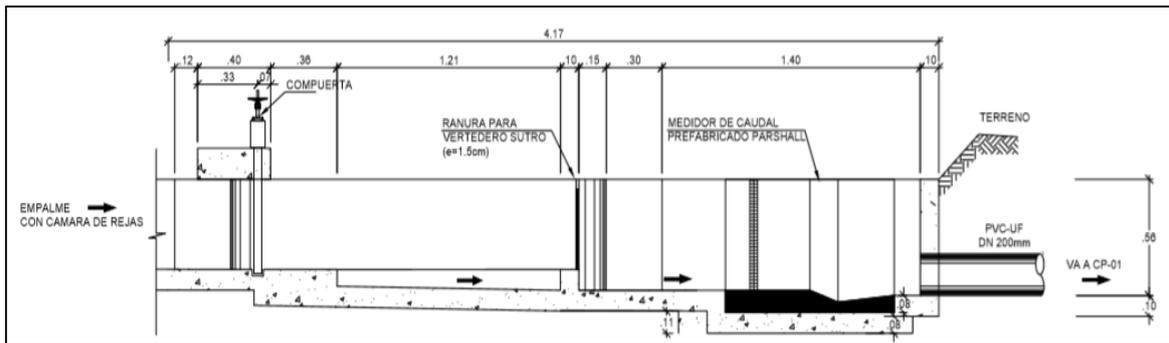


Figura 34. Diseño en elevación del desarenador

Fuente: elaboración propia

### ACCIONES Y COMBINACIONES DE CARGA

Para las estructuras en cuestión habría que tener en cuenta el peso propio, empuje de tierras, el empuje hidrostático y sismo.

Las combinaciones a estudiar son las siguientes:

Estado limite último

- 1.4CM
- 0.9CM + SPx
- 0.9CM + SPy
- 1.25CM + SPx
- 1.25CM + SPy
- 1.4CM + 1.7 ET
- 1.4CM + 1.4 PH
- 1.4CM + 1.7 ET + 1.4 PH
- ENVOLVENTE

Estado limite servicio

- CM+ET
- CM+ET+ PH

Siendo:

CM: Carga muerta

SPx: Carga de sismo según eje X

SPy: Carga de sismo según eje Y

ET: Presión terreno

PH: Presión hidrostática del agua

## **ARMADURA**

Las estructuras en cuestión son de dimensiones reducidas, luego las cuantías mínimas cubren sobradamente los esfuerzos que se generan.

### **Muros exteriores:**

- Armadura horizontal:  $As_{min} = 0.0020 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

As Colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

- Armadura vertical:  $As_{min} = 0.0015 \times 100 \times 10 = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

As Colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

### **Muro interior:**

- Armadura horizontal:

$As_{min} = 0.0020 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

As Colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

- Armadura vertical:

$As_{min} = 0.0015 \times 100 \times 10 = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

As Colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

### **Losa de fondo:**

- Armadura horizontal para ambas direcciones:

$As_{min} \text{ cara traccionada} = 0.0012 \times 100 \times 10 = 1.20 \text{ cm}^2/\text{m}$

$As_{min} \text{ losa} = 0.002 \times 100 \times 10 = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$

As colocada (1 capa; 2 direcciones) =  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 (3.55 \text{ cm}^2/\text{m})$

## **b.2 Diseño estructural de tanque imhoff**

Los cálculos de la estructura denominada Tanque Imhoff de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). La estructura se diseñará para resistir las presiones hidráulicas y sobrecargas que les impongan como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones indicadas según la normativa y no causarán esfuerzos que excedan los admisibles a nivel de cargas de trabajo.

### **ANÁLISIS SÍSMICO**

Para el análisis de las estructuras de almacenamiento de agua se ha aplicado programas de cómputo SAP2000, que, basados en aplicación de los conceptos de elementos finitos, determinan los esfuerzos resultantes de los elementos que compone la estructura debido a las aplicaciones de cargas a las que serán sometidas. El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la norma Seismic Design of LiquidContaining Concrete Structures (ACI 350.03) Para el análisis, la estructura fue modelada con una malla de elementos finitos tipo shell, la cual representa tanto los muros y las losas. La malla posee tanto las propiedades del material empleado (concreto) como los espesores de los muros y losas. Las cargas hidrostáticas y de empuje de tierra fueron asignadas a los muros y losas por medio de joint patterns teniendo en consideración la gradiente en la distribución de las presiones. Para el análisis sísmico dinámico se modeló el movimiento del agua con un conjunto de puntos a los cuales les fueron asignados la masa convectiva del agua y un constrain tipo equal con un grado de libertad traslacional en la dirección de análisis. Estos puntos fueron unidos a las paredes cilíndricas para transmitirles la fuerza sísmica por medio de resortes con una rigidez obtenida a partir de la masa de agua convectiva y el periodo convectivo hallados con la norma ACI 350.03. En todos los nudos de los elementos shell se consideraron, además, los grados de libertad estáticos correspondientes y se les asignaron las masas impulsivas halladas con la norma ACI 350.03.

## PRESIONES LATERALES

S/C 1° estrato = 1 ton/m<sup>2</sup>

Ángulo = 25,30 grados

Peso específico = 1,86 ton/m<sup>3</sup>

Ka = 0,401 (coeficientes de empuje activo)

$$Ka = tg^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$w = Ka \times \gamma \times H$$

## ACCIONES Y COMBINACIONES DE CARGA

Para las estructuras en cuestión habría que tener en cuenta el peso propio, empuje de tierras, el empuje hidrostático y sismo.

Las combinaciones a estudiar son las siguientes:

Estado limite último

- 1,4CM
- 0,9CM + SPx
- 0,9CM + SPy
- 1,25CM + SPx
- 1,25CM + SPy
- 1,4CM + 1.7 ET
- 1,4CM + 1.4 PH
- 1,4CM + 1.7 ET + 1.4 PH
- ENVOLVENTE

Estado limite servicio

- CM+ET
- CM+ET+ PH

Siendo:

CM: Carga muerta

SPx: Carga de sismo según eje X

SPy: Carga de sismo según eje Y

ET: Presión terreno

PH: Presión hidrostática del agua

### DIMENSIONES

La cámara de contacto tiene dimensiones en planta de 5,40 m x 3,60 m y una profundidad de 5,38 m, con 5,08 m de nivel del agua. La cámara se encuentra dividida en compartimentos por muros interiores.

