

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RED DE
DISTRIBUCIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DE LA CIUDAD DE CUTERVO - CAJAMARCA**

**PROYECTO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRÁULICA**

AUTOR: Br. Juan Diego Sánchez Dávila

ASESOR: Dr. Ing. Guillermo Juan Cabanillas Quiroz

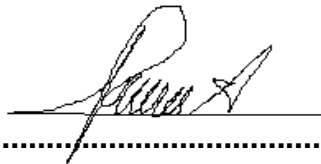
TRUJILLO - PERÚ

2020

RESOLUCIÓN N° 0774-2019-FI-UPAO

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RED DE
DISTRIBUCIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DE LA CIUDAD DE CUTERVO - CAJAMARCA**

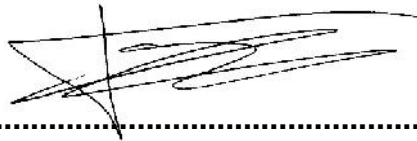
MIEMBROS DEL JURADO



.....
ING. RICARDO ANDRÉS NARVÁEZ ARANDA

CIP: 58776

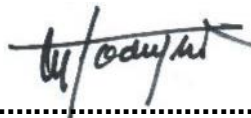
PRESIDENTE



.....
ING. JUAN PABLO GARCÍA RIVERA

CIP: 68614

SECRETARIO



.....
ING. MAMERTO RODRÍGUEZ RAMOS

CIP: 3689

VOCAL



.....
Dr. GUILLERMO JUAN CABANILLAS QUIROZ

CIP: 17902

ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con gran entusiasmo a mi niño interior, aquel niño que soñaba con lo imposible y solo se preocupaba por jugar, por colorear sin salirse de la línea y curarse las heridas, va dirigido a la inocencia innata de quien no olvido sus travesuras y sus ganas de solamente ser feliz, lo recuerdo siempre con una sonrisa.

A mi amada madre Wilma, por su amor incondicional, amor que se ha traducido en incansable empuje e infinita motivación hacia mi persona en favor de mi superación.

A mi abuela, mi mamá Carmela, quien ha sido mi soporte en estos años de formación universitaria, solícita siempre y amorosa por naturaleza.

A mi papá Raúl por ser mi amigo, por enseñarme a darle al mal tiempo buena cara.

A mi hermano Andrés, por ser el mejor compañero de vida, porque desde que nació, aprendí a ser responsable de sus cuidados y eso me sirvió para aplicarlo cuando yo creciera y sepa enfrentar la vida.

A mi Daphne Arianna y mi Emma Isabella, mis hijas, porque desde que llegaron a este mundo, mi vida se pintó de colores más vivos, y son el impulso que necesito para seguir firme en este largo andar.

A mis tíos y tías, primos y primas por haber creído en mí, por ser tan unidos como familia y estar siempre en las buenas y en las malas. Enorme es la felicidad cuando estamos todos juntos.

Br. Juan Diego Sánchez Dávila

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a la única Fuerza Hacedora Todopoderosa, que creó la naturaleza, nos dio la vida y el espacio-tiempo para desarrollarnos y formarnos como personas de bien.

También quiero agradecer a mi alma máter la Universidad Privada Antenor Orrego por brindarnos una inmejorable infraestructura y todos los medios idóneos para nuestro crecimiento académico.

Un especial agradecimiento a mis profesores quienes han sido pilares fundamentales y modelos en nuestra formación profesional, por transmitirnos sus conocimientos y por prepararnos para afrontar con ética lo que nos depara el futuro laboral.

A mis amigos y compañeros de carrera, gracias por su amistad, por las horas de estudio, las amanecidas y por haber compartido conocimientos.

A la Municipalidad Provincial de Cutervo por darme las facilidades técnicas y logísticas para poder llevar a cabo mi proyecto y que esta tesis por fin vea la luz.

A un gran amigo, el Ing. David Catalán por su ayuda y compromiso con mi persona, en el desarrollo de este trabajo.

Finalmente quiero agradecer muy afectuosamente a mi asesor, el Dr. Juan Guillermo Cabanillas Quiroz por su valiosa asesoría, tiempo y aporte dedicado a este trabajo.

Br. Juan Diego Sánchez Dávila

RESUMEN

La idea de propuesta de la presente tesis nace con la finalidad de poner sobre la mesa, una alternativa de solución ante la actual situación ineficiente en la que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cutervo. El proyecto se denomina “**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CUTERVO - CAJAMARCA**”.

El distrito de Cutervo es la capital de la provincia de Cutervo, ciudad importante dentro del departamento de Cajamarca. La ciudad de Cutervo actualmente cuenta con un sistema de agua potable muy obsoleto, un reservorio de 1,500 m³ con más de 20 años de antigüedad, en los cuales la población ha ido creciendo y haciendo que dicho sistema de agua potable sea insuficiente, cumpliendo con su tiempo de vida útil.

Es por lo mencionado que, surge la necesidad de solucionar las deficiencias existentes en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Se ubicó la fuente de captación y se realizaron estudios básicos de topografía.

Para ello se diseñó la Línea de Conducción proyectando el tramo de canal abierto en tubería, en la Planta de Tratamiento se diseñó un reservorio de 2,220 m³, en la Red de Distribución se corrigió la disposición de las tuberías, red matriz y conexiones domiciliarias. Respetando el Reglamento Nacional de Edificaciones y las normas pertinentes para un óptimo periodo de diseño de 20 años.

Palabras claves: Línea de Conducción, Planta de Tratamiento, Reservorio, Red de Distribución.

ABSTRACT

The idea of the proposal of this thesis was born with the purpose of putting on the table, an alternative solution to the current inefficient situation in which is the drinking water supply system of the city of Cutervo. The Project is called **“PROPOSAL FOR IMPROVING THE DRIVING LINE, DISTRIBUTION NETWORK AND TREATMENT PLANT FOR THE DRINKING WATER SYSTEM OF THE CITY OF CUTERVO - CAJAMARCA”**

The district of Cutervo is the capital of the province of Cutervo, an important city within the department of Cajamarca. The city of Cutervo currently has a very obsolete drinking water system, a 1,500 m³ reservoir with more than 20 years old, in which the population has been growing and making said drinking water system insufficient, fulfilling its time of useful life.

It is because of the above that the need arises to solve the deficiencies in the design of the drinking water supply system.

The source of uptake was located and basic topography studies were performed.

For this, the Conduction Line was designed by projecting the section of the open canal in the pipeline, in the Treatment Plant it designed a 2,220 m³ reservoir, in the Distribution Network the layout of the pipes, matrix network and home connections was corrected. Respecting the National Building Regulations and the relevant regulations for an optimal design period of 20 years.

Keywords: Driving Line, Treatment Plant, Reservoir, Distribution Network.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, pongo a su disposición el presente trabajo de Suficiencia Profesional, titulado:

“PROPOUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CUTERVO - CAJAMARCA”

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomándose en cuenta los lineamientos establecidos en el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Tesis (PADT) y los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional, junto a información obtenida de otras investigaciones e información obtenida de la Municipalidad Provincial de Cutervo, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

Atentamente.

Br. Juan Diego Sánchez Dávila
Trujillo

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
PRESENTACIÓN	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.1.1. Realidad Problemática.....	1
1.1.2. Descripción del Problema	2
1.1.3. Formulación del Problema	3
1.2. Objetivos de la Investigación	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Justificación del Estudio.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	4
2.1.3. Antecedentes Locales	5
2.2. Marco Teórico.....	8
2.2.1. Características Generales	9
2.2.1.1. Ubicación.....	9
2.2.1.2. Vías de Acceso.....	11
2.2.1.3. Clima	11
2.2.1.4. Topografía	12
2.2.1.5. Tipo de Suelo	12
2.2.1.6. Hidrografía.....	14
2.2.1.7. Viviendas.....	14
2.2.1.8. Población Beneficiaria	14
2.2.1.9. Enfermedades	14
2.2.1.10. Actividades Económicas.....	15

2.2.1.11.	Educación.....	15
2.2.1.12.	Sector Salud.....	16
2.2.1.13.	Información sobre los servicios.....	16
2.2.2.	Agua.....	17
2.2.3.	Captación.....	17
2.2.4.	Línea de Conducción.....	18
2.2.4.1.	Capacidad de la línea de conducción.....	19
2.2.5.	Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).....	20
2.2.5.1.	Reservorio.....	21
2.2.6.	Línea de Alimentación.....	23
2.2.7.	Red de Distribución.....	23
2.3.	Marco Conceptual.....	24
2.4.	Hipótesis.....	26
2.5.	Variables e Indicadores.....	26
2.5.1.	Variable Independiente.....	26
2.5.2.	Variable Dependiente.....	26
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	26
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	28
3.1.	Tipo y nivel de Investigación.....	28
3.2.	Población y Muestra del Estudio.....	28
3.2.1.	Población – Muestra.....	28
3.3.	Diseño de Investigación.....	28
3.4.	Técnicas de Recolección de Datos.....	28
3.5.	Procesamiento y Análisis de Datos.....	28
3.5.1.	Descripción del Sistema Existente.....	29
3.5.2.	Parámetros de Diseño.....	30
3.5.2.1.	Periodo de Diseño.....	30
3.5.2.2.	Áreas y Densidades.....	30
3.5.2.3.	Tasa de Crecimiento.....	32
3.5.2.4.	Densidad Poblacional.....	33
3.5.2.5.	Consumos.....	34
3.5.2.6.	Variaciones de Consumo.....	38
3.5.2.7.	Caudal de Diseño.....	38
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	41
4.1.	Propuesta de investigación.....	41
4.2.	Análisis e interpretación de los resultados.....	41

4.2.1.	Cálculo de la Demanda de Agua	41
4.2.1.1.	Datos de Diseño	41
4.2.1.2.	Línea de Conducción.....	45
4.2.1.3.	Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)	91
4.2.1.4.	Reservorio	104
4.2.1.5.	Diseño de la Red de Distribución.....	123
4.2.1.6.	Conexión Domiciliaria	127
4.2.1.7.	Válvula de Control	128
4.3.	Prueba de Hipótesis	145
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	146
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
	ANEXOS.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	<i>Operacionalización de 1ra variable independiente</i>	27
Tabla N° 2	<i>Operacionalización de 2da variable independiente</i>	27
Tabla N° 3	<i>Operacionalización de variable dependiente</i>	27
Tabla N° 4	<i>Periodos de diseño de infraestructura sanitaria</i>	30
Tabla N° 5	<i>Tasa de Crecimiento</i>	33
Tabla N° 6	<i>Densidad poblacional</i>	33
Tabla N° 7	<i>Dotaciones domésticas</i>	34
Tabla N° 8	<i>Contribución de Instituciones Educativas</i>	34
Tabla N° 9	<i>Contribución de Losas y Campos Deportivos – Plaza Toros</i>	35
Tabla N° 10	<i>Contribución de Parques de Atracción y Áreas Verdes</i>	35
Tabla N° 11	<i>Contribución de Hospitales, Clínicas y Postas Médicas</i>	36
Tabla N° 12	<i>Contribución de Oficinas y Similares</i>	36
Tabla N° 13	<i>Contribución de Iglesias, Capillas y Similares</i>	36
Tabla N° 14	<i>Contribución de Restaurantes</i>	37
Tabla N° 15	<i>Contribución de Mercados</i>	37
Tabla N° 16	<i>Resumen total de caudal no doméstico</i>	38
Tabla N° 17	<i>Coeficiente K_1</i>	39
Tabla N° 18	<i>Coeficiente K_2</i>	40
Tabla N° 19	<i>Variables para la determinación de la demanda</i>	40
Tabla N° 20	<i>Datos de Diseño</i>	41
Tabla N° 21	<i>Información</i>	42
Tabla N° 22	<i>Criterio Técnico</i>	42
Tabla N° 23	<i>Cálculo de la demanda de agua</i>	43
Tabla N° 24	<i>Diámetros Válvulas Aire</i>	46
Tabla N° 25	<i>Diámetros Válvulas Purga</i>	46
Tabla N° 26	<i>Datos básicos de diseños de la Línea de Conducción</i>	47
Tabla N° 27	<i>Datos para la determinación del diámetro teórico de la tubería</i>	48
Tabla N° 28	<i>Datos para hallar la pendiente real</i>	49
Tabla N° 29	<i>Datos para el diseño de pase aéreo $L = 10m$</i>	51
Tabla N° 30	<i>Datos para el diseño de péndolas y cable principal (P.A. $L=10m$)</i>	52
Tabla N° 31	<i>Cálculo de las péndolas (P.A. $L=10m$)</i>	53
Tabla N° 32	<i>Ecuación de la parábola de las péndolas (P.A. $L=10m$)</i>	53
Tabla N° 33	<i>Diseño de cables principales (P.A. $L=10m$)</i>	54

Tabla N° 34	<i>Diseño de la cámara de anclaje (P.A. L=10m)</i>	55
Tabla N° 35	<i>Cálculos de cimentación (P.A. L=10m)</i>	57
Tabla N° 36	<i>Diseño de la torre de suspensión (P.A. L= 10m)</i>	62
Tabla N° 37	<i>Dimensionamiento del torreón (P.A. L=10m)</i>	63
Tabla N° 38	<i>Análisis de Estabilidad del torreón (P.A. L= 10m)</i>	64
Tabla N° 39	<i>Diseño de la columna a flexión (P.A. L= 10m)</i>	66
Tabla N° 40	<i>Diseño de la columna a compresión (P.A.L =10m)</i>	67
Tabla N° 41	<i>Diseño de la columna por corte (P.A. L=10m)</i>	68
Tabla N° 42	<i>Resultados de diseño (P.A. L= 10m)</i>	69
Tabla N° 43	<i>Datos para el diseño de pase aéreo L=25m</i>	71
Tabla N° 44	<i>Diseño de las pendolas y cable principal</i>	72
Tabla N° 45	<i>Cálculo de péndolas (P.A. L=25m)</i>	73
Tabla N° 46	<i>Ecuación de la parábola de las péndolas (P.A. L=25m)</i>	73
Tabla N° 47	<i>Diseño de cables principales (P.A. L= 25m)</i>	74
Tabla N° 48	<i>Diseño de la cámara de anclaje (P.A. L= 25m)</i>	75
Tabla N° 49	<i>Cálculo de cimentación (P.A. L=25m)</i>	77
Tabla N° 50	<i>Diseño de la torre de suspensión (P.A. L=25m)</i>	82
Tabla N° 51	<i>Dimensionamiento del torreón (P.A. L=25m)</i>	83
Tabla N° 52	<i>Análisis de estabilidad del torreón (P.A. L=25m)</i>	84
Tabla N° 53	<i>Diseño de la columna a flexión (P.A. L=25m)</i>	86
Tabla N° 54	<i>Diseño de la columna a compresión (P.A. L=25m)</i>	87
Tabla N° 55	<i>Diseño de la columna por corte (P.A. L=25m)</i>	88
Tabla N° 56	<i>Resultados de diseño (P.A. L=25m)</i>	89
Tabla N° 57	<i>Resumen de características y parámetros de mezclador para las condiciones de operación</i>	92
Tabla N° 58	<i>Características y parámetros de operación del floculador para las condiciones de operación</i>	93
Tabla N° 59	<i>Características y parámetros del canal de distribución de agua cruda</i>	95
Tabla N° 60	<i>Variación de los parámetros de operación del filtro en función al caudal</i>	99
Tabla N° 61	<i>Especificaciones para la arena como medio filtrante</i>	100
Tabla N° 62	<i>Especificaciones de la capa soporte de grava para viguetas prefabricadas</i>	100
Tabla N° 63	<i>Características de electrobombas</i>	103
Tabla N° 64	<i>Datos del reservorio</i>	108