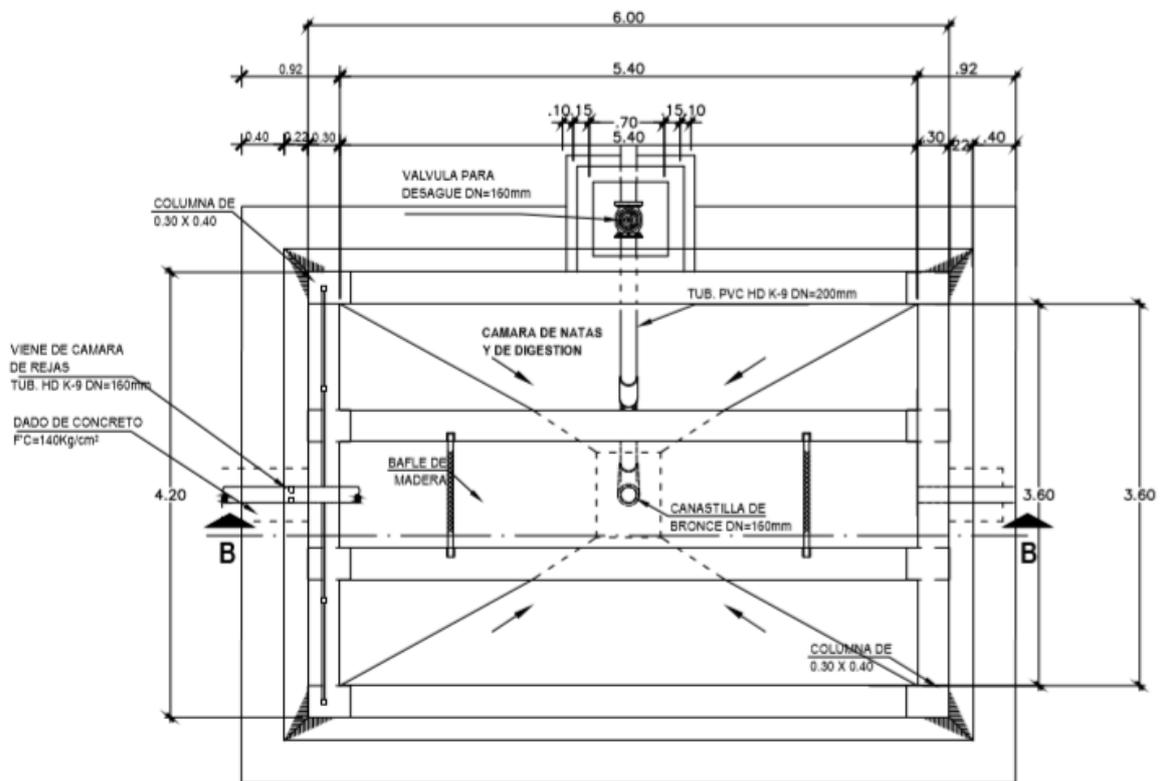


Figura 35. Diseño en planta del tanque imhoff

Fuente: elaboración propia

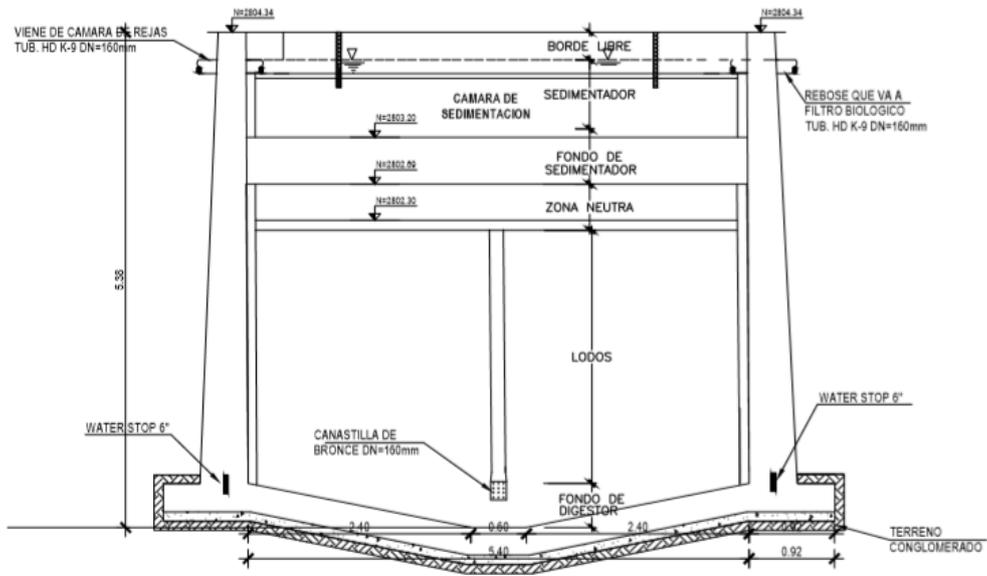


Figura 36. Diseño en elevacion del tanque imhoff

Fuente: elaboración propia

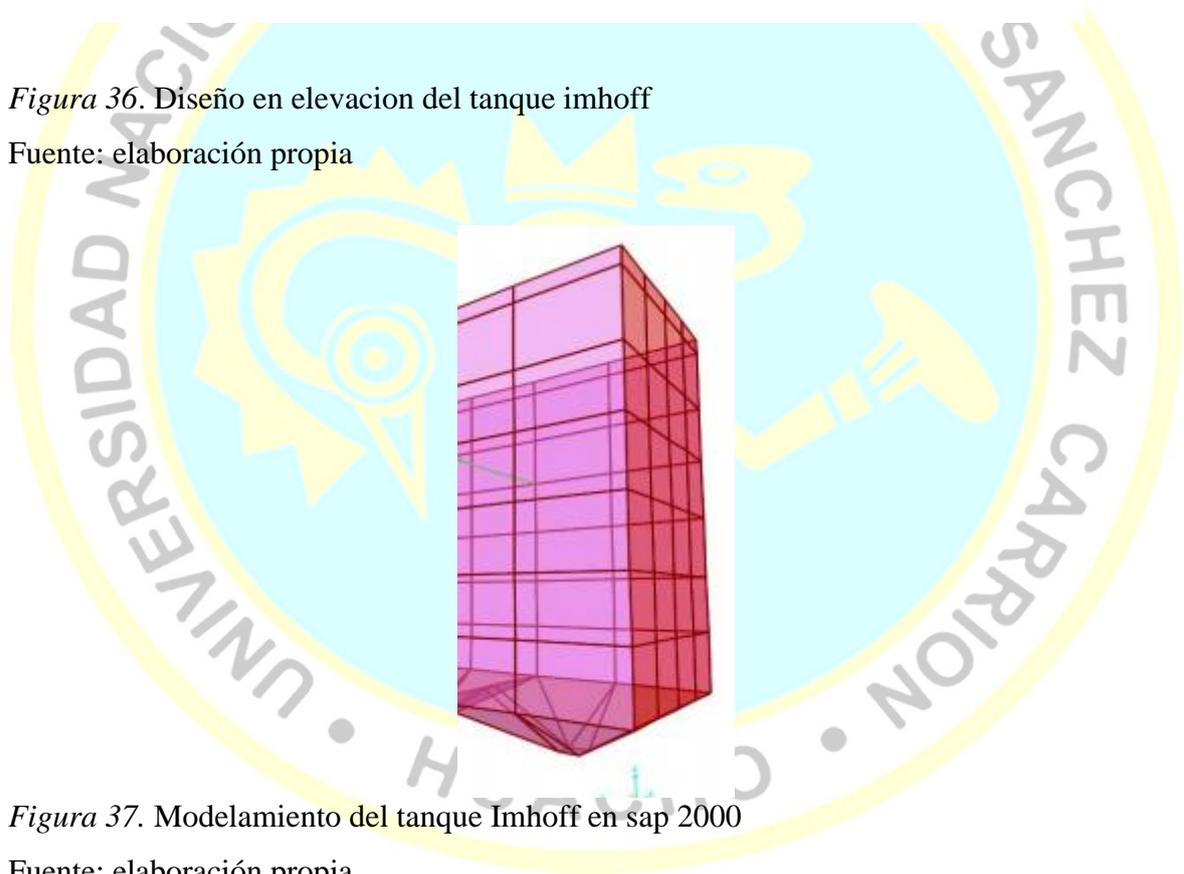


Figura 37. Modelamiento del tanque Imhoff en sap 2000

Fuente: elaboración propia

**A. Muro**

$e = 0,3 \text{ m}$

$y = 2000.00$

$H = 5,78 \text{ m}$

$$c/v = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$y \text{ agua} = 1000.00 \text{ kg/m}^3$$

$$h.\text{agua} = 5,08 \text{ m}$$

$$\text{Empuje de terreno}(Et) \quad 0,3 \quad 2000,00 \quad 4,78 = 3468 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Empuje de sobrecarga}(Es/c) \quad 0,3 \quad 200 \quad 1 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Empuje de terreno}(Et) \quad 0,3 \quad 1000,00 \quad 5,08 = 5080 \text{ kg/m}^2$$

Tanque vacío y presión lateral del suelo

$$Wu = 1,3 \left( 1,8 x \frac{Es}{c} + 1,8 x Et \right)$$

$$Wu = 8,256 \text{ m}$$

$$Mmáx = 0,1286 x (Wu x Ln/2) x Ln$$

$$Mmáx = 17,693 \text{ m}$$

Donde:

$$Mmáx = 17,693 \text{ Ton-m}$$

$$Fc = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fs = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 9,28$$

$$k = 0,48$$

$$j = 0,84 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 27,00 \text{ cm}$$

$$I = 8,74 \text{ m}$$

$$Mu = \frac{Wu x I^2}{8}$$

$$Mu = 78,8274 \text{ m}$$

$$n = 9,28$$

$$a = 2,48$$

$$A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y (d - a/2)}$$

$$A_s = 8,16 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = 0,003024$$

usar

$$\phi \frac{1}{2} @ 0,15$$

Refuerzo transversal

$$A_{s_t} = 0,0018 b \cdot t$$

$$A_{s_{temp}} = 9,00 \text{ cm}^2$$

$$\phi \frac{3}{4} @ 0,30 \text{ m}$$

Datos

$$\gamma_m = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1,00 \text{ Ton/m}^3$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = 0,30 \text{ m}$$

$$l = 8,74 \text{ m}$$

$$h_{\text{agua}} = 7,61 \text{ m}$$

Dimensionamiento de la losa

Considerando 1 m de ancho

P:P	2,40	1,00	0,30	0,72	Ton/m
Agua residual	7,61	1,00	1,00	7,61	Ton/m

$$W = 8,73 \text{ Ton/m}$$

$$Mu = \frac{Wu \times l^2}{8}$$

$$Wu = 8,33 \text{ Ton/m}$$

$$Mu = 79,54 \text{ Ton/m}$$

Además:

$$Mu = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f'c \cdot \omega \cdot (1 - 0,59\omega)$$

$$\phi = 0,9$$

$$b = 100$$

$$r = 5 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$w = 0,021 \text{ cm}$$

$$\omega = \frac{\rho \cdot fy}{f'c}$$

$$\rho = 0,00105$$

$$\phi_{\text{acero}} = \frac{1}{2}'' \quad 1,27 \text{ cm}^2$$

$$h = d + r + \frac{\phi_{\text{acero}}}{2}$$

$$h = 30,635 \text{ cm}$$

$$h = 0,30 \text{ m}$$

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0,85 \cdot \frac{f'c}{fy} \left[ \frac{6000}{6000 + fy} \right]$$

$$B_1 = 0,85$$

$$\rho_b = 0,021$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,75 \rho_b$$

$$P_{\text{máx.}} = 0,001575$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \quad \text{ó} \quad \rho_{min} = 0,8 \frac{\sqrt{f_c}}{f_y}$$

$$P_{min.} = 0,00333333$$

$$P_{máx.} = 0,0028$$

### Diseño

$$M_u = 79,54 \text{ Tn-m}$$

$$h = 30,00 \text{ cm}$$

$$d = 25,00 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y (d - a/2)}$$

$$n = 11$$

$$a = 2,27$$

$$A_s = 8,82 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = 0,3528$$

usar

$$\phi \frac{1}{2} \quad @ \, 0,15 \text{ m}$$

Refuerzo transversal

$$A_{s_t} = 0,0018 b \cdot t$$

$$A_{stemp} = 13,32 \text{ cm}^2$$

$$\phi \frac{5}{8} \quad @ \, 0,15 \text{ m}$$

### b.3 Diseño estructural de cámara contacto de cloro

La cámara de contacto tiene dimensiones en planta de 3,20 m x 1,20 m y una profundidad de 1,50 m, con 1,00 m de nivel del agua. La cámara se encuentra dividida en varios compartimentos por muros interiores.