Tabla N° 65 <i>Predimensionamiento del reservorio</i>	108
Tabla N° 66 <i>Consideraciones para el análisis estructural del reservorio</i>	109
Tabla N° 67 <i>Cálculo de rigidez de resortes</i>	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	<i>Distribución climática</i>	9
Figura N° 2	<i>Topografía</i>	12
Figura N° 3	<i>Mortalidad por enfermedades diarreicas en Cutervo</i>	15
Figura N° 4	<i>Pase aéreo L = 10m</i>	52
Figura N° 5	<i>Longitud de péndola vs. Distancia al centro de la péndola (P.A. L= 10m)</i>	53
Figura N° 6	<i>Pase aéreo L= 25m</i>	72
Figura N° 7	<i>Longitud de péndola vs. Distancia al centro de la péndola (P.A. L= 25m)</i>	74
Figura N° 8	<i>Vista isométrica del canal de mezcla</i>	92
Figura N° 9	<i>Vista de planta de floculador vertical</i>	94
Figura N° 10	<i>Vista en planta de decantador laminar</i>	98
Figura N° 11	<i>Vista de corte de decantador laminar</i>	98
Figura N° 12	<i>Vista de corte de los filtros</i>	102
Figura N° 13	<i>Vista de corte de caseta de bombas</i>	103
Figura N° 14	<i>Consideraciones para el modelo del reservorio</i>	110
Figura N° 15	<i>Deformada y diagrama de presiones sobre la estructura</i>	111
Figura N° 16	<i>Diseño de refuerzo de acero en cuba</i>	112
Figura N° 17	<i>Diseño de acero tangencial</i>	114
Figura N° 18	<i>Envoltente de esfuerzos en cara interior y exterior de la cuba de reserva</i>	115

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Realidad Problemática

La República del Perú es una nación ubicada al sudoeste de América del Sur, con extensas playas sobre el Océano Pacífico, extensas selvas amazónicas y cortada dramáticamente por una cadena montañosa que escinde el país en tres zonas bien definidas, la costa caracterizada por un extenso litoral desértico salpicado de estrechos valles, una sierra accidentada a lo largo de todo el país, de norte a sur; y una selva agreste e indómita surcada por caudalosos ríos.

En la actualidad el Perú afronta problemas económicos y morales agravados por el contexto mundial de esta pandemia por COVID – 19. Sin dejar de lado la globalización en la cual los mejores ubicados son aquellos que producen valor agregado como los países occidentales, y no solo materia prima como es el caso de la mayoría de países del tercer mundo donde se ubica el Perú.

Dentro de este marco, la peor parte la llevan las ciudades ubicadas en la sierra y selva del Perú que, debido al centralismo imperante en el manejo de la economía y desarrollo del país, se han visto huérfanas de adecuadas políticas de desarrollo sostenido.

Un tema álgido en el Perú es el problema del agua potable, pues alrededor del 22.7% de la población o un poco más de 7 millones de habitantes consume agua no potable, con los riesgos que ello implica. Son 2.5 millones en zonas urbanas y 4.8 millones en zonas rurales que consumen agua no potable proveniente de la red pública, según el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial de la Cámara de Comercio de Lima (CCL). Este problema ocasiona un déficit en higiene personal y de los alimentos, comodidad y enfermedades, y esto último

repercute en el desarrollo físico e intelectual de las personas, generando enfermedades diversas.

La provincia y la ciudad de Cutervo, se encuentra ubicada en la sierra y ceja de selva del norte del Perú, al norte del departamento de Cajamarca, al este de la ciudad de Chiclayo. Pertenece a la cuenca del río Marañón, su relieve es accidentado, ocupando territorios de sierra, ceja de selva y pisos altitudinales como quechua y suni.

El proyecto está ubicado en la ciudad de Cutervo, geográficamente entre las coordenadas 6°22' Latitud Sur y 78°49' Longitud Oeste, América del Sur y entre los 2,550 y 2,700 m.s.n.m. Cutervo distrito cuenta con una población de 56,278 habitantes, y una superficie territorial de 422.27 km², con una densidad promedio de 125.69 hab/km² según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al año 2017.

La ciudad de Cutervo actualmente no cuenta con un buen servicio de agua potable debido a que el actual sistema de abastecimiento tiene aproximadamente 20 años de antigüedad, proyectado solo para 15,000 habitantes. El sistema de agua potable actual de Cutervo tiene una fuente superficial que se ubica en la quebrada Pachachaca en el centro poblado de Angurra en la parte alta de la ciudad, y existe una línea de conducción de aproximadamente 10 km hasta la planta de tratamiento de San Rafael, que tiene un reservorio de 1,500 m³. La población en 20 años ha aumentado y hay familias que no tienen el servicio de agua potable en sus viviendas.

1.1.2. Descripción del Problema

Propuesta de mejoramiento de la línea de conducción, red de distribución y planta de tratamiento para el abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cutervo.

1.1.3. Formulación del Problema

¿Cómo mejorar la línea de conducción, red de distribución y planta de tratamiento para el sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Cutervo?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Realizar un diseño de la línea de conducción, red de distribución y planta de tratamiento aplicando watercad para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cutervo.

1.2.2. Objetivos Específicos

-) Realizar estudios básicos de topografía.
-) Ubicar y determinar la potencialidad de la fuente.
-) Diseñar la línea de conducción.
-) Realizar un moderno diseño de reservorio.
-) Diseñar la red de distribución.
-) Diseñar las conexiones domiciliarias de agua potable.

1.3. Justificación del Estudio

El beneficio será para todos los pobladores de la ciudad de Cutervo como resultado de la propuesta, debido a que en la actualidad el servicio de agua para consumo humano es insuficiente y es por lo mencionado que se va a diseñar un moderno sistema de abastecimiento de agua potable.

Destacamos que este trabajo contribuirá en cubrir las necesidades básicas de agua potable, disminuir las enfermedades gastrointestinales y mejorar la calidad de vida de la población.

A demás de ser un proyecto accesible, este trabajo es de alto interés y de suma importancia para la Municipalidad Provincial de Cutervo, porque la población pide desesperadamente un mejor servicio.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Alvarado, P (2013) en su tesis “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, Cantón, Gonzamaná” en la Universidad Técnica Particular de Loja. Se propuso como objetivos: Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente, provincia de Loja. Y calcular y establecer criterios de diseño para el sistema de agua potable, analizar física, química y bacteriológicamente el agua de la captación y aforar la fuente de abastecimiento. Su estudio concluyó que: Con el buen uso y mantenimiento adecuado del proyecto se beneficiará a las futuras generaciones. La línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó con tubería de poli cloruro de vinilo (PVC) de diámetro de 1” (32 mm), la velocidad se encuentra en el rango recomendado por la normativa ecuatoriana de 0.45 – 2.5 m/s. El aporte principal del trabajo de investigación, es que, al construirse la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Meza, J (2010) en su tesis “Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso” en la Universidad Católica del Perú. Se propuso como objetivos: presentar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en una comunidad nativa de la selva

del Perú. Esta comunidad no cuenta con los servicios básicos, siendo una comunidad que sufre extrema pobreza. El difícil acceso a la comunidad debido a la falta de vías de comunicación, eleva la inversión que se requiere para infraestructura en la zona. Para fines del diseño se analizó diferentes alternativas, aquí se presenta los resultados de dos de ellas, incluido el análisis de costos, que toman en cuenta la condición del difícil acceso físico. Su estudio concluyó: El diseño hidráulico y el análisis de costos aportan a la evaluación de la factibilidad técnico-económica de sistemas de agua potable en el ámbito rural y al objetivo de reducir la brecha en infraestructura en el país. Sumergibles de capacidad de succión e impulsión mayores a 15 m³/día. El aporte principal de la investigación, que los diseños pequeños de envergadura similar al del presente trabajo; de presupuesto escaso para poblaciones rurales, el asumir 1kg/cm² se ha hecho usual por los ingenieros dedicados a la consultoría.

2.1.3. Antecedentes Locales

Navarrete Zumaeta Eduardo Enrique (2017) en su investigación “Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en el centro poblado El Charco, distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope, región La Libertad” en la Universidad César Vallejo, se propuso realizar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en el centro poblado El Charco, distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope, región La Libertad, para el procesamiento se hará uso de tablas, gráficos y la utilización de programas especializados como: AutoCAD, AutoCAD civil 3D, S10, Ms Project, WaterCAD, SewerCAD, todos los resultados obtenidos serán cotejados con los parámetros mínimos y máximos que se establecen en el Reglamento Nacional de Edificaciones. La investigación llegó a los siguientes resultados: Se realizó el diseño del sistema de agua potable, tomando como fuente el

agua subterránea. El centro poblado se abastecerá de un reservorio elevado con capacidad de 70 m^3 , que servirá para suministrar de agua potable al balneario considerando una proyección a futuro como una zona de alto turismo. Se diseñó la red de desagüe y se encontró que el diámetro de la tubería a emplear es de 200 mm, respetándose la normatividad actual correspondiente establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Saneamiento). Los buzones tienen profundidades que varían entre 1.20 m a 5.20 m. Las aguas residuales van a una cámara de bombeo primero debido a que las lagunas de oxidación se encuentran por encima del terreno con una diferencia de cota de 3 m. El principal aporte al trabajo de investigación es el Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en el centro poblado de El Charco, distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope, región La Libertad.

Zapata, L (2014) en su tesis "Diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable en flujo permanente y aplicación al centro poblado Campanita, ubicado en San José, Pacasmayo – La Libertad". En la Universidad Privada Antenor Orrego. Se propuso como objetivos: Diseñar en forma óptima las redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable. Plantear metodología para el diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas. El estudio concluyó que en cualquier esquema de red cerrada de tuberías presurizadas de distribución de agua el número de incógnitas es igual al número de tramos de tuberías (P) entre el total de nudos (N) que la forman. Las incógnitas podrían ser el caudal (Q) en tuberías o las pérdidas de carga (h_f) en estas. Si considera la pérdida de carga en tuberías como variable incógnita en el cálculo, las ecuaciones de la red se convierten en un conjunto de $P - (N -)$ ecuaciones lineales con respecto a la pérdida de carga y un

conjunto de (N -) ecuaciones de continuidad no lineales con respecto a pérdida de carga en tuberías.

El aporte principal del proyecto es: Para el cálculo de las pérdidas de energía debidas al esfuerzo constante, se utiliza la ecuación Darcy – Weibasch porque toma en cuenta en la estimación del factor fricción, la rugosidad equivalente, la viscosidad cinemática, ña velocidad del flujo y el diámetro de la tubería; es decir, variables hidrodinámicas que permiten un cálculo más apegado a las condiciones reales de funcionamiento.

Jara, L y Santos K. (2014) en la tesis “Diseño de Abastecimiento de Agua Potable y el Diseño de Alcantarillado de las localidades El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – La Libertad” en la Universidad Privada Antenor Orrego. Se propusieron como objetivos: Realizar el diseño de la línea de conducción del sistema de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades El Calvario y Rincón de Pampa grande, distrito de Curgos – La Libertad. Realizar el levantamiento topográfico en la zona de estudio. Realizar el diseño de la línea de conducción del sistema de agua potable aplicando un software especializado (Loop). El estudio concluye que la topografía de la zona de estudio es accidentada. Se realizó el estudio del proyecto de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado de los caseríos Pampa Grande y El Calvario, distrito de Curgos, departamento de La Libertad. Obteniendo los diámetros a usar en conducción, aducción y matrices del agua potable de 4”, Clase A-7.5 y para el alcantarillado tubería de 6”. El aporte principal del proyecto es que las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el programa WaterCad.

2.2. Marco Teórico

El agua potable es escasa por la mala gestión y distribución de los recursos hídricos, entran a tallar El Estado y la población, y las inversiones no se ven ni se sienten ya que se pierden en la corrupción, asimismo como ciudadanos no tenemos una cultura del cuidado del agua y crecemos desordenadamente hasta llegar a poblar lugares donde es imposible abastecernos del líquido elemento, nos creamos nuestra propia trampa y para ello El Estado debe ejecutar medidas de prevención.

El crecimiento poblacional, la pobreza y la escasez del líquido elemento son grandes problemas que no ayudan a la satisfacción de las necesidades básicas de la población. Los datos que forman el enunciado del problema por resolver son tres: vida económica de la obra, población o número de habitantes por servir, dotación o volumen de agua que se deberá suministrar.

En el Perú, la sierra es una de las zonas olvidadas por El Estado, por el centralismo existente, las municipalidades provinciales y distritales no pueden solventar los elevados costos que significan las obras de impacto.

Cuando hablamos de costos, se habla de un proceso productivo que se da en cualquier actividad humana, ya sea construir una obra pública o privada, estos se distinguen en dos grandes grupos, costos directos e indirectos.

Y en ciertos casos se tiene que recurrir a ayuda internacional por medio de alguna ONG.

Tal es el caso de la ciudad de Cutervo, que a inicios del año 2000 gestionó un convenio de cooperación institucional entre el CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL (CIPRODI – “EL BOSQUE”) – CUTERVO y LA FUNDACIÓN INTERNACIONAL DE APOYO AL DESARROLLO LOCAL Y SOCIAL (FIADELISO) – VALENCIA, ESPAÑA. Para el mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Cutervo, que tenía hasta

entonces dicho sistema más de 37 años antigüedad, fue construido en su inicio para beneficiar solamente a 3,000 habitantes, además el agua no era potabilizada.

Para ello es necesario que el ingeniero civil, tome en cuenta una serie de elementos que le permitan mediante estudios y trabajos especializados satisfacer de manera efectiva y sustentable la necesidad del servicio del agua, proporcionándolo en forma ininterrumpida, en cantidad y con la calidad apropiada. (Jiménez, 2004)

2.2.1. Características Generales

2.2.1.1. Ubicación

Distrito : Cutervo
Provincia : Cutervo
Departamento : Cajamarca

Figura N° 1

Distribución climática



Gráfico de Localización Regional

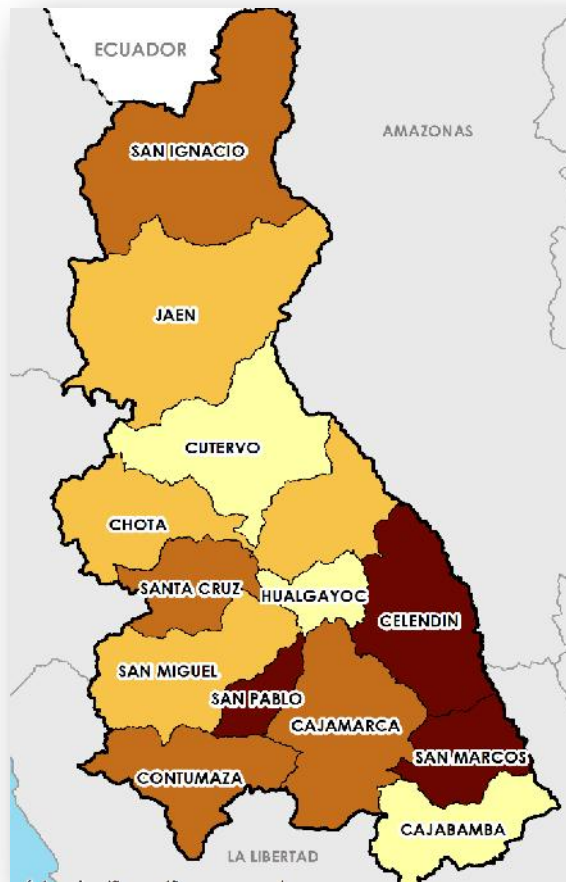


Gráfico de Localización Provincial



Gráfico de Localización Distrital

El área del proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca, provincia de Cutervo, distrito de Cutervo.