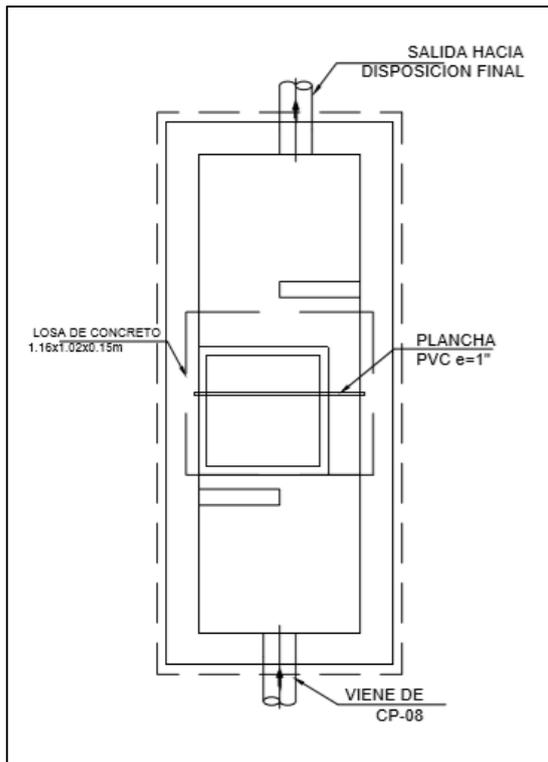


Figura 38. diseño en planta de la cámara de contacto de cloro

Fuente: elaboración propia

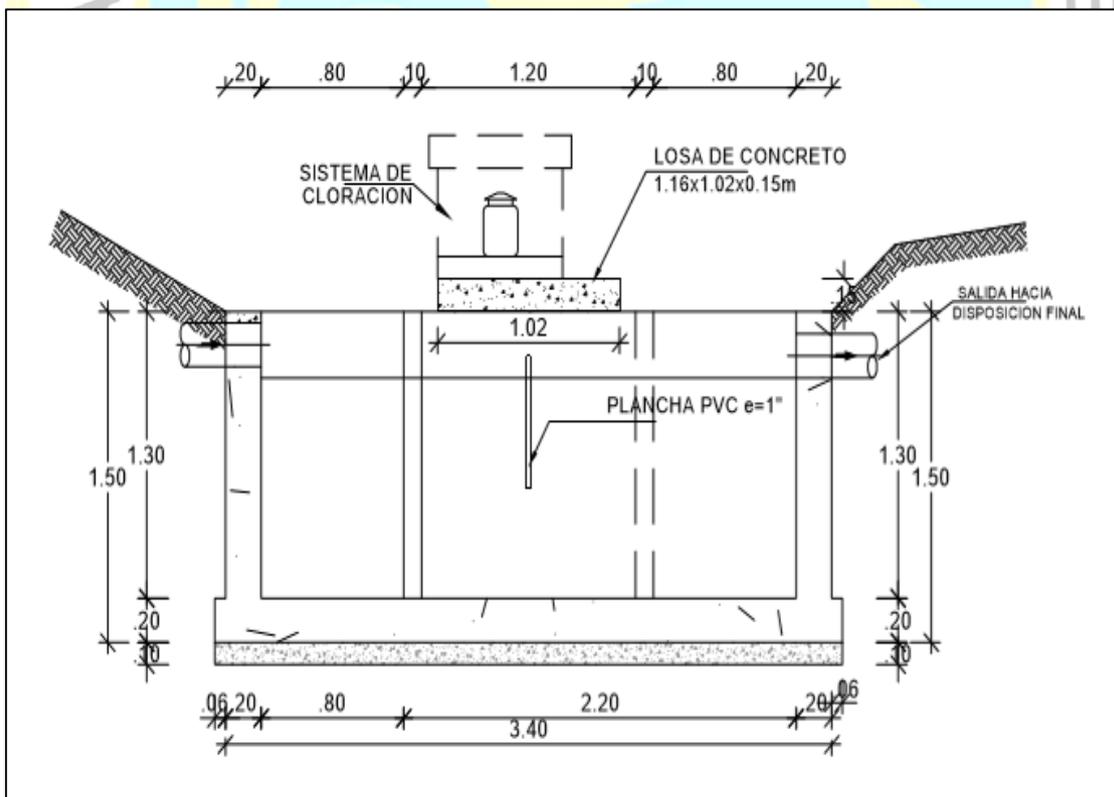


Figura 39: Diseño en elevacion de la cámara de contacto de cloro

Fuente: elaboración propia

## ACCIONES Y COMBINACIONES DE CARGA

Para las estructuras en cuestión habría que tener en cuenta el peso propio, empuje de tierras, el empuje hidrostático y sismo.

Las combinaciones a estudiar son las siguientes:

Estado limite último

- 1.4CM
- 0,9CM + SPx
- 0,9CM + SPy
- 1,25CM + SPx
- 1,25CM + SPy
- 1,4CM + 1.7 ET
- 1,4CM + 1.4 PH
- 1,4CM + 1.7 ET + 1.4 PH
- ENVOLVENTE

Estado limite servicio

- CM+ET
- CM+ET+ PH

Siendo:

CM: Carga muerta

SPx: Carga de sismo según eje X

SPy: Carga de sismo según eje Y

ET: Presión terreno

PH: Presión hidrostática del agua

## ARMADURA

Se ha hecho un modelo en el software Sap2000, obteniendo la cantidad de armadura necesaria. En la siguiente imagen se pueden apreciar los diagramas de armado

Muros exteriores: La cantidad de armadura necesaria obtenida con SAP2000 es inferior a las cuantías mínimas de armadura.

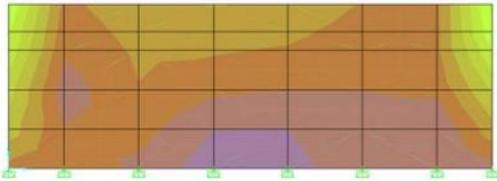


Figura 40.: Modelamiento del muro exterior de la cámara de contacto de cloro en sap 2000

Fuente: elaboración propia

$$\text{Ast1 máx. (SAP2000)} = 3,7\text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ast2 máx. (SAP2000)} = 2,4\text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armadura horizontal:  $\text{As min} = 0.0020 \times 100 \times 20 = 4\text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

$$\text{As Colocada } \Phi 1/2'' \text{ c}/30 = 4.23\text{ cm}^2/\text{m} \text{ Cumple}$$

- Armadura vertical:  $\text{As min} = 0.0015 \times 100 \times 20 = 3.00\text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

$$\text{As Colocada } \Phi 3/8'' \text{ c}/15 = 3.87\text{ cm}^2/\text{m} \text{ Cumple}$$

Muros interiores:

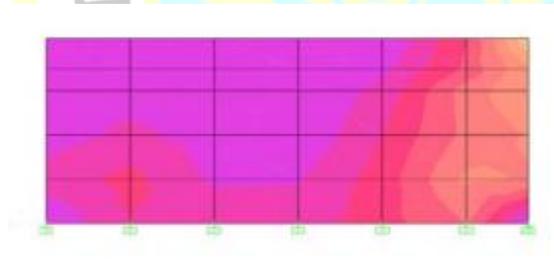


Figura 41. Modelamiento del muro interior de la cámara de contacto de cloro en sap 2000

Fuente: elaboración propia

$$\text{Ast1 máx. (SAP2000)} = 3,5\text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ast2 máx. (SAP2000)} = 3,75\text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armadura horizontal:

$$\text{As min} = 0,0020 \times 100 \times 10 = 2,0\text{ cm}^2/\text{m} \text{ por cara}$$

$$\text{As colocada } \Phi 3/8'' \text{ c}/30 = 1.97\text{ cm}^2/\text{m} \text{ Cumple}$$

- Armadura vertical:

As min =  $0,0015 \times 100 \times 10 = 1,50 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

As colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/30 = 1,97 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

Losa de fondo:

- Armadura horizontal para ambas direcciones:

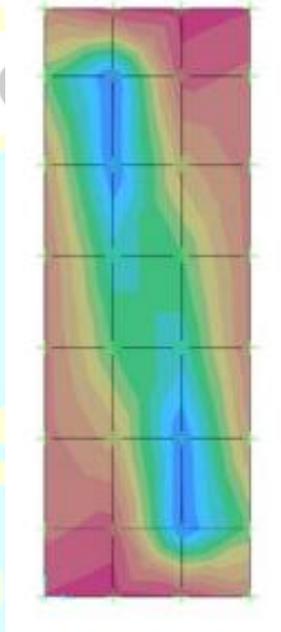


Figura 42. Modelamiento de la losa de fondo de la cámara de contacto de cloro en sap 2000

Fuente: elaboración propia

As mín. cara traccionada =  $0,0012 \times 100 \times 20 = 2,40 \text{ cm}^2/\text{m}$

As mín. losa =  $0,002 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2/\text{m}$ ;  $2,0 \text{ cm}^2/\text{m}$  por cara

Ast1 máx. (SAP2000) =  $5,9 \text{ cm}^2/\text{m}$

Ast2 máx. (SAP2000) =  $3,6 \text{ cm}^2/\text{m}$

Ast1 colocada (parte inferior)  $\Phi 1/2'' \text{ c}/20 = 6,35 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

Ast1 colocada (parte superior)  $\Phi 1/2'' \text{ c}/30 = 4,23 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

Ast2 colocada  $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3,55 \text{ cm}^2/\text{m}$  Cumple

### 4.1.2.3 Metrados

De acuerdo a todo lo diseñado para el sistema de agua potable y alcantarillado se detalla el siguiente resumen de metrados:

Tabla 49.

*Resumen de metrados en el sistema de agua potable*

Descripción	Detalle	Cantidad	Unidad	Dimensiones
Captación	Suenag Rumi	1.00	Und	
Captación	Pichag Puquio	1.00	Und	
Línea de conducción	Hasta empalme	4,568.38	m	Tub. HDPE 1 ½"
Línea de conducción	Hasta Reservorio	5,554.69	m	Tub. PVC 2"
Cruce aéreo	Cruce de 20 m	1.00	Und	----
Reservorio	15 m <sup>3</sup>	1.00	Und	3.80x3.80x1.91
Red de agua potable	Aducción y distribución	2,768.87	m	Tub. PVC 2"
Conexiones de A.P.		224.00	Und	Tub. PVC ½"

Tabla 50. *Resumen de Metrados en el Sistema de Alcantarillado*

*Resumen de Metrados en el Sistema de Alcantarillado*

Descripción	Detalle	Cantidad	Unidad	Dimensiones
Red de Alcantarillado		3003.87	m	Tub. PVC 160 mm
Buzones	Tipo I	75	Und	Di=1.20
Conexiones de Al.		210.00	Und	Tub. PVC 110 mm
Pre tratamiento		1.00	Und	7.57x0.50xVar. m
Tanque IMHOFF		1.00	Und	5.40x3.60x5.38 m
Lecho de Secado		1.00	Und	5.00x8.10x0.40 m
Filtro Biológico		1.00	Und	4.00x6.70x2.50 m
Cámara de Contacto de Cloro.		1.00	Und	3.20x1.00x1.30 m

## 4.2 Contrastación de hipótesis

CONTRASTACIONES	DECISIÓN	
	H. NULA	H. ALTERNATIVA
Los estudios previos son identificados y realizados para los diseños del sistema de agua potable y alcantarillado del Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima	-----	Se acepta
Los parámetros de diseño hidráulico y estructural del sistema de agua potable y alcantarillado son identificados y determinados en base a los estudios previos realizados en el Centro Poblado Madean, Distrito de Madean, Provincia de Yauyos, Región Lima	-----	Se acepta

Los estudios correctamente desarrollados contribuirán a un correcto diseño del sistema de agua potable y sistema de alcantarillado y así obtener un funcionamiento adecuado de los sistemas de agua potable y alcantarillado, mejorando la calidad de vida de los pobladores de la localidad de Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Discusión

Debido al inadecuado funcionamiento y falta de abastecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado en los diferentes centros poblados del Perú, principalmente porque los proyectos presentados al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento son observados recurrentemente por la falta de estudios previos al diseño correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

Esto genera claramente el atraso en la realización y ejecución de los proyectos de saneamiento, y en algunos casos el abandono del seguimiento de los proyectos por parte de los gobiernos locales, perjudicando seriamente al desarrollo de la población.

Por ello esta tesis se centra en desarrollar los estudios previos a los diseños hidráulicos y estructurales de los sistemas de agua potable y alcantarillado, para tener un adecuado funcionamiento de los sistemas y así mejorar la calidad de vida de la población en estudio.

#### 5.2 Conclusiones

##### Estudio topográfico

- La topografía de la zona de estudio es accidentada.

##### Estudio de suelos

- El nivel de cimentación es preferible llevarlo a una profundidad mínima  $D_f = 2.00$  m. y un ancho de cimentación de 1.00 m.

- Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación se muestran en el cuadro de diseño, se recomienda para fines de cálculo la capacidad portante del suelo de cada calicata.
- Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde ira desplantada la cimentación contiene concentraciones moderadas de sales solubles totales, sulfatos y cloruros, que podrán atacar el concreto y la armadura de la cimentación. Se recomienda para la cimentación del proyecto usar el Cemento tipo 1(uno).
- No se encuentra la presencia de la Napa Freatica en ninguna de las calicatas a una profundidad de 8.00 m.
- Se recomienda proyectar un adecuado sistema de drenaje para eliminar las aguas de escorrentía o por filtraciones que se pudieran presentar, encausar las aguas hacia el exterior del proyecto.

#### Estudio de fuentes y calidad de agua

- Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológico realizado al agua de la captación existente y proyectada para el Centro Poblado Madean, de acuerdo a la tabla 8 y 9, cumple con los parámetros de la normativa DSN° 004-2017-MINAN. Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para agua. Categoría A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección).

#### Estudio de vulnerabilidad y riesgo

De la tabla 18, se concluye que:

- El grado de peligro del punto de captación resulto alto y asimismo el grado de vulnerabilidad resulto alto, esto de acuerdo a la escala de RIESGO ES ALTO.