Para el caso del presente estudio se analizó la zona de influencia del estudio que comprende el distrito de Cutervo. La provincia y la ciudad de Cutervo, se encuentra ubicada en la sierra y ceja de selva del norte del Perú, al norte del departamento de Cajamarca, al este de la ciudad de Chiclayo. Pertenece a la cuenca del río Marañón, su relieve es accidentado, ocupando territorios de sierra, ceja de selva y pisos altitudinales como quechua y suni.

Geográficamente entre las coordenadas 6°22' Latitud Sur y 78°49' Longitud Oeste, América del Sur y entre los 2,550 y 2,700 m.s.n.m. Cutervo distrito cuenta con una población de 56,278 habitantes, y una superficie territorial de 422,27 km², con una densidad promedio de 125.69 hab/km² según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al año 2017.

2.2.1.2. Vías de Acceso

El sistema vial de Cutervo es simple, pues la ruta principal es a través de la carretera que conecta la ciudad de Chiclayo, pero también se puede llegar por la carretera que conecta a la ciudad de Jaén. A continuación, el medio de acceso:

Vía Terrestre: El viaje hasta llegar a Cutervo por vía terrestre tarda aproximadamente cinco horas desde la ciudad de Chiclayo y es bastante agradable, con distancia de 188 km.

2.2.1.3. Clima

Tiene un clima semi-seco y templado, la temperatura media anual máxima es de 19°C y la mínima de 7°C, en épocas normales, la temporada de lluvias se inicia en

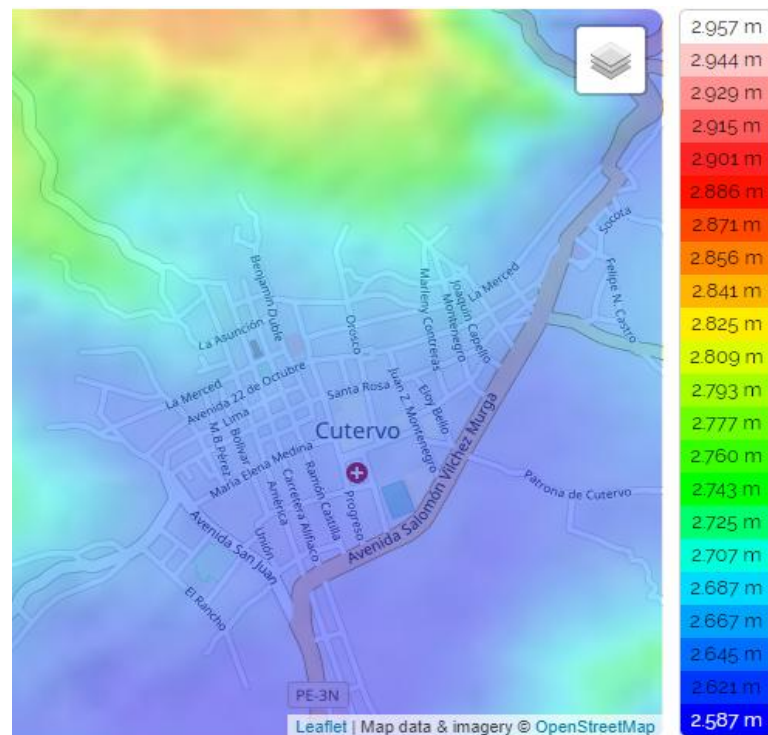
noviembre y concluye en abril; sin embargo, en la actualidad existen condiciones anómalas provocadas por el recalentamiento global lo que ha ampliado este periodo de lluvias.

2.2.1.4. Topografía

La ciudad de Cutervo posee una topografía de pendientes altas y están comprendidos entre las cotas sobre el nivel del mar de 2,550 metros a los 2,700 metros.

Figura N° 2

Topografía



2.2.1.5. Tipo de Suelo

El terreno donde se ubica el distrito de Cutervo es un tipo de suelo accidentado, además posee una baja capacidad portante en algunas avenidas como por ejemplo la Av. Salomón Vílchez Murga.

A demás en algunas zonas del distrito presenta un CBR de 3%.

Según la clasificación de suelo del distrito de Cutervo presenta diferentes estratos en su terreno, nombrando así las diferentes clasificaciones que contiene:

1. Gran parte del área del distrito de Cutervo presenta una clasificación SUCS: MH y clasificación AASHTO: A-7-5; teniendo una denominación arcillo-arenoso de alta plasticidad.
2. En menor magnitud el área del distrito de Cutervo presenta una clasificación SUCS: MH y clasificación AASHTO: A-7-5; teniendo una denominación limo-arenoso de alta plasticidad.
3. En una menor magnitud el área del distrito de Cutervo presenta una clasificación SUCS: ML y clasificación AASHTO: A-7-6; teniendo una denominación limo de baja plasticidad con arena.

La ciudad de Cutervo presenta un suelo formado a partir de rocas calizas, areniscas y cuarcitas, en algunos casos de rocas volcánicas, y en menor extensión están formados por depósitos de materiales detríticos gruesos y finos de la misma naturaleza litológica. A(B)C, AC, AR, con escasa a moderada capacidad de retención de humedad, de texturas ligera a media, drenaje bueno a excesivo, de reacción fuertemente a ligeramente ácida, pendientes inclinada a moderadamente empinada, se localizan en laderas de colina, montañas y piedemonte; son ligeramente pedregosos y presentan una erosión moderada a severa.

La fertilidad natural de estos suelos es baja a media; con niveles medios de materia orgánica, niveles bajos a medios en nitrógeno total, bajos a medios en fósforo

disponible, medios en potasio disponible y saturación de bases baja a media. (Camille, 2011)

2.2.1.6. Hidrografía

Las masas de agua en Cutervo se encuentran formando manantiales, riachuelos, lagunas y aguas subterráneas.

Las aguas se distribuyen mediante sus divisorias, cuencas y afluentes que desembocan en su colector principal el río Marañón para desembocar finalmente en el océano atlántico.

2.2.1.7. Viviendas

Las viviendas, que son mayoría en la ciudad de Cutervo tienen una antigüedad promedio de 70 años, siendo de adobe y no tienen la facilidad de servicios higiénicos. En minoría existen construcciones nuevas y modernas de material noble.

En la presente tesis intervendrán un total de 4,690 viviendas.

2.2.1.8. Población Beneficiaria

Actualmente la ciudad de Cutervo cuenta con 50,905 habitantes de los cuales 21,220 habitan en la zona urbana y 29,685 que pertenecen a la zona rural.

En la presente tesis intervendrá una población de 19,979 habitantes, comprendido dentro del ámbito urbano.

2.2.1.9. Enfermedades

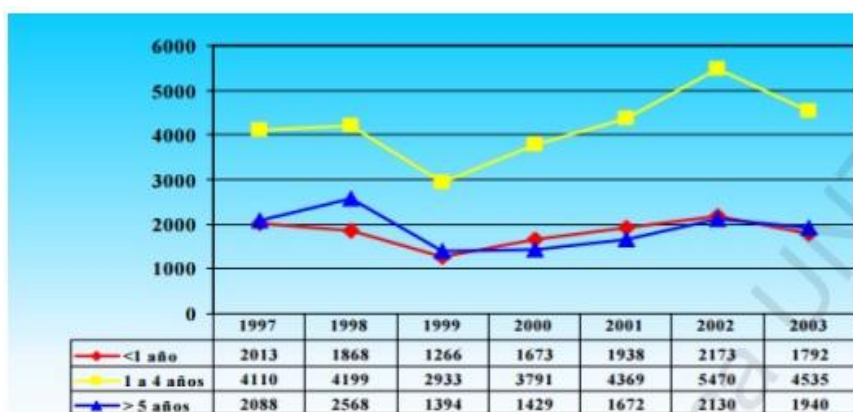
En el mundo, las enfermedades diarreicas agudas se relacionan con el consumo de agua no potable y su efecto se nota especialmente en los niños y niñas menores de cinco años y aunque ha descendido de 4,5 millones en 1979 a 1,6 millones en 2003, este problema

sigue cobrándose muchísimas víctimas entre los niños y las niñas de los países en desarrollo. (OMS, 2004).

Las enfermedades diarreicas agudas en el distrito de Cutervo a lo largo del tiempo han tenido un comportamiento ascendente desde el año 1997 para luego descender en el año 1999, se observa un aumento de casos hasta el año 2002, para después descender en el año 2003, según la Ilustración 3. se observa una ligera disminución de casos en el 2003, siendo estas enfermedades un problema de salud pública para la Dirección de Salud – Cutervo.

Figura N° 3

Mortalidad por enfermedades diarreicas en Cutervo



Fuente: Dirección de Salud – Cutervo.

2.2.1.10. Actividades Económicas

Según INEI, el distrito cuenta con una Población Económicamente Activa (PEA) de 14,694 personas divididas en diversos sectores económicos, siendo 80% de la mencionada población que se dedica a la agricultura y ganadería.

2.2.1.11. Educación

El distrito de Cutervo cuenta con centros educativos estatales o privados a nivel inicial, primaria y secundaria, por otra parte, existe una ONG que realiza inversiones

en nueva infraestructura educativa sobre todo en las partes periféricas de la ciudad o en sectores de reciente expansión urbana con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población.

Cutervo concentra la mayor cantidad de centros de educación inicial, primaria y secundaria. Teniendo un promedio de 1,200 alumnos en el nivel inicial y primario, en el nivel secundario 3,000 y en el nivel superior 1,000 estudiantes.

2.2.1.12. Sector Salud

Se cuenta con 2 establecimientos de salud: uno del MINSA y uno de EsSalud. El centro de salud “Santa María” del MINSA tiene más demanda que el de EsSalud, la razón es la infraestructura y la cantidad de personal profesional que labora en dicho centro. EsSalud cuenta solamente con un piso de atenciones, ya no atienden partos, ni cirugías ni hospitalaciones, solamente atienden consultas y dan medicina a sus asegurados y a todos sus pacientes los derivan a la ciudad de Chiclayo si en caso fuera necesario. En cambio Santa María tiene una infraestructura mucho mayor, tres pisos para atender a la comunidad, también derivan a sus pacientes a la ciudad de Chiclayo si el caso fuera extremo.

2.2.1.13. Información sobre los servicios

2.2.1.13.1. Agua y Alcantarillado

El servicio de agua y alcantarillado es dado por la Municipalidad Provincial de Cutervo y controlado por la misma, la tarifa por el servicio de agua potable es una tarifa plana.

2.2.1.13.2. Energía

La ciudad de Cutervo cuenta con un servicio de luz que cubre a toda la población en su totalidad. La empresa que brinda energía eléctrica al distrito de Cutervo es Electronorte S.A.

2.2.1.13.3. Telefonía y TV

El distrito en su totalidad recibe servicio de telefonía móvil de Claro, Movistar, Entel, Bitel.

En cuanto a canales de TV la población recibe canales de señal abierta, cable y señal satelital.

2.2.2. Agua

Líquido elemento indispensable para la supervivencia del hombre y para sus actividades, existen aguas superficiales, pero también encontramos aguas subterráneas las cuáles dan nacimiento a los ríos, ojos de agua, lagos, etc.

Ciertamente no toda el agua que existe en el planeta es apta para el consumo, ya que existe agua de mar que es salada y también existe agua estancada donde proliferan bacterias infecciosas.

La determinación del olor y el sabor del agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de procesos de una planta y para determinar en la fuente una posible contaminación. (Romero, 2009)

2.2.3. Captación

Se entiende por captación el punto o puntos de origen de las aguas para un abastecimiento, así como las obras de diferente naturaleza que deben realizarse para su recogida. Las captaciones de aguas pueden ser:

- De agua de lluvia (pluviales).

- De arroyos y ríos.
- De lagos o embalses.

(Pérez, 2011)

2.2.4. Línea de Conducción

En general la conducción puede estar constituida por conductos abiertos o canales y conductos cerrados, pudiendo estos últimos funcionar por gravedad o a presión.

Los conductos abiertos, no son idóneos para el caso de abastecimiento de agua a una población, ya que están expuestas a la contaminación.

Los conductos cerrados que llevan el agua por gravedad, son los que no tienen toda su sección llena de agua, correspondiendo su plano de carga a la superficie libre de líquido. Por consiguiente, su trazo debe hacerse como en el caso de los canales, o sea siguiendo las curvas de nivel del terreno, resultando muy grandes en su longitud, por lo que generalmente su costo también resulta más grande que una tubería de presión, aunque su costo por unidad de longitud resulte más económico.

Los conductos a presión son los más usados actualmente, porque pueden seguir un trazo recto, resultando de longitud más pequeña que los anteriores. Para su trazo habrá que tener presente algunas consideraciones:

- Se evitarán pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- El trazado se ajustará al menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán los tramos de difícil acceso, así como las zonas vulnerables.
- En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser

más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.

- Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

El mejor trazo de la tubería nos dará el menor número de válvulas. (MVCS, 2017)

2.2.4.1. Capacidad de la línea de conducción

La capacidad de diseño de la tubería de conducción, se determina de acuerdo al sistema de abastecimiento proyectado. Así tenemos:

- En un sistema sin reservorio, la línea de conducción debe ser capaz de conducir el máximo horario, más el gasto de incendio.
- En un sistema con reservorio, la capacidad de la línea se calcula para el día máximo. La línea que conecta el reservorio con la red de distribución, en el caso de un

reservorio flotante, se calcula con el máximo horario más el gasto de incendio menos el máximo diario.

- En un sistema con reservorio y planta de tratamiento, la línea de conducción se calcula para el máximo diario con un aumento del 10% a causa de que la planta consume una cierta cantidad de líquido.

2.2.5. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

Es una instalación donde el agua cruda es sometida a diversos procesos con el objetivo de eliminar los microorganismos y los contaminantes físicos y químicos hasta los límites aceptables que estipulan las normas.

De acuerdo con el tipo de procesos que las forman, las plantas de tratamiento se clasifican en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta.

Según la tecnología usada se pueden clasificar en plantas convencionales antiguas, plantas convencionales de tecnología apropiada y plantas de tecnología importada o patente.

Se requiere que la planta de tratamiento sea compacta, eficiente y de mínimos costos de operación. Se desarrollan los siguientes procesos:

- Coagulación: la inyección del coagulante se realiza en cada canal Parshall que constituyen la unidad de mezcla rápida.
- Floculación: se realiza en los canales de floculación con pantallas y flujo vertical.
- Sedimentación: cuenta con unidades de sedimentadores laminares de placas inclinadas.
- Filtración: se dispone de filtros de gravedad y con lecho de arena.
- Desinfección: se realiza la precloración y poscloración del agua.