- El grado de peligro en el recorrido de la línea de conducción es bajo y de acuerdo al Formato N° 3, el grado de vulnerabilidad resulto alto, esto de acuerdo a la escala de RIESGO ES MEDIO.
- De acuerdo al Formato N°1 (Parte B) el grado de peligro de la red de agua y alcantarillado es ALTO o y de acuerdo al Formato N° 3, el grado de vulnerabilidad resulto ALTO, esto de acuerdo a la escala de RIESGO corresponde a un RIESGO ALTO.
- De acuerdo al Formato N°1 (Parte B) el grado de peligro del punto de captación resulto alto y de acuerdo al Formato N° 3, el grado de vulnerabilidad resulto alto, esto de acuerdo a la escala de RIESGO ES ALTO
- Asimismo, de acuerdo a las actividades implemtadas indicadas en la tabla 19, se reducirá el riesgo en las diferentes etapas del proyecto.

#### Diseños

- Con los diseños hidráulicos y estructurales del sistema de agua potable y alcantarillado para el centro poblado de Madean del distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima, se lograra elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, asi como el crecimiento de cada un a de las actividades económicas, de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para el centro poblado en mención, dando un paso importante en su proceso de desarrollo.
- El proyecto de tesis desarrollado en un proyecto de utilidad para el centro poblado de Madean, de la aplicación de los resultados de los diseños hidráulicos y estructurales del sistema de agua potable y alcantarillado para la elaboración de su expediente se verán beneficiados contando con un adecuado y saludable sistema de agua y sistema de alcantarillado, por esta razón concluimos que esta tesis es un a

herramienta importante de vinculación de la Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión por medio de la carrera de Ingeniería Civil con el centro poblado de Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima.

### **5.3 Recomendaciones**

- Según el estudio de suelos, se recomienda para la cimentación del proyecto usar el Cemento tipo I.
- Elaborar el expediente técnico con los diseños ya detallados en la presente tesis, y así dar paso a la ejecución del proyecto de saneamiento para el centro poblado de Madean.
- El primer paso para la ejecución de un proyecto es el levantamiento de información, por esto es recomendable siempre que se planifique tomando en cuenta las condiciones reales existentes para no perder el tiempo realizando luego cambios sobre la marcha que retrasan todos los trabajos.
- Para realizar el futuro expediente técnico se debe tener actualizado el padrón de usuarios.
- Es recomendable que se elabore un plan de operaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como el mantenimiento de la misma.
- Se recomienda que las municipalidades tengan un plano de catastro actualizado del sistema de agua potable y alcantarillado.
- Es recomendable hacer llegar a la población, el conjunto de normas de Educación Sanitaria o en todo caso a través de las instituciones educativas a brindar charlas, para el uso correcto de las instalaciones sanitarias.

## CAPITULO VI

### BIBLIOGRAFIA

#### 6.1 Fuentes bibliográficas

Acevedo Netto J.M. y Acosta Alvarez, Guillermo (1975), *Manual de Hidráulica*. sexta Edición

Apaza Cárdenas, P. J. (2015). *Diseño de Un sistema Sostenible de Agua Potable y Saneamiento en la Comunidad de Miraflores - Cabanilla - Lampa - Puno*. Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Puno.

Arocha, Simón (1978), *Abastecimiento de Agua – Teoría & Diseño*, Primera Edición

Carbajal, W. (2009). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el caserío de Caypanda, distrito y provincia de Santiago de Chuco, Región La Libertad*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad. Recuperado el 17 de Agosto de 2018, de <file:///C:/Users/user/Downloads/CARBAJAL%20FELIPE%20W%C3%89LINTON%20CONRADO.pdf>

Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (13 ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.

Concha, J., & Guillén, J. (2014). *Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable (Caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica)*. Tesis de Grado, Lima. Recuperado el 15 de agosto de 2018, de

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5RPaCG6UeqQJ:www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1175/1/concha\\_hjd.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5RPaCG6UeqQJ:www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1175/1/concha_hjd.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe)

Ledesma Vera, R. (Mayo de 2014). *Las Técnicas de la Investigación*. Recuperado el 13 de Abri de 2018, de Monografias.com:

<http://www.monografias.com/trabajos101/tecnicas-investigacion/tecnicas-investigacion2.shtml#top>

Meneses Miranda, A. A., & Reyes Vazquez, J. C. (2007). *Diagnóstico y Mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la Localidad de l Municipio de Zamaora Michoacán*. Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado el 18 de Marzo de 2018, de

[http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4741/294\\_DIAGNOSTICO%20Y%20MEJORAMIENTO%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE,%20ALCANTARILLADO%20Y%20SANEAMIENTO%20PARA%20LA%20LOCALIDAD%20DEL%20MUNICIP.pdf?sequence=1](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4741/294_DIAGNOSTICO%20Y%20MEJORAMIENTO%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE,%20ALCANTARILLADO%20Y%20SANEAMIENTO%20PARA%20LA%20LOCALIDAD%20DEL%20MUNICIP.pdf?sequence=1)

MINAM. (2010). *Aprueban límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*. Recuperado el 09 de junio de 2018, de D.S. N° 003-2010-MINAM: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_003-2010-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf)

MINAM. (2013). Obtenido de R.M. N° 300-2013-MINAM:

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/02/RM-N%C2%BA-300-2013-MINAM.pdf>

MINAM. (7 de Junio de 2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias*. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Norma OS. 060 Drenaje pluvial urbano*. LIMA, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma OS.090 Planta de Tratamiento de agua residuales*. Recuperado el 25 de junio de 2018, de D.S. N° 011-2006-VIVIENDA:

[http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf)

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). OS. 070 Redes de agua residuales. *D.S. N° 011-2006- VIVIENDA*. Lima, Perú. Recuperado el 25 de agosto de 2018, de

[http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf)

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2016). *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento*. Perú.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018). *Norma E.030 Diseño sismorresistente*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de R.M. N° 355-2018-VIVIENDA: <file:///C:/Users/user/Downloads/RM-355-2018-VIVIENDA.pdf>

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018). *Normas legales - El Peruano*.

Recuperado el 27 de agosto de 2018, de R.M. N° 192-2018-VIVIENDA:

<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-la-norma-tecnica-de-disenoppciones-tecnologicas-resolucion-ministerial-no-192-2018-vivienda-1648790-5>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2018) *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ambito Rural*

Montaño, O. (2015). *Proyecto Piloto de uso Eficiente y Ahorro de agua en dos Instituciones Educativas del Municipio de Tuluá*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Tuluá. Recuperado el 15 de agosto de 2018, de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3388/1/6199882.pdf>

OPS/CEPIS/PUB/04.109, *Tratamiento de Agua para Consumo Humano*

Paradinas, F. (2005). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales* (13 ed.). México: Siglo XXI editores.

Reglamento Nacional de Edificaciones – Perú

Sabino, C. (1992). *El proceso de la investigación*. Caracas, Venezuela: Panapo.

Saldarriaga Juan. Editorial Alfaomega (2007), *Hidráulica de tuberías. Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos*, Bogotá.

Urbina Benites, O. S. (2014). *Mejoramiento del Servicio de agua potable e instalaciones de servicio de saneamiento de la localidad de Uchumarca, Uchumarca - Bolivar - La Libertad*. Tesis de Grado, Trujillo.

Valenzuela López, D. R. (2007). *Diagnóstico y Mejoramiento de las Condiciones de Saneamiento Básico de la Comuna de Castro*. Tesis Grado, Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado el 17 de Marzo de 2018, de [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela\\_d/sources/velenzuela\\_d.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_d/sources/velenzuela_d.pdf)

Vega Arocha Ravelo, Simón (1980) *Abastecimientos de agua. Teoría y diseño*. Caracas.



### Anexo 1. Ubicación del Centro Poblado Madeán



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Constancia de elaboración del estudio por parte de la municipalidad



**Municipalidad Distrital de Madean-Yauyos-Lima**  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN DE PROFESIONALES**

El que suscribe **Tomas Teófilo Perales Huari**, Alcalde de la Municipalidad Distrital de Madean, identificado con DNI N° 16299653.

Hace constar:

Que los profesionales que se detallan a continuación son los responsables técnicos de la elaboración y seguimiento del expediente técnico con código SNIP N°333478, durante el periodo 2016 - 2018.

Nombre: <b>Reyna Isabel Flores Tamara</b>	Especialidad: <b>Bachiller en Ingeniería Civil</b>
Nombre: <b>Manuel Angel Changanaki Sanchez</b>	Especialidad: <b>Bachiller en Ingeniería Civil</b>

Se expide la presente constancia a petición del interesado, y para los fines que éste considere conveniente.

Madean, 04 de abril del 2018.

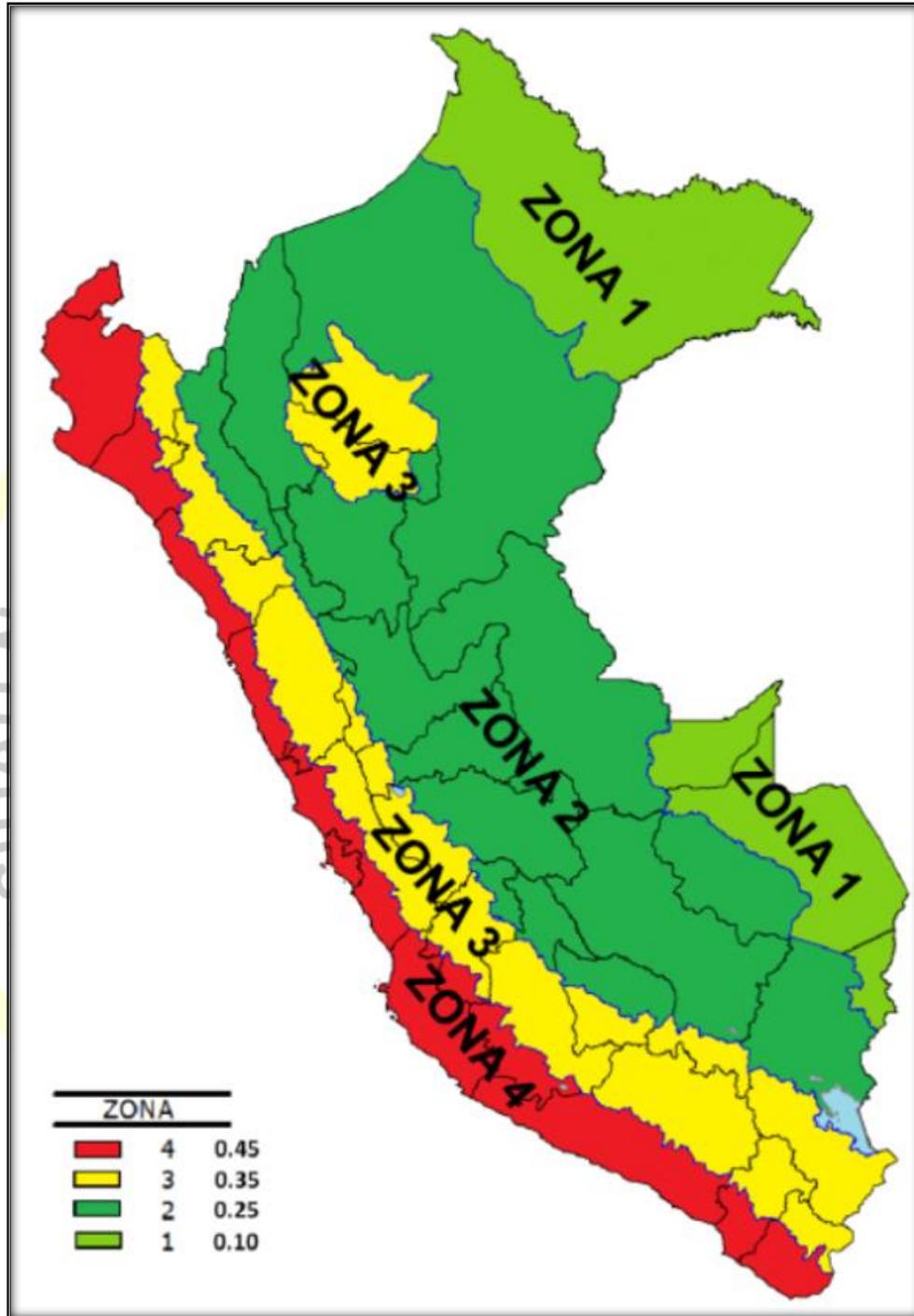


Tomas Teófilo Perales Huari  
ALCALDE



**Anexo 3. Plano topográfico**

#### Anexo 4. Zonas Sísmicas del Perú



Fuente: (E.030, 2018).

## Anexo 5. Tablas bases del E.030-2018

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"					
ZONA	SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
	$Z_4$		0,80	1,00	1,05
$Z_3$		0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$		0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$		0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla N° 6 CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"			
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U	
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1	
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:  - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5	
	B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
	C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2	

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos Dual	8
De muros estructurales	7
Muros de ductilidad limitada	6
	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_s$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,75
<p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	

<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p>	0,50
<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p><b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad $I_p$
<p><b>Irregularidad Torsional</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{m\acute{a}x}</math>), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>A_{CM}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>A_{CM}</math>), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>A_{CM}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60