La diferencia de alturas de la planta de tratamiento hace que esta funcione por gravedad, aprovechando la energía potencial

del agua y evitando la instalación de equipos electromecánicos, de uso común para la tecnología de potabilización. Comprende los siguientes procesos:

- La mezcla rápida del coagulante se hace aprovechando el resalto hidráulico de los canales Parshall, sin mezcladores de alta velocidad con accionamiento eléctrico.
- La floculación se realiza de manera hidráulica en canales con adecuada gradiente de velocidad, sin agitadores lentos para floculación con accionamiento eléctrico.
- El retrolavado de los filtros de arena se hace manteniendo un tirante de agua filtrada en el canal aguas debajo de los mismos filtros, suficiente para la operación de lavado a una velocidad apropiada sin bombas ni sopladores de aire con motores eléctricos de alta potencia.

(Chulluncuy, 2011)

2.2.5.1. Reservorio

Los reservorios o tanques se dividen en superficiales y elevados y también tienen las siguientes funciones, proporcionar presión a la red de distribución, por lo que su localización debe ser generalmente en una parte alta con lo que garantiza una buena carga hidráulica, a su vez como una función adicional, en él se inyecta gas cloro o se le adiciona al agua pastillas de hipoclorito para desinfectarla.

La capacidad del tanque de regularización, se obtiene por medio de gasto máximo diario multiplicado por el coeficiente de regularización, por lo que en las grandes localidades es a veces necesario construir varios tanques con la finalidad de tener el volumen requerido, y a su vez, en sitios de topografía accidentada disminuir presiones en la red.

Para localidades pequeñas el volumen del tanque se calculará para el consumo de la población únicamente, en localidades mayores y turísticas se deberá considerar un volumen adicional para proporcionar el servicio a la población flotante, agua para combatir incendios, etc.

Por lo que respecta a fontanería, los tanques deben tener: un tubo de alimentación cuyo diámetro generalmente es el de la línea de conducción, un tubo de desagüe o limpieza, un tubo de demasías y un tubo de salida que llevará el agua hacia la red, adicionalmente contarán con válvulas de flotador, retención, seccionamiento, etc. También contarán con tubos de ventilación para evitar la proliferación de bacterias, entradas en la losa-tapa, para poder vigilar y darle mantenimiento de limpieza. Para efectuar esto último se deberá contar con un by pass que permita el paso del agua a la red sin interrupción del servicio por las labores de limpieza en el tanque. (Jiménez, 2004)

2.2.5.1.1. Tanque Superficial

Estos depósitos se construyen, enterrados, semienterrados o sobre la superficie del terreno y pueden ser de mampostería, de piedra o concreto reforzado, revistiéndose en ambos casos con un mortero impermeabilizante o adicionarle al concreto un aditivo impermeabilizante integral. Deberán ser techados para evitar la contaminación del agua con cuerpos extraños.

En cuanto a sus dimensiones, sus capacidades son muy variadas, ya que pueden ir desde 5 hasta 50,000 m³ el tirante de agua generalmente se recomienda que esté entre los 2 y 5 m para los de

concreto, y en el caso de los de mampostería el tirante será de 1 a 3 m. (Jiménez, 2004)

2.2.5.1.2. Tanque Elevado

Cuando la topografía del lugar es plana y no exista una elevación natural, se deberá construir un tanque elevado. Su altura varía desde los 3 hasta los 20 m y el material con que se construya puede ser concreto o acero. (Jiménez, 2004)

2.2.6. Línea de Alimentación

La “línea de alimentación” es el conjunto de tuberías por medio de las cuales se lleva el agua desde el tanque hasta la red de distribución. Como en algunas horas del día el consumo de agua adquiere valores mayores al de la aportación, el diámetro de esta línea se calcula utilizando el gasto máximo horario y su diseño es semejante al de la línea de conducción. (Jiménez, 2004)

2.2.7. Red de Distribución

Este sistema de tuberías tiene la función de poner el agua a disposición de todos los habitantes de la población con las siguientes características.

- Agua en cantidad suficiente
- El agua debe ser potable (calidad adecuada)
- Las presiones o cargas disponibles en cualquier punto de la red deben estar entre 1.5 y 5 kg/cm² (15 a 50 metros columna de agua) en localidades pequeñas la presión mínima puede ser de 1 kg/cm² (10 mca).

El trazo de la red de distribución puede ser de dos formas principalmente que son: red abierta o sistema ramificado, y circuito o sistema en malla; en algunos casos puede ser la combinación de las dos.

El sistema más común, adecuado y recomendable es de malla o circuito y sus componentes son las tuberías primarias o de circuito que serán las de mayor diámetro y las tuberías secundarias o de relleno que estarán conectadas a las tuberías principales.

Para definir el trazo de la red, la topografía de la localidad en su expresión planimétrica es determinante. (Jiménez, 2004)

2.3. Marco Conceptual

Agua

Líquido elemento incoloro, inodoro e insípido, se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂ O).

Agua Potable

El agua potable es una de las más consumidas en la Tierra, esta agua se caracteriza porque ha sido tratada tanto física como químicamente con un fin de garantizar su óptimo consumo humano. El agua potable es apta y no cuenta con sedimentos contaminantes que causen enfermedades para una población, además el agua potable es aceptada y la más adecuada para todos los usos, ya sean domésticos o de uso personal.

Abastecimiento de Agua Potable

Sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar el agua potable hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa.

Fuente de Agua

Recurso natural superficial o subterráneo, pueden ser ríos, quebradas, o aguas subterráneas. Una fuente de agua sirve para el aprovechamiento del líquido elemento para su posterior potabilización y distribución.

Toma de Agua

Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente, que va hasta la captación.

Captación

Técnica de recolección y almacenamiento de agua, estas técnicas se realizan en donde se ubica la fuente de agua.

Línea de Conducción

Tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta de tratamiento.

Planta de Tratamiento

Es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

Coagulación

Procedimiento en el cual se añade un coagulante al agua fuente para crear una atracción entre las partículas en suspensión. La mezcla se agita lentamente para inducir la agrupación de partículas entre sí para formar "flóculos".

Floculación

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Sedimentación

La sedimentación o decantación consiste en la separación, por la acción de la gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua y no pueden retenerse en las unidades de pretratamiento, por su finura o densidad, ni pueden separarse por flotación.

Desinfección

La desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento del agua.

Almacenamiento de Agua Potable

El almacenamiento de agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo, y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia.

Red de Distribución

Es el grupo de instalaciones de abastecimiento para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

2.4. Hipótesis

Proponer un diseño de sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento del líquido elemento a los habitantes del distrito de Cutervo.

2.5. Variables e Indicadores

2.5.1. Variable Independiente

Línea de Conducción.

Planta de Tratamiento.

2.5.2. Variable Dependiente

Abastecimiento de agua potable.

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla N° 1*Operacionalización de 1ra variable independiente*

Variable independiente: Línea de conducción.			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de investigación
.....	- Caudal	- m ³	- Caudalómetro
	- Presión	- Metros de columna de agua	- Analítico

Tabla N° 2*Operacionalización de 2da variable independiente*

Variable independiente: Planta de tratamiento			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de investigación
.....	- Volumen	- m ³	- Caudalómetro, sistema Parshall.
	- Purificación del agua	- Ph.	- Peachímetro

Tabla N° 3*Operacionalización de variable dependiente*

Variable dependiente: Abastecimiento de agua potable.			
Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Instrumento de investigación
.....	- Caudal	- m ³	- Caudalómetro.
	- Pureza del agua	- Ph.	- Peachímetro
	- Escherichia Coli	- Partes por millón	- Analítico/Lab.

III. METOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de Investigación

Aplicada.

3.2. Población y Muestra del Estudio

3.2.1. Población – Muestra

Por el contexto en que se desarrolla la investigación, la población pasará a ser la muestra a considerar, por ser un trabajo de población-muestra.

3.3. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es de campo.

-) Cálculo de los caudales del sistema en estudio donde se utilizará Hazen Williams – Manning para su cálculo, con procedimientos estadísticos, durante el periodo de abastecimiento para evitar la deficiencia.
-) Levantamiento topográfico: Se realizarán las mediciones con estación total en la zona de estudio.

3.4. Técnicas de Recolección de Datos

Se realizará la recolección de información para el presente estudio mediante las fuentes informativas de la entidad competente como lo es la Municipalidad Provincial de Cutervo, con el fin de recopilar datos sobre la situación actual para luego realizar el diagnóstico y asegurar la presente investigación, con la toma de datos como registro y el procesamiento de los mismos.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

Se clasificará la información además de tabular, ponderar e interpretar todos los datos obtenidos para lo cual se hará el uso de la herramienta del sistema informático que se crea conveniente que permitirá evaluar el comportamiento de las variables y luego realizar el análisis que serán presentados en cuadros y gráficos.

Por decir, se aplicarán los softwares:

-) MS Word: Procesador de datos.
-) MS Excel: Procesador de datos.
-) WaterCAD: Análisis, modelación y gestión de redes.
-) Google Earth: Localización.
-) AutoCAD : Elaboración de planos.
-) Civil 3D: Elaboración de curvas de nivel.

3.5.1. Descripción del Sistema Existente

Actualmente el sistema de agua potable se encuentra abastecido por un reservorio que es alimentado de una planta de tratamiento, la misma que es alimentada por una captación superficial que se encuentra en el caserío de Angurra a través de una línea de conducción. La red de distribución de agua potable que abastece al distrito de Cutervo presentan diámetros de tubería desde las 2" de diámetro hasta 6" de diámetro; siendo el 70%, de las tuberías de las redes de asbesto-cemento, y un 30% son de PVCU (policloruro de vinilo unión flexible); ocasionando así las tuberías de asbesto – cemento enfermedades gastrointestinales dentro de la población.

El sistema de agua potable no llega a satisfacer en gran medida a la población cutervina; debido a que las presiones que presenta el sistema son relativamente bajas e insuficientes (presiones de 2 m columna de agua); puesto que según la norma establece que la presión mínima sea de 10 m columna de agua.

La mayoría de viviendas del distrito de Cutervo no cuentan con medidores de agua, originándose así la falta de micromedición de consumo de cada vivienda; la inclusión de estos medidores permitirá verificar y ajustar datos certeros de la dotación de agua que consume cada vivienda y habitante que vive dentro de ella.

Por otro lado, el sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Cutervo no presenta una macromedición, es decir,

que no existe un control adecuado del caudal producido, volumen producido; ya que esta macromedición permitirá controlar y verificar el volumen producido antes de ingresar a la Planta de Tratamiento. Lo mismo ocurre a la salida del reservorio ya que es imposible conocer el caudal que se suministrará a la totalidad de la población

3.5.2. Parámetros de Diseño

3.5.2.1. Periodo de Diseño

El periodo de diseño se determina considerando los siguientes factores:

-) Vida útil de las estructuras y equipos.
-) Vulnerabilidad de la estructura sanitaria.
-) Crecimiento poblacional.
-) Economía de escala.

Es por ello que se elegirá el periodo de diseño en base al componente de diseño.

Tabla N° 4

Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

Estructura	Periodo de Diseño
✓ Fuente de abastecimiento.	20 años
✓ Obra de captación.	20 años
✓ Pozos.	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP).	20 años
✓ Reservorio.	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución.	20 años
✓ Estación de bombeo.	20 años
✓ Equipos de bombeo.	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable).	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda

3.5.2.2. Áreas y Densidades

3.5.2.2.1. Área Actual

El área que actualmente abarca el proyecto es de 197.68 Has.

3.5.2.2.2. Densidad Actual

Al dividir la población actual (2020) entre el área actual del proyecto, tendremos la densidad actual de la población, la cual es:

$$D = \frac{P}{\text{Área}} = \frac{18,619}{197.68} = 94.18 \frac{\text{ha}}{H}$$

3.5.2.2.3. Densidad Futura

Al carecer de un plan regulador, tendremos que establecer una densidad futura máxima, basándonos en los siguientes factores:

-) Disponibilidad de área para la expansión de los habitantes de la zona de estudio.
-) Precio de la tierra.
-) Disponibilidad de tierras agrícolas, de acuerdo a esto se aumenta o disminuye la densidad para no disminuir la producción de estas tierras.
-) Disponibilidad de establecer servicios públicos.

Para el cálculo de la densidad futura, deberemos tener alguna densidad ya estipulada, para tener una idea de fluctuación que presenta esta densidad y poder fijar una densidad máxima para nuestra zona de estudio.

Las densidades estipuladas son:

-) Para ciudades con casas de 1 piso: 128 habitantes/Ha.
-) Para ciudades con casas de 2 pisos: 256 habitantes/Ha.

Para nuestro caso, fijamos que la máxima densidad será de 200 hab/Ha.

3.5.2.2.4. Cálculo del Área Futura

Dado que la densidad actual es baja, el aumento de la población aumentará con solo aumentar el valor de la densidad.

Al dividir la población futura (2040) y el área actual, se obtiene la densidad futura, la cual será:

$$D = \frac{P_{\text{futura}}}{\text{Área}} = \frac{19,729}{197.68} = 99.80 \frac{\text{ha}}{\text{H}}$$

3.5.2.2.5. Población de Diseño

Para determinar el método de cálculo para la proyección poblacional urbana, se optó por realizar esta estimación a través del **método geométrico** por lo cual se usará este método para el cálculo de la proyección poblacional. Para lo cual usaremos la siguiente fórmula:

$$P = P_0 * (1 + r)^{(t-t_0)}$$

Donde:

Pf: Población futura

Po: Población actual

r: Razón de crecimiento

t: Tiempo en el que se calcula la población

to: Tiempo inicial

3.5.2.3. Tasa de Crecimiento

Para la determinación de la tasa de crecimiento de la zona de influencia (Cutervo) se utilizó la data del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) obtenida del portal web, mostrándose a continuación:

Tabla N° 5*Tasa de Crecimiento*

País	Departamento	Provincia	Distrito	Tema	Sub tema	Descripción	Clase	Total	Área Urbana	Área Rural
							Medidas	Valor	Valor	Valor
Perú	Cajamarca	Cutervo	Cutervo	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		0.29	-	-
				Hogar	General	Promedio de personas por hogar		4.26	3.97	4.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Asumiéndose así una tasa de crecimiento poblacional de **0.29 %**, este crecimiento es anualmente. Siendo INEI una fuente muy confiable, se optará por este TCP para los cálculos.

3.5.2.4. Densidad Poblacional

La densidad poblacional es un valor muy importante dentro del cálculo de caudales ya que representa la cantidad de habitantes que existen por vivienda, y es el punto de partida de la población que existe actualmente. Debido a la importancia del parámetro mencionado el presente informe se basa en los datos considerados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) obtenida del portal web mostrándose a continuación:

Tabla N° 6*Densidad poblacional*

País	Departamento	Provincia	Distrito	Tema	Sub tema	Descripción	Clase	Total	Área Urbana	Área Rural
							Medidas	Valor	Valor	Valor
Perú	Cajamarca	Cutervo	Cutervo	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		0.29	-	-
				Hogar	General	Promedio de personas por hogar		4.26	3.97	4.4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Por lo tanto, al ser el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) una fuente confiable, se considera usar una densidad de **3.97 habitantes por vivienda**.