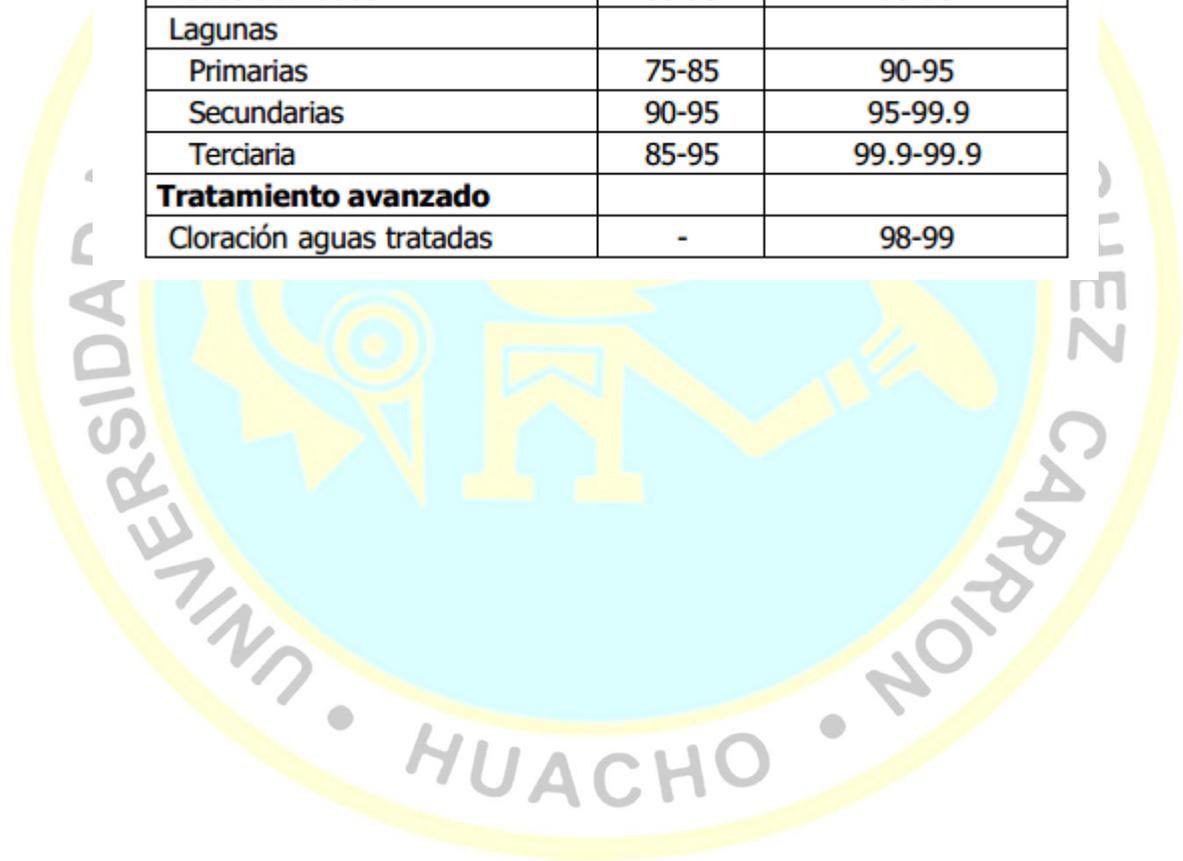
<p><b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p><b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90



**Anexo 6. Eficiencia remocional de coliformes tratamiento de aguas residuales**

(expresado en porcentaje)

<b>Proceso</b>	<b>DBO</b>	<b>Coniformes</b>
<b>Tratamiento preliminar</b>		
Cribado fino	5-10	10-20
Cloración crudo o sedimentado	15-30	90-95
<b>Tratamiento primario</b>		
Sedimentación simple	25-40	25-75
Precipitación química	50-85	40-80
<b>Tratamiento secundario</b>		
Filtros percoladores	50-95	90-95
Lodos activados	55-95	90-98
Lagunas		
Primarias	75-85	90-95
Secundarias	90-95	95-99.9
Terciaria	85-95	99.9-99.9
<b>Tratamiento avanzado</b>		
Cloración aguas tratadas	-	98-99



**Anexo 7. Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
Ph	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

*Fuente: DECRETOO SUPREMO N° 003-2010-MINAN*

## Anexo 8. Fotos del estudio topográfico



*Equipo topográfico utilizado*



*Punto del BM-01*



*Punto BM-03*



*Punto BM-05*

**Anexo 9. Fotos del estudio de suelos – Fotos principales calicatas.**



*Calicata C- 01:PTAR*



*Calicata C-02: Reservoirio*

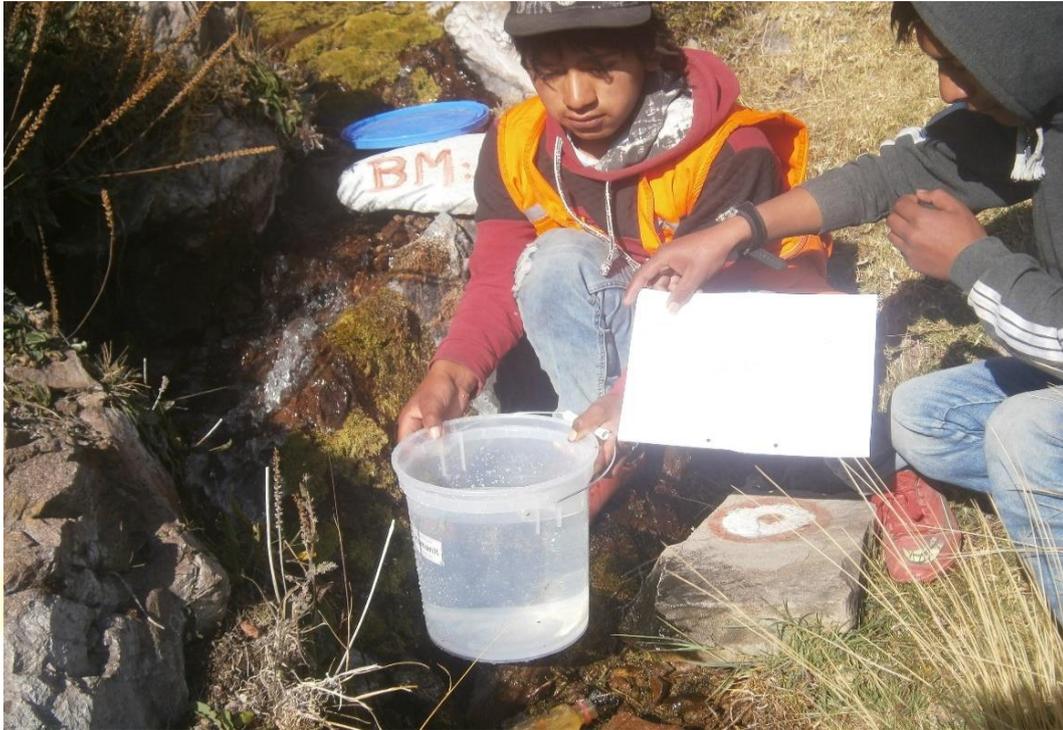


Calicata C-03: Captación



Calicata C-04: Emisor

**Anexo 10. Fotos del estudio de fuentes y calidad de agua**



*En Captación Pichag Puquio*



*En Captación Suenag Rumi*



**Anexo 11. Plano de modelamiento hidráulico de la red de agua potable**