3.5.2.5. Consumos

Para la asignación de consumo se pudo determinar a través de los siguientes parámetros, dentro de los cuales se encuentra el distrito beneficiado, el cual se muestra a continuación:

- a) Lotes hasta 120 m²: 120 lt/hab/día.
- b) Lotes mayores a 120 m²: 200 lt/hab/día.

Además, dentro del proyecto se presentan suelos de distintos usos que poseerán determinadas dotaciones, domésticas y no domésticas, los cuales se muestran a continuación:

3.5.2.5.1. Dotación Doméstica

Tabla N° 7

Dotaciones domésticas

Dotación según tipo de opción tecnológica (lt/hab/día)		
Región	Sistema con conex	Lotes 90 m ²
Clima templado	220	150
Clima frío	180	120
Clima cálido	220	150

Fuente: RNE DS 011-2006 VIVIENDA

3.5.2.5.2. Dotación No Doméstica

3.5.2.5.2.1. Contribución de Instituciones Educativas

Tabla N° 8

Contribución de Instituciones Educativas

Contribución de instituciones educativas					
Cant.	Descrip.	N° alum	Hrs de consumo	Dotac. (lt/per/d)	Q con. (lt/s)
19	IE Inicial - Prim	46	12	20	0.101
4	IE Secundario	500	12	25	0.289
3	Nivel Superior	667	12	25	0.289
Consumo Total					0.390

Fuente: RM – 192 -2018

Descripción	Dotación (lt/alumno.día)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.5.2.2. Contribución de losas y campos deportivos – plaza de toros

Tabla N° 9

Contribución de Losas y Campos Deportivos – Plaza Toros

Contribución de losas y C. Deport. – Plaza de Toros					
Cant.	Descrip.	N° Esp.	Hrs de consu.	Dotac. (lt/esp/d)	Q con. (lt/s)
3	Losas	20	10	1	0.000
2	Estadio y plaza toros	7500	10	1	0.072
Consumo Total					0.072

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3L por asiento
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30L por asiento
Estadios, autódromos, plazas de toros y similares	1L por espectador

Fuente: RNE DS-011-2006 VIVIENDA > 2000 hab

3.5.2.5.2.3. Contribución de Parques de Atracción y Áreas Verdes

Tabla N° 10

Contribución de Parques de Atracción y Áreas Verdes

Contribución de losas y Centros deportivos – Plaza de Toros					
Cant.	Descrip.	Área (m ²)	Hrs de consu.	Dotac. (lt/m ² /d)	Q con. (lt/s)
1	ÁREA 1	7000	6	2	0.041
Consumo Total					0.041

u) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 lt/d por m². No se requerirá incluir en áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

Fuente: RNE DS-011-2006 VIVIENDA > 2000 hab

3.5.2.5.2.4. Contribución de Hospitales, Clínicas y Postas Médicas

Tabla N° 11

Contribución de Hospitales, Clínicas y Postas Médicas

Contribución de clínicas, Posta médica y Hospitales					
Cant.	Descrip.	N° cama	Hrs de consu.	Dotac. (lt/cam/d)	Q con. (lt/s)
1	Hospital	45	45	600	0.313
1	Clínicas	10	10	600	0.069
Consumo Total					0.382

Local de Salud	Dotación
Hospitales y Clínicas de hospitalización	600L/d por cama
Consultorios médicos	500L/d por consultorio
Clínicas dentales	1000L/d por Und dental

Fuente: RNE DS-011-2006 VIVIENDA > 2000 hab

3.5.2.5.2.5. Contribución de Oficinas y Similares

Tabla N° 12

Contribución de Oficinas y Similares

Contribución de oficinas y similares					
Cant.	Descrip.	Área (m²)	Hrs de consu.	Dotac. (lt/m²/d)	Q con. (lt/s)
3	Local Comunal	90	8	6	0.006
Consumo Total					0.006

I) La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6L/d por m² de área útil del local

Fuente: RNE DS-011-2006 VIVIENDA > 2000 hab

3.5.2.5.2.6. Contribución de Iglesias, Capillas y Similares.

Tabla N° 13

Contribución de Iglesias, Capillas y Similares

Contribución de Iglesia, Capillas y similares					
Cant.	Descrip.	N° Asientos	Hrs de consumo	Dotac. (lt/asie/d)	Q con. (lt/s)
1	Iglesia I	500	2	3	0.001
2	Iglesia II	50	2	3	0.000
Consumo Total					0.001

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3L por asiento
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30L por asiento
Estadios, autódromos, plazas de toros y similares	1L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1L por espectador más la dot. para animales

Fuente: RNE DS-011-2006 VIVIENDA > 2000 hab

3.5.2.5.2.7. Contribución de Restaurantes

Tabla N° 14

Contribución de Restaurantes

Contribución de restaurantes					
Cant.	Descrip.	Área (m ²)	Hrs de Consumo	Dotac. (lt/m ² /d)	Q con. (lt/s)
10	Restaurant	90	24	40	0.417
Consumo Total					0.417

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000
41 a 100	50L por m ²
Más de 100	40L por m ²

Fuente: RNE DS-011-2006 VIV. > 2000 hab

3.5.2.5.2.8. Contribución de Mercados

Tabla N° 15

Contribución de Mercados

Contribución de mercados					
Cant.	Descrip.	Área (m ²)	Hrs de consumo	Dotac. (lt/m ² /d)	Q con. (lt/s)
3	Mercado Mayorista	700	12	15	0.182
Consumo Total					0.182

l) La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m² de área del local. La dotación de agua para locales anexos al mercao, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

Fuente: RNE DS-011-2006 VIV. > 2000 hab

Tabla N° 16*Resumen total de caudal no doméstico*

	Unidades	Consumo
Estatad	34	1.174
Social	6	0.007
Comercial	13	0.599
Industrial	0	0.000
	53	1.780

3.5.2.6. Variaciones de Consumo

Tomando en consideración los parámetros que establece el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la Guía de Orientación para Elaboración de Expedientes Técnicos de Proyectos de Saneamiento para variaciones de consumos diarios y horarios respecto al promedio anual tenemos lo siguiente:

Promedio diario anual	:	100% (K = 1.00)
Promedio máximo diario	:	130% (K = 1.30)
Promedio máximo horario	:	200% (K = 2.00)

3.5.2.7. Caudal de Diseño**3.5.2.7.1. Caudal Promedio**

Se define como el promedio de los consumos diarios durante un año, está expresado en lt/s. Así tenemos:

$$Q = \frac{(D \text{ ó } n * P \text{ ó } n)}{86400}$$

Donde:

Qp :	Caudal promedio diario anual en lt/s
Dot:	Dotación en lt/hab/día
P :	Población de diseño en habitantes (hab)

3.5.2.7.2. Consumo Máximo Diario (Qmd)

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días del año. (Pittman, 1997)

Y se obtendrá de estudios de consumo reales de la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para Qmd se considerará un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual (PNSR, 2017)

$$Q \text{ áx. } d = Q * K_1$$

Para ello se verá el K_1 de acuerdo al cuadro siguiente:

Tabla N° 17

Coficiente K_1

Ítem	Coficiente	Valor
1	Coficiente Máximo Anual de la Demanda Diaria (K_1)	1.3
2	Coficiente Máximo Anual de la Demanda Horaria (K_2)	1.8 a 2.5

3.5.2.7.3. Consumo Máximo Horario (Qmh)

Se define como la hora de máximo consumo (Pittman, 1997). Y se obtendrá de estudios de consumo reales de la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para Qmh se considerará un valor de 1.8 del consumo promedio diario anual, mediante el coeficiente K_2 (PNSR, 2017).

$$Q \text{ áx. } ho = Q * K_2$$

Para ello se verá el K_2 de acuerdo al cuadro siguiente:

Tabla N° 18*Coeficiente K_2*

Ítem	Coeficiente	Valor
1	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Diaria (K_1)	1.3
2	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Horaria (K_2)	1.8 a 2.5

Es por ello que realizando un resumen se determinaron las VARIABLES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA del presente proyecto.

Tabla N° 19*VARIABLES para la determinación de la demanda*

1	Población Actual (hab)
2	Tasa de Crecimiento de la Población (%)
3	Densidad por Lote (hab/viv)
4	Cobertura de Agua Potable (%)
5	Conexiones (N°) según cat. de usuario
6	Micromedición (N°)
7	Consumos Promedio de Agua según cat. de usuario (lt/hab/día), (lt/conex/día)
8	Pérdidas de Agua (%)

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

Debido a que uno de los objetivos específicos es realizar un moderno diseño de reservorio en el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cutervo, lo primero que se hizo fue observar que su capacidad actual de 1500 m³ no abastece suficientemente a toda la población.

Es por lo antes mencionado que se propone el diseño de un reservorio más grande, de 2220 m³ para satisfacer esta necesidad básica.

4.2. Análisis e interpretación de los resultados

4.2.1. Cálculo de la Demanda de Agua

4.2.1.1. Datos de Diseño

Tabla N° 20

Datos de Diseño

Descripción	Cant	Und	Documento sustentatorio
Tasa de Crecimiento	0.29	%	Datos de INEI
Densidad Poblacional	3.97	hab/viv	Estudio de densidad poblacional
Número viviendas domésticas	4,690	viv	Plano catastral
Población Actual	18,619	hab	Cálculo obtenido de la multiplicación del número de viviendas por la densidad poblacional

Tabla N° 21*Información*

Localidad	S. Proy	C. Proy	Fuente
Lotes Totales	4,690	4,970	Catastro
Población Actual	18,619	19,729	
Tasa de Crecimiento Anual Poblacional (%) (1)	0.29	0.29	INEI 2007
Densidad por Lote (hab/lote) (2)	3.97	3.97	INEI 2007
Porcentaje de Pérdidas (3)	20 %	20 %	Norma
Aporte de Aguas Residuales (4)	80 %	80 %	Norma
Conexiones de Agua	4,550	4,970	Invent. Campo
Población Actual con Conexiones de Agua (red pública)	18,064	19,729	

(1) Tomado del Boletín Especial N° 16 – INEI o estudios especializados.

(2) Encuestas socioeconómicas.

(3) Determinado por la Empresa Prestadora - INEI.

(4) Normado por el RNC.

4.2.1.1.1. Criterio Técnico**Tabla N° 22***Criterio Técnico*

Descripción	Dato	Cant	Und	Fuente
% de cobertura	Cobert	97	%	Criterio Técnico
Crecimiento Estatal	Ce	1.50	%	Criterio Técnico
Crecimiento Social	Cs	1.50	%	Criterio Técnico
Crecimiento Industrial	Ci	0.00	%	Criterio Técnico
Crecimiento Comercial	Cc	1.50	%	Criterio Técnico

4.2.1.1.2. Cuadro de la Demanda de Agua

Tabla N° 23

Cálculo de la demanda de agua

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

AÑO	MÉTODO A UTILIZAR MÉTODO GEOMÉTRICO ▼	COBERTURA (%)		POBLACIÓN ABASTECIDA CON CONEXIÓN (hab)	VIVIENDAS ABASTECIDAS CON CONEXIÓN DOMÉSTICAS (unidades)	CONEXIONES NO DOMÉSTICAS				CONSUMO NO DOMÉSTICO (l/s)				CAUDAL PROMEDIO NETO
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)			ESTATAL	SOCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL	SOCIAL	COMERCIAL	INDUSTRIAL	
2020	18.619	97.0%	3.0%	18.064	4.550	34	6	13	0	43.100	1.174	0.007	0.599	0.000
2021	18.673	100.0%	0.0%	18.673	4.704	35	6	13	0	43.225	1.192	0.007	0.608	0.000
2022	18.727	100.0%	0.0%	18.727	4.717	35	6	13	0	43.351	1.209	0.007	0.617	0.000
2023	18.782	100.0%	0.0%	18.782	4.731	36	6	14	0	43.476	1.228	0.007	0.626	0.000
2024	18.836	100.0%	0.0%	18.836	4.745	36	6	14	0	43.602	1.246	0.007	0.636	0.000
2025	18.891	100.0%	0.0%	18.891	4.758	37	6	14	0	43.729	1.265	0.008	0.645	0.000
2026	18.946	100.0%	0.0%	18.946	4.772	37	7	14	0	43.856	1.284	0.008	0.655	0.000
2027	19.001	100.0%	0.0%	19.001	4.786	38	7	14	0	43.983	1.303	0.008	0.665	0.000
2028	19.056	100.0%	0.0%	19.056	4.800	38	7	15	0	44.110	1.323	0.008	0.675	0.000
2029	19.111	100.0%	0.0%	19.111	4.814	39	7	15	0	44.238	1.342	0.008	0.685	0.000
2030	19.166	100.0%	0.0%	19.166	4.828	39	7	15	0	44.367	1.362	0.008	0.695	0.000
2031	19.222	100.0%	0.0%	19.222	4.842	40	7	15	0	44.495	1.383	0.008	0.706	0.000
2032	19.278	100.0%	0.0%	19.278	4.856	41	7	16	0	44.624	1.404	0.008	0.716	0.000
2033	19.334	100.0%	0.0%	19.334	4.870	41	7	16	0	44.754	1.425	0.008	0.727	0.000
2034	19.390	100.0%	0.0%	19.390	4.884	42	7	16	0	44.883	1.446	0.009	0.738	0.000
2035	19.446	100.0%	0.0%	19.446	4.898	43	8	16	0	45.014	1.468	0.009	0.749	0.000
2036	19.502	100.0%	0.0%	19.502	4.912	43	8	16	0	45.144	1.490	0.009	0.760	0.000
2037	19.559	100.0%	0.0%	19.559	4.927	44	8	17	0	45.275	1.512	0.009	0.772	0.000
2038	19.616	100.0%	0.0%	19.616	4.941	44	8	17	0	45.406	1.535	0.009	0.783	0.000
2039	19.672	100.0%	0.0%	19.672	4.955	45	8	17	0	45.538	1.558	0.009	0.795	0.000
2040	19.729	100.0%	0.0%	19.729	4.970	46	8	18	0	45.670	1.581	0.009	0.807	0.000

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

CONSUMO TOTAL	% PÉRDIDAS (*)	Q PROMEDIO TOTAL (L/S)	VARIACIÓN DE CONSUMO		Q PROMEDIO (L/DIA)	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO (m³)				
			Qmax diario	Q máx horario		VOLUM. REGULA. (m³)	#HORAS DE RESERVA	VOLUM. RESERVA	VOLUM. CONTRA INC.	VOL. TOTAL
			K= 1.30	K= 1.80						
44.880	20.00%	56.100	72.930	106.980	4.847,040.00	1211.760	4.000	807.840	50	2069.600
45.032	20.00%	56.290	73.177	101.322	4.863,456.00	1215.864	4.000	810.576	50	2076.440
45.185	20.00%	56.481	73.425	101.666	4.879,958.40	1219.990	4.000	813.326	50	2083.316
45.337	20.00%	56.672	73.674	102.010	4.896,460.80	1224.115	4.000	816.077	50	2090.192
45.491	20.00%	56.864	73.923	102.355	4.913,049.60	1228.262	4.000	818.842	50	2097.104
45.647	20.00%	57.058	74.175	102.704	4.929,811.20	1232.453	4.000	821.635	50	2104.088
45.802	20.00%	57.253	74.429	103.055	4.946,659.20	1236.665	4.000	824.443	50	2111.108
45.959	20.00%	57.448	74.682	103.406	4.963,507.20	1240.877	4.000	827.251	50	2118.128
46.115	20.00%	57.644	74.937	103.759	4.980,441.60	1245.110	4.000	830.074	50	2125.184
46.273	20.00%	57.842	75.195	104.116	4.997,548.80	1249.387	4.000	832.925	50	2132.312
46.433	20.00%	58.041	75.453	104.474	5.014,742.40	1253.686	4.000	835.790	50	2139.476
46.592	20.00%	58.240	75.712	104.832	5.031,936.00	1257.984	4.000	838.656	50	2146.640
46.752	20.00%	58.440	75.972	105.192	5.049,216.00	1262.304	4.000	841.536	50	2153.840
46.914	20.00%	58.643	76.236	105.557	5.066,755.20	1266.689	4.000	844.459	50	2161.148
47.076	20.00%	58.844	76.497	105.919	5.084,121.60	1271.030	4.000	847.354	50	2168.384
47.239	20.00%	59.049	76.764	106.288	5.101,833.60	1275.458	4.000	850.306	50	2175.764
47.403	20.00%	59.253	77.029	106.655	5.119,459.20	1279.865	4.000	853.243	50	2183.108
47.568	20.00%	59.460	77.298	107.028	5.137,344.00	1284.336	4.000	856.224	50	2190.560
47.733	20.00%	59.666	77.566	107.399	5.155,142.40	1288.786	4.000	859.190	50	2197.976
47.900	20.00%	59.875	77.838	107.775	5.173,200.00	1293.300	4.000	862.200	50	2205.500
48.067	20.00%	60.084	78.109	108.151	5,191,257.60	1297.814	4.000	865.21	50	2213.024

4.2.1.2. Línea de Conducción

La línea de conducción debe diseñarse teniendo en cuenta el caudal máximo diario.

Se ha considerado para su diseño una presión máxima de acuerdo a la tabla de presiones desarrollada en el cálculo hidráulico a través del programa WaterCad para la clase 10, con el fin de asegurar el funcionamiento del sistema.

Se tomará en cuenta que la velocidad mínima en la línea de conducción debe ser de 0.6 m/s y la máxima deberá ser de 3.0 m/s.

Para el caso que se presenta en la presente tesis, en el trazo de la línea se encuentra el siguiente tipo de terreno:

-) Tramo con terreno de tipo normal con presencia de material arcilloso, se usará tubería de PVC. La tubería estará enterrada a una profundidad mínima de 0.50 m con una zanja de 0.40 m, para la cama de apoyo se ha previsto utilizar material propio seleccionado.
-) Tramo con terreno de tipo rocoso, se usará la tubería HDPE, la cual estará expuesta y se fijará con dados de anclaje. En los tramos que sean factible se cubrirá con material seleccionado libre de piedras.

Asimismo de acuerdo al levantamiento topográfico y teniendo en cuenta las elevaciones y depresiones existentes, ha conllevado a proyectar en el trazo de la línea de conducción construcción de 2 pases aéreos (uno de 10 m y el otro de 25 m de longitud); así mismo, también se ha previsto la instalación de 10 válvulas de purga y 10 válvulas de aire automáticas.

4.2.1.2.1. Válvulas de Aire

Las cajas de válvulas de aire en la línea de conducción, deberán ser proyectadas en lugares estratégicos (cotas altas), con el fin de eliminar el aire de las tuberías. Las válvulas de aire para el proyecto serán trifuncional DG – 10 DN ½”, su accionamiento será automático.

La estructura será de concreto armado $f'c = 210$ kg/cm² cuyas dimensiones internas son 0.60m x 0.60m x 0.70m, para el cual se utilizará cemento Portland Tipo I.

Tabla N° 24

Diámetros Válvulas Aire

N°	Diámetros (mm)	Cantidad (und)
VA - 1	80 mm	8

Fuente: Propia

4.2.1.2.2. Válvulas de Purga

Las cajas de válvulas de purga deberán ser proyectadas en los puntos bajos de la línea de conducción, con el fin de eliminar los sedimentos que se acumulen en los diferentes tramos.

La estructura será de concreto armado $f'c = 210$ kg/cm² cuyas dimensiones internas son 0.60m x 0.60m x 0.70m y el dado de concreto simple $f'c = 140$ kg/cm², se utilizará cemento Portland Tipo I.

Tabla N° 25

Diámetros Válvulas Purga

N°	Diámetros (mm)	Cantidad (und)
VP -1	150 mm	8

Fuente: Propia

4.2.1.2.3. Diseño de la Línea de Conducción

Desde la captación hasta la PTAP

Tabla N° 26

Datos básicos de diseños de la Línea de Conducción

Caudal de diseño	78.11 lt/s
Cota de Inicio	2767.900
Cota de Llegada	2748.580
Longitud de línea	7958 m

Fuente: Propia

4.2.1.2.3.1. Dimensionamiento Preliminar

A. Carga Disponible

$H = \text{Cota de inicio} - \text{Cota de descarga} - 2$

$H = 2767.900\text{m} - 2748.580\text{m} - 2$

$H = 17.32\text{m}$

B. Pendiente Disponible

$S = H/L$

$S = 17.32/7958\text{m}$

$S = 0.0022 \text{ m/m}$

C. Selección del material de la tubería

El material será de PVC-U

D. Coeficiente de Rugosidad

$C = 150$

Por ser tubería nueva: Catálogo Pavco.

E. Determinación del Diámetro Teórico de la Tubería.

El diámetro se diseñará para velocidades mínimas de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s.

El diámetro mínimo de la línea de conducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales.

) Para este proyecto el diámetro teórico de la tubería de conducción se determina usando la fórmula de Hazen – Williams.

) Se adopta tubería de PVC U bajo la norma NTP ISO 4422:2011.

) De acuerdo al artículo 5.1.2. inciso e) del RNE, se adopta C= 150.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0.2785 * C * S^{0.5}}}$$

Donde:

Tabla N° 27

Datos para la determinación del diámetro teórico de la tubería

Q=	0.078 m ³ /s
C=	150
H=	17.32
L=	7858 m
S=	0.0022 m/m

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{0.078m^3/s}{0.2785 * 150 * (0.0022m/m)^{0.5}}}$$

$$D = 0.32306 \text{ m}$$

$$D = 323.06 \text{ mm}$$

F. Determinación del Diámetro Comercial

Se selecciona el diámetro comercial que tenga un diámetro interior igual o mayor a: 323.06 mm.

DN=12" con diámetro interior de:
355.00mm

Fuente: PAVCO – CLASE 10

G. Recalculando con el Diámetro comercial para hallar la Pendiente Real

$$S = \frac{0.54 \sqrt{Q}}{\sqrt{0.2785 * C * D^{2.6}}}$$

Donde:

Tabla N° 28

Datos para hallar la pendiente real

Q=	0.078 m ³ /s
C=	150
H=	17.32
L=	7958 m
D=	0.355 m

$$S = \frac{0.54 \sqrt{0.078 \text{ m}^3/\text{s}}}{\sqrt{0.2785 * 150 * (0.355 \text{ m})^{2.6}}}$$

$$S = 0.0014 \text{ m/m}$$

H. Determinación de la Velocidad de Paso

$$V = Q/A$$

Donde:

$$V = \text{m/s}$$

$$Q = 0.078 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; A = 0.10 \text{ m}^2$$

$$V = 0.78 \text{ m/s}; \quad 0.60 \text{ m/s}$$

La velocidad está dentro de lo establecido para que no produzca sedimentación.

I. Cálculo de las Pérdidas de Carga en tuberías y accesorios

$$H_f = h_f(\text{long}) + h_f(\text{acces})$$

Pérdida de carga por longitud de tubería:

$$h_f(\text{longitud}) = L \cdot S$$

$$h_f(\text{longitud}) = 10.94 \text{ m}$$

$$h_f(\text{accesorios}) = K \cdot V^2 / 2g$$

$$h_f(\text{accesorios}) = 1.27 \text{ m}$$

$$H_f = 12.21 \text{ m}$$

J. Cota de Línea Piezométrica

$$CP = CI - H_f$$

$$CP = 2767.900 \text{ m} - 12.21 \text{ m}$$

$$CP = 2755.69 \text{ m}$$

K. Presión Efectiva

$$P = CP - CF$$

$$P = 2755.69 - 2748.580$$

$$P = 7.11 \text{ m.c.a.}$$

4.2.1.2.3.2. Pases Aéreos

A. Diseño de Pase Aéreo L=10m

Tabla N° 29

Datos para el diseño de pase aéreo L = 10m

Datos Para el Diseño			
Longitud del pase aéreo	LP	10	m
Diámetro de la tubería	D _{tub}	3	pul
Material de la tubería	-	HDPE	-
Separación de péndolas	Sp	1	m
Velocidad del viento	Vi	80	km/h
Factor Zona Sísmica	Z	0.45	Zona 4

Datos		
F'c	210	kg/cm ²
F'y	4200	kg/cm ²
Rec. Col.	3	cm
Rec. Zap.	7	cm
Cap. Port. St.	0.4	kg/cm ²
γs Suelo	1700	kg/cm ³
γC' Concreto Armado	2400	kg/cm ³
γC' Concreto Simple	2300	kg/cm ³
Ø	18	°

Flecha del Cable		
Fc 1 = LP/11	0.9	m
Fc 2 = LP/9	1.1	m
Fc	1.2	m

Altura de la Torre de Suspensión		
Altura debajo de la Tub.	0.9	m
Altura Mín. de Tub. Pend.	1.1	m
Altura de Prof. Cimentac.	1.2	m
Altura de Columna	2.8	m

Figura N° 4

Pase aéreo $L = 10m$

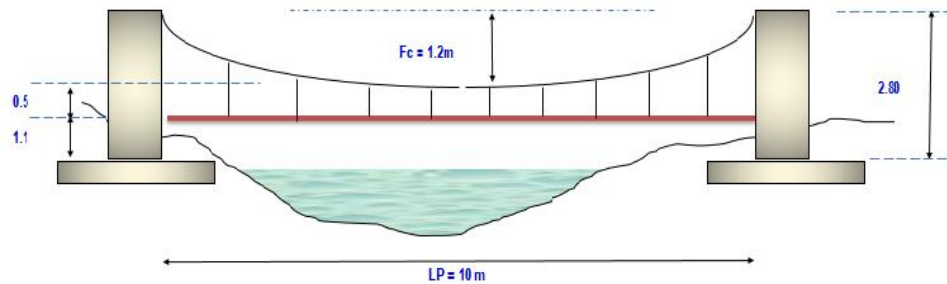


Tabla N° 30

Datos para el diseño de péndolas y cable principal

(P.A. $L=10m$)

A. Diseño de las Péndolas y Cable Principal

Datos Para el Diseño

Carga Muerta (WD)

Peso de tubería	1.46	kg/m
Peso del agua	4.6	kg/m
Peso accesorios (grapas)	5.0	kg/m
WD =	11.0	kg/m

Carga Viva (WL)

Peso de una pers. por tub.		
WL =	15.0	kg/m

Carga de Viento (WV)

Veloc. Viento a 20 m alt.	87.5	kg/m
Presión del viento	45.90	kg/m
WV =	3.50	kg/m

Carga Última (WU)

$0.75*(1.4wd+1.7wl+1.7wv)$	= WU =	36.0	kg/m
----------------------------	---------------	-------------	-------------

Factores de Seguridad

F. S. diseño péndolas	5.0
F. S. diseño cable principal	5.0

Tabla N° 31*Cálculo de las péndolas (P.A. L=10m)*

A.1. Diseño de Péndolas		
Cálculos		
Peso total de la péndola	36.0	kg
F. S. de la tensión (3-5)	5.0	
Tensión de la péndola	0.18	Ton
Cable Tipo Boa (6x19)	1/4	
Tensión a la rotura	2.67	Ton
Cantidad de péndolas	9	Und.

Tabla N° 32*Ecuación de la parábola de las péndolas (P.A. L=10m)*

Ecuación de la Parábola: $y = 4f \cdot x^2/l^2$			
N° Péndolas	Péndola N°	Dist. al centro de la péndola "S"	Long. de la péndola (Yi)m
5	Centro	0.00	0.500
	1	1.00	0.548
	2	2.00	0.692
	3	3.00	0.932
	4	4.00	1.268
	5		
Long. Total			3.44
			6.88

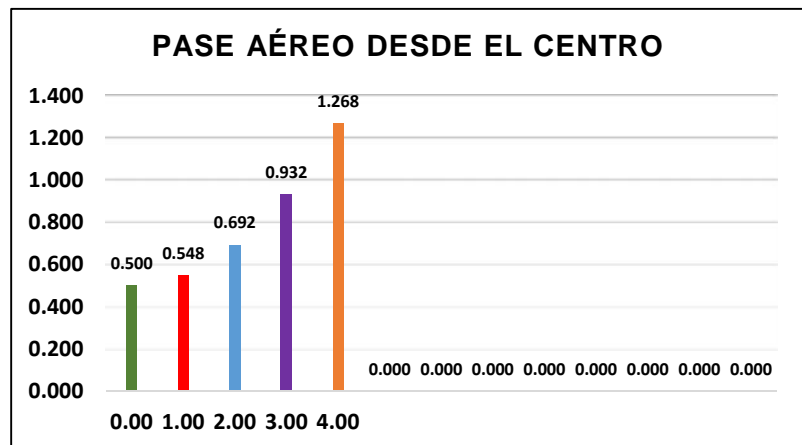
Figura N° 5*Longitud de péndola vs. Distancia al centro de la péndola (P.A. L= 10m)*

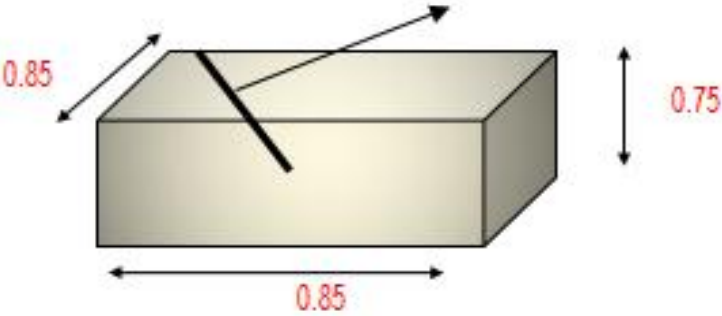
Tabla N° 33

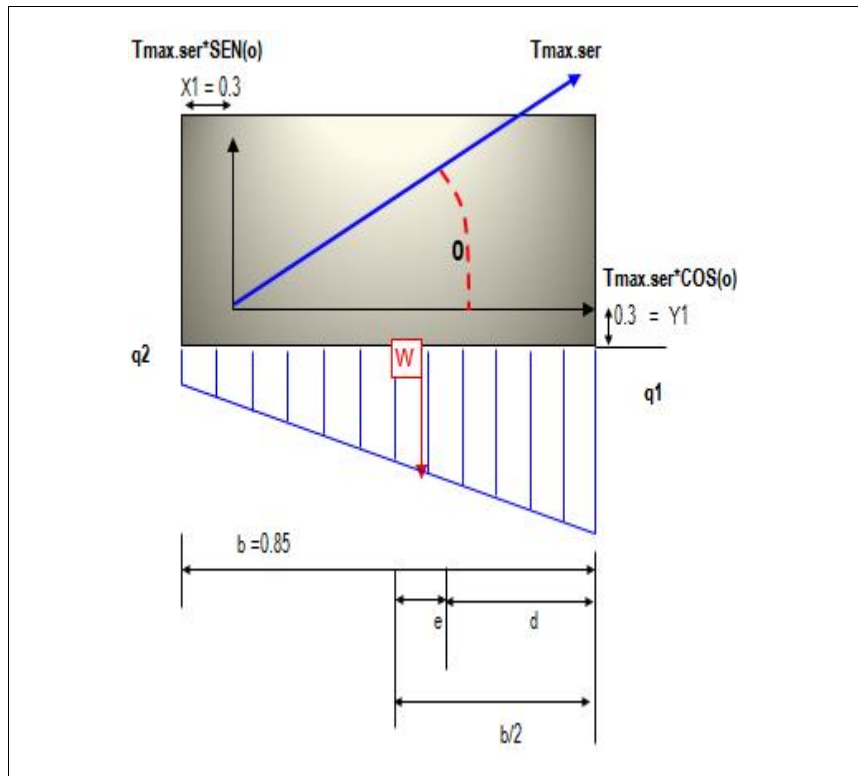
Diseño de cables principales (P.A. L=10m)

A.2. Diseño de Cables Principales			
Cálculos			
Asumimos diámetro	1/2"		
Carga Muerta (WD)			
Carga Muerta péndola	11.0	kg/m	
Peso de cable péndola	0.2	kg/m	
Peso de cable principal	0.7	kg/m	
	WD =	11.9	kg/m
Carga Viva (WL)			
Peso de una pers. por tub.			
	WL =	15.0	kg/m
Carga de Viento (WV)			
	WV =	3.50	kg/m
Carga Última (WU)			
$0.75 \cdot (1.4w_d + 1.7w_l + 1.7w_v)$	WU =	37.0	kg/m
Tensiones			
Tensión Horizontal (TH)	$\frac{(U^2)}{8d}$	385.42	kg
Tensión Máx. Serv. (T)	$T \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}}$	427.5	kg
Tensión Vertical (TV)	$\sqrt{T^2 + TH^2}$	575.6	kg
Diseño de Cable			
F. S. a la tensión (2-5)		5	
T_{máx.rot} = T_{máx.ser} x Fs		2.1	Ton
Se adopta cable de 1/2"	$2.1 < 12.6$	OK!	
Tipo Boa (6x19)			

Tabla N° 34

Diseño de la cámara de anclaje (P.A. L=10m)

B. Diseño de la Cámara de Anclaje		
Cálculos		
Capacidad portante admi.	0.4	kg/cm ²
Peso unitario del terreno	1700.0	kg/cm ³
Calidad del concreto	175.0	kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	18.0	°
Ángulo de salida del cable	45.0	°
		
<p>Et (Empuje del estrato de tierra)</p> $Et = Pu \cdot h^2 \cdot \text{prof} \cdot (\text{Tan}(45 - \phi/2))^2 / 2$ <p>Et = 0.2</p>		
Tmáx.ser*SEN(o)	0.30	ton.m
Tmáx.ser*COS(o)	0.30	ton.m
<p>Wp (Peso propio de la cámara de anclaje)</p> $Wp = Pu \text{ concreto} \cdot h \cdot b \cdot \text{prof}$ <p>Wp = 1.2 ton</p>		



$$b/2 = d + e$$

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

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

$$d = (Wp \cdot b/2 - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha) \cdot X1 - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{COS}(\alpha) \cdot Y1) / (Wp - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha))$$

$$d = 0.369$$

$$\mathbf{d = 0.4 \text{ m}}$$

e (excentricidad de la resultante de fuerzas)

$$\mathbf{e = 0.056} < \mathbf{b/3 = 0.3} \quad \mathbf{OK!}$$

q (presión con que actúa la estruct. en terreno)

$$q = (F_{\text{zas. vert.}} / \text{área}) \cdot [1 \pm 6 \cdot (e/b)]$$

$$q1 = [(Wp - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha)) / (b \cdot \text{prof})] \cdot [1 + 6 \cdot (e/b)]$$

$$\mathbf{q1 = 0.2067} < \mathbf{0.4} \quad \mathbf{OK!}$$

$$q2 = [(Wp - T_{\max.\text{ser}} \cdot \text{SEN}(\alpha)) / (b \cdot \text{prof})] \cdot [1 - 6 \cdot (e/b)]$$

$$\mathbf{q2 = 0.0895} < \mathbf{0.4} \quad \mathbf{OK!}$$

Análisis de los Factores de Seguridad

F.S.D. (Factor de Seguridad al Deslizamiento)

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

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

$$\mathbf{F.S.D. = 2.3 > 1.75 \quad OK!}$$

F.S.V. (Factor de Seguridad al Volteo)

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

$$F.S.V. = (Wp*b/2) / [(Tmáx.ser*SEN(o)*X1) + (Tmáx.ser*COS(o)*Y1)]$$

$$\mathbf{F.S.V. = 2.9 > 2 \quad OK!}$$

Tabla N° 35

Cálculos de cimentación (P.A. L=10m)

C. Cimentación

Dimensionamiento

Cálculos

Sobrecarga piso.	150.00	kg/m ²
Profundidad de desplante	1.00	m
Diám. de acero columna	5/8	"
Cálculo del peralte (Ld)	14.49	cm
$Ld = 0.08 * db * fy / f'c$		
Altura de zapata teórica	22.12	cm
Altura de zap. asum. (hc)	0.40	m
ht	0.60	m
Cálc. pres. de suelo (qm)	0.36	kg/cm ²
$qm = qa - gt * ht - gc * hc - s/c$		
Tension vert. TH*Sen (0)	385.4166667	kg
Peso de la columna	604.80	kg
P. sobre la columna (Ps)	990.22	kg

Cálculo de Área de Zapata

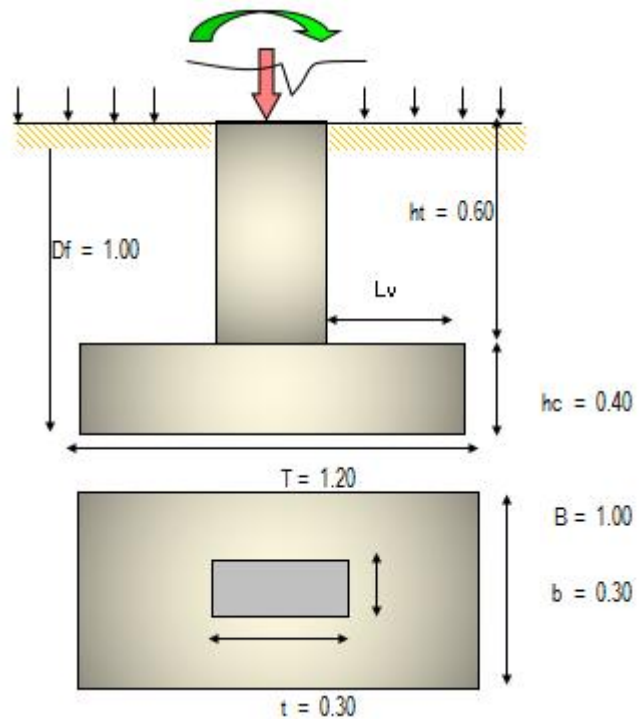
$$A'z = \frac{Ps}{qm} \quad 2750.60 \quad \text{cm}^2$$

$$T = Az^{0.5} + \frac{(t - b)}{2} \quad 52.00 \quad \text{cm}$$

$$B = Az^{0.5} - \frac{(t - b)}{2} \quad 52.00 \quad \text{Cm}$$

Dimensiones a usar

T =	120.00	cm
B =	100.00	cm



Verificación por Corte (Ø = 0.85)

Cálculos

Verif. de la reacción

amplificada (q_m) 0.12 kg/m²

$$q_m = P_u / A_z$$

Por Flexión

Diám. de Acero Zapata 1/2 "

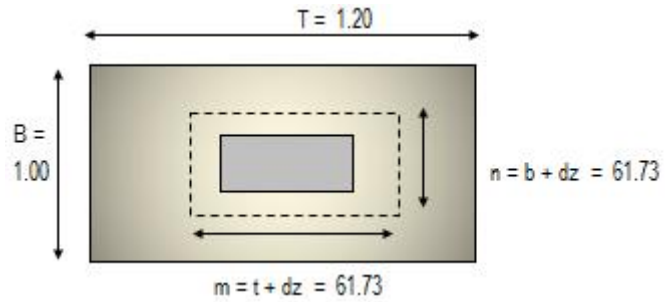
Peralte de Zapata 31.73 cm

$L_v = (T - t) / 2$ 45.00 cm

$V_u = q_m * B * (L_v - dz)$ 3.52

$V_c = 0.53 * f'_c * B_x * dz$ 24.37

V_u **Øvc** **OK!**



Por Punsionamiento

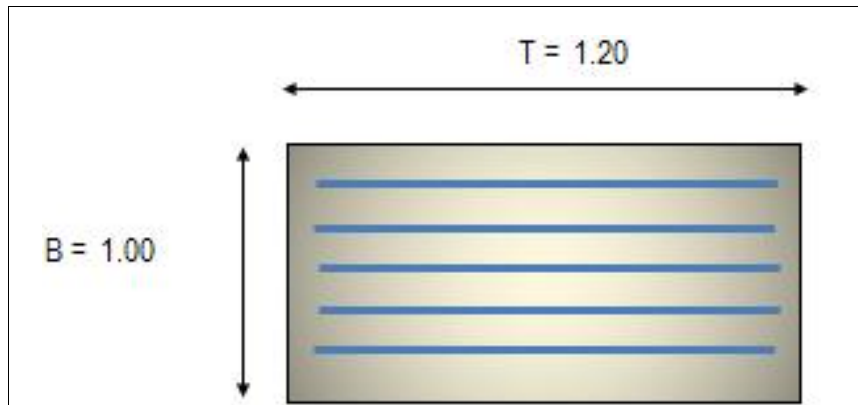
$V_u = P_u - q_{mu} * m * n$	946.08	kg
$b_o = 2 * m + 2 * dz$	246.92	cm
$b_c = t / b$	1.00	
$V_c = 0.27 * (2 + 4 / b_c) * f'c * b_o * dz$	183,929.34	kg
$\phi v_c =$	156,339.94	
$V_c = 1.1 * f'c * b_o * dz$	124,890.29	kg
$\phi v_c =$	106,156.75	
V_u	ϕv_c	OK!

Cálculo del Refuerzo ($\phi = 0.90$)

Dirección Longitudinal

Cálculos

$L_v = (T - t) / 2$	45.00	cm
$M_u = q_{mu} * B * L_v^2 / 2$	11,696.93	kg-cm
B	100.00	cm
d	31.73	cm
a (asumido)	0.02	cm
$A_s = M_u / (\phi * f_y * (dz - a / 2))$	0.10	cm ²
$a = A_s * f_y / (0.85 * f'c * B)$	0.02	cm
A_s	0.10	cm ²
$A_s \text{ mín.} = 0.0018 * B * d$	5.71	cm ²
A_s Longitudinal	5.71	cm²



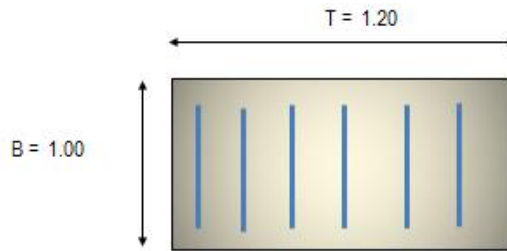
As mín > As; Usar As mín

Diám. Ø (pulg)	Área As (cm ²)	Núm. de varillas	Separación (cm)	Á. Total As (cm ²)
1/2	1.27	6	15.00	7.62

Dirección Transversal

Cálculos

$L_v = (B - b) / 2$	35.00	cm
$M_u = q\mu * T * L_v^2 / 2$	8,491.11	kg-cm
T	120.00	cm
d	31.73	cm
a (asumido)	0.01	cm
$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d_z - a/2))$	0.07	cm ²
$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * T)$	0.01	cm
A _s	0.07	cm ²
A _s mín. = 0.0018 * T * d	6.85	cm ²
A_s Transversal	6.85	cm²



As mín > As; Usar As mín

Diám. Ø (pulg)	Área As (cm ²)	Núm. de varillas	Separación (cm)	Á. Total As (cm ²)
1/2	1.27	6	20.00	7.62

Verific. de la Conexión Columna – Zapata (Ø = 0.70)

Cálculos

Resist. Al Aplastamiento sobre la Columna

$P_u = (1.4 * PD + 1.7PL)$	1,386.30	kg
$P_n = P_u / \phi$	1,980.43	kg
$A_c = t * b$	900.00	cm ²
$P_{nb} = 0.85 * f'_c * A_c$	160,650	kg
$P_n < P_{nb}$ CONFORME!		

Resist. en el Concreto de la Cimentación

$P_u = (1.4 * PD + 1.7PL)$	1,386.30	kg
$P_n = P_u / \phi$	1,980.43	kg
$A_2 = T^2 * b / t$	10'800,000.00	cm ²
$A_o = (A_2 / A_c) * A_c$	109.54	xAc
$A_o \leq 2 * A_{c_o}$	2.00	Ac
$P_{nb} = 0.85 * f'_c * A_o$	321,300.00	kg
$P_n < P_{nb}$ CONFORME!		

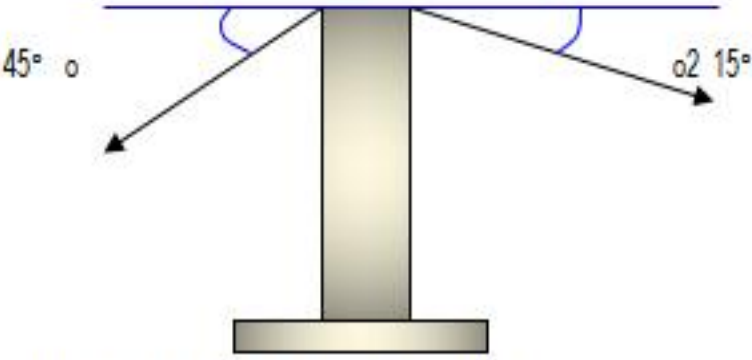
Refuerzo Adicional Mínimo

$A_s = (P_u - \phi P_n) / \phi f_y$	0.00	cm ²
$A_{s \text{ min}} = 0.005 * A_c$	4.50	cm ²
Asc = área de acero de la columna Asc = 4Ø 1/2"	5.16	cm ²

No existe problemas de aplastamiento en la unión columna - zapata y no requiere refuerzo adicional para la transmisión de cargas de un elemento a otro

Tabla N° 36*Diseño de la torre de suspensión (P.A. L= 10m)*

D. Diseño de la Torre de Suspensión			
Cálculo de las Fzas. Sísmicas por Reglamento			
Factor de importancia	U	1.50	-
Factor de suelo	S	1.10	-
Coefficiente sísmico	C	2.50	-
Factor de ductilidad	Rd	8.00	-
Factor de zona	Z	0.45	-
Ángulo salida del cable torre - cámara	α	45.0	°
Ángulo salida del cable torre - puente	α_2	15.0	°



(valor de comparacion = $\arctan(2^*F_c/LP)$)

Tabla N° 37

Dimensionamiento del torreón (P.A. L=10m)

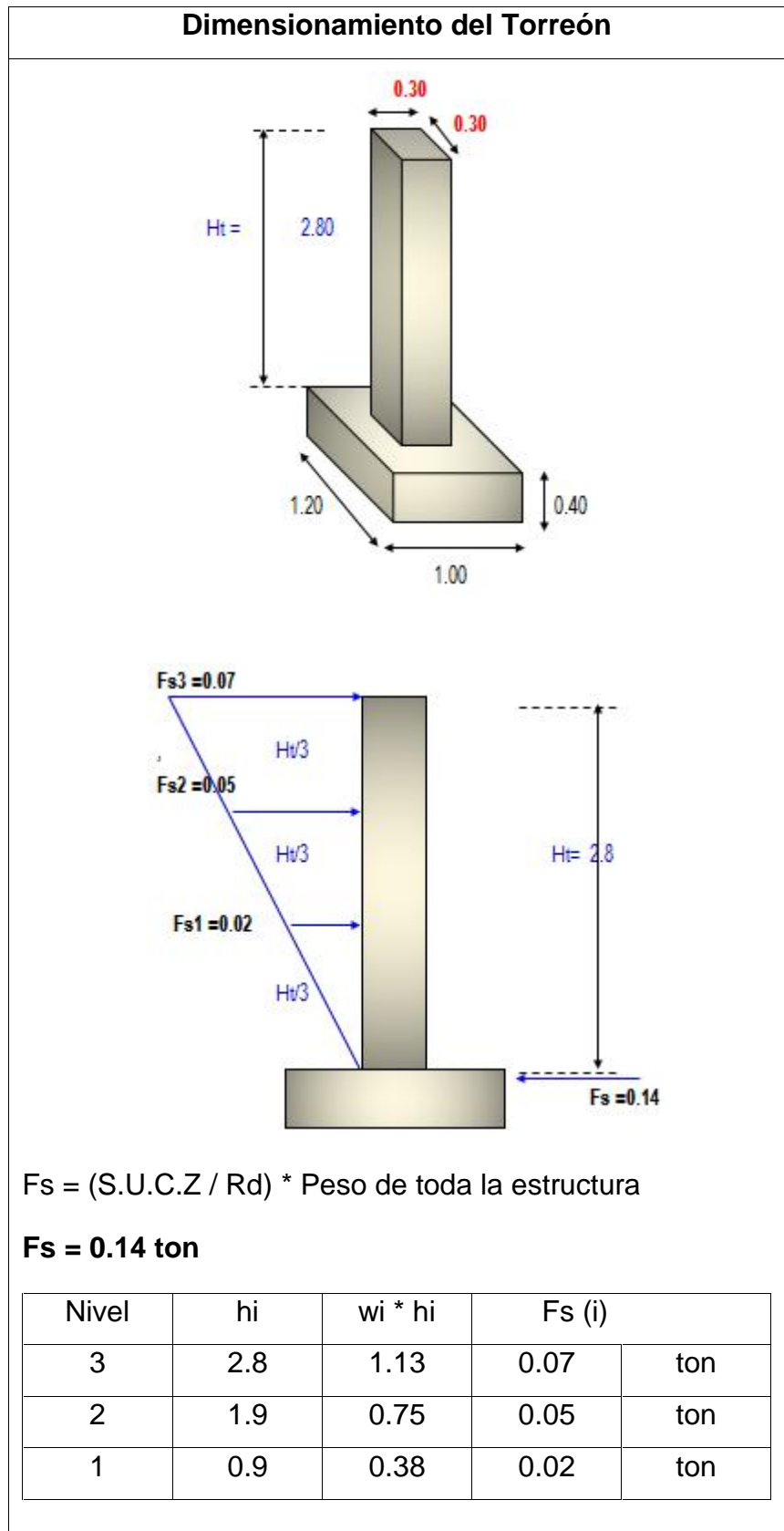


Tabla N° 38

Análisis de Estabilidad del torreón (P.A. L= 10m)

Análisis de Estabilidad		
Tmax.ser*SEN(o2)	0.1	ton-m
Tmax.ser*COS(o2)	0.4	ton-m
Tmax.ser*SEN(o)	0.3	ton-m
Tmax.ser*COS(o)	0.3	ton-m
Wp (p. propio de la torre-zapata)		
Wp = P.u concreto * vol. Total	0.6	ton
Wz (peso de la zapata)	1.2	ton
$b/2 = d + e$ $e = b/2 - d < b/3$ $d = (\text{de momentos}) / (\text{de fuerzas verticales})$ $d = [(Wp * 2b/3 + Wz * b/2 + Tmax.ser * SEN(o2) * 2b/3 + Tmax.ser * SEN(o) * 2b/3 - (Tmax.ser * COS(o2) - Tmax.ser * COS(o)) * (H + hz) - Fs3 * (H + hz) - Fs2 * 2$		

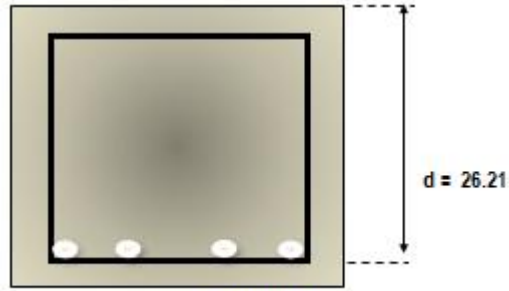
$\frac{*(H+hz) /3-Fs1*(H+hz) /3]}{[Wp+Wz+Tmax.ser*SEN(o)+Tmax.ser*SEN(o2)]}$			
d =	0.4	m	
e (excentricidad result. de Fzas) e = 0.237	<	b/3 = 0.4	OK!
<p>q (presión con que actúa la estructura sobre el terreno)</p> <p>$q = (Fzas. vert. /Área) *(1+6*e/b)$</p> <p>$q1 = [(Wp + Wz+Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) / (b*prof)]*(1+6* e/ b)$</p> <p>q1 = 0.40 < 0.4 kg/cm² OK!</p> <p>$q2 = [(Wp + Wz+Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) / (b*prof)]*(1- 6* e/ b)$</p> <p>q2 = -0.03 < 0.4 kg/cm² OK!</p>			
Análisis de los factores de seguridad			
<p>F.S.D (Factor de seguridad al deslizamiento)</p> <p>F.S.D = (Fzas. estabilizadoras/ Fzas. desestabilizadoras)</p> <p>$F.S.D = [(Wp+Wz +Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) *U] / [Tmax.ser*COS(o2) - Tmax.ser*COS(o) +Fs3+Fs2+Fs1]$</p> <p>F.S.D = 4.3 < 1.5 OK!</p> <p>F.S.V = (Factor de seguridad al volteo)</p> <p>F.S.V = (M. estabilizadores/ M. desestabilizadores)</p> <p>$F.S.V = [Wp*2b/3+Wz*b/2+ Tmax.ser*SEN(o2) *2b/3+ Tmax.ser*SEN(o)*2b/3] / [Tmax.ser*COS(o2) *(Ht+hz) -Tmax.ser*COS(o)*(Ht+hz) +Fs3*(Ht+hz) +Fs2*(2*Ht/3+hz) +Fs1*(Ht/3+hz)]$</p> <p>F.S.D = 2.1 < 1.75 OK!</p>			

Análisis de Estabilidad	
Diseño por Método a la Rotura	
(por columna y en voladizo)	
$T_{m\acute{a}x.rot/columna} = 1.5 * T_{max.ser/columna}$	
$T_{m\acute{a}x.ser} =$	0.43 ton-m
$T_{m\acute{a}x.rot} =$	0.64 ton-m
$M_u = (T_{max.rot} * \cos(o_2) - T_{max.rot} * \cos(o))$	
$* Ht + F_s3 * Ht + F_s2 * Ht * 2/3 + F_s1 * Ht/3$	
$M_u =$	0.54 ton-m

Tabla N° 39

Diseño de la columna a flexión (P.A. L= 10m)

Diseño de la Columna a Flexión		
$f'c$	210.	kg/cm ²
F_y	4200.	kg/cm ²
b	30	cm
\emptyset Asum.	5/8	"
rec. colm	3.00	cm
d	26.21	cm
M_u	0.54	ton-m



CORTE A-A

$W = 0.01$, $\rho = 0.001 < \rho_{b} = 0.0016$ (falla dúctil)

$A_s(\text{cm}^2) = 0.55 \text{ cm}^2$

$A_s \text{ min} = 2.6 \text{ cm}^2$

$A_s \text{ principal (+)} = 2.62 \text{ cm}^2$

Diámetro \varnothing (pulg.)	Área A_s (cm ²)	Cantidad varillas	Área Tot. A_s (cm ²)
5/8	1.98	2	3.96
5/8	1.98	2	3.96
TOTAL			7.92

B Cal.	B asum.	
14.80	30	OK!

Tabla N° 40

Diseño de la columna a compresión (P.A.L = 10m)

Diseño de la Columna a Compresión			
Pn(max) [carga axial máxima resistente]			
$P_n(\text{max}) = 0.80 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (b \cdot h - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y)$			
Pn(máx) =	137	ton	
Tmax.rot/columna = 1.7 * Tmax.ser/columna			
Pu [carga axial última actuante]			
$P_u = W_p + T_{\text{max.rot}} \cdot \text{SEN}(\alpha_2) + T_{\text{max.rot}} \cdot \text{SEN}(\alpha)$			
Pu =	1.7	ton	
Pu = 1.7 ton	<	Pn(máx) = 137 ton	OK!

Tabla N° 41

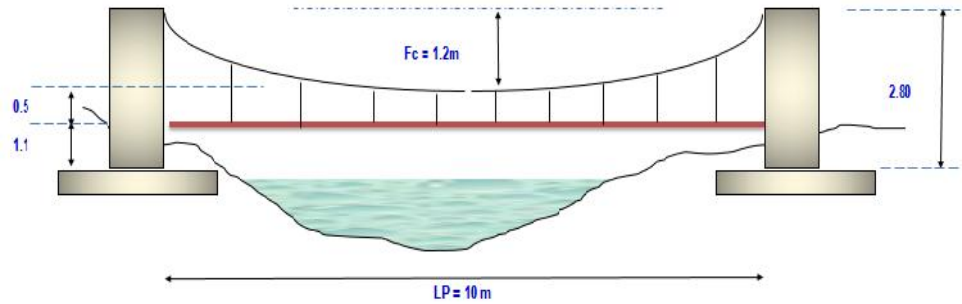
Diseño de la columna por corte (P.A. L=10m)

Diseño de la Columna por Corte	
Pn(max) [carga axial maxima resistente]	
VU (cortante ultimo)	
$V_u = T_{max.rot} \cdot \cos(\alpha) - T_{max.rot} \cdot \cos(\alpha) + F_{s3} + F_{s2} + F_{s1}$	
Vu = 0.3 ton	
$V_{con} = f_i \cdot (0,5 \cdot (f'c)^{0,5} + 175) \cdot V_u \cdot d / M_u$	
V que absorbe el concreto	
Vcon = 5 ton	
V que absorbe el acero	
$V_{ace} = V_u - V_{con}$	
Vace = - 4.8 ton	
(NO REQUIERE ACERO POR CORTE, SE ADOPTA EL MÍNIMO)	
Diámetro de Acero para estribo	Ø 3/8
$S = A_v \cdot f_y \cdot b / V_{ace}$	
S = 25 cm	
Se adoptará:	
S =	25 cm
VAR =	3/8"

Tabla N° 42

Resultados de diseño (P.A. L= 10m)

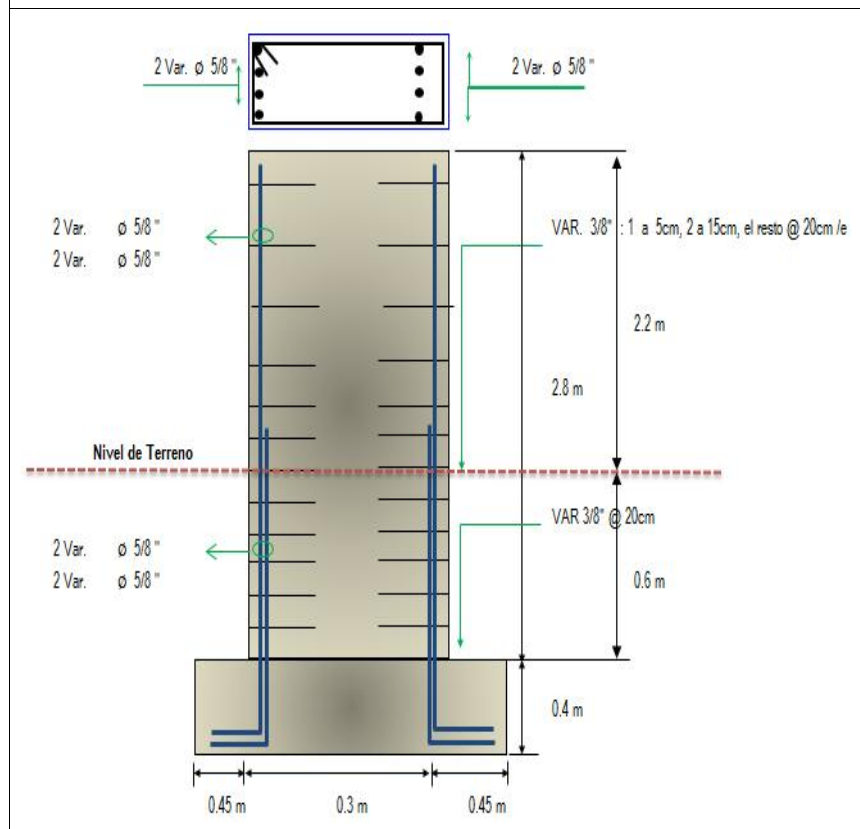
Resultados de Diseño
Dimensiones de Pase Aéreo



Diseño de Péndolas y Cable Principal		
Diseño de Péndolas		
Peso total de la péndola	36.00	kg
Cable adoptado	1/4" Tipo Boa	(6 x 19)
Separación de péndolas	1.00	m
Cantidad de péndolas	9	Und.
Long. total de péndolas	6.88	m
Diseño de Cables Principales		
Tensión máxima en cable	2.14	ton
Cable adoptado	1/2" Tipo Boa	(6 x 19)
Tensión Máx. Admisible	12.60	ton
Diseño de Cámara de Anclaje		
Dimensiones de la cámara		
Concreto Hidráulico f'c=	175.00	kg/cm ²
Ángulo salida cable princ.	45.00	°
Dist. anclaje a la columna	2.80	

Ángulo salida cable	13.72	°
Diseño de Torre y Cimentación		
Propiedad de los materiales		
Concreto Hidráulico $f'c$	210.0	kg/cm ²
Acero Grado 60° $f'y$	4200.0	kg/cm ²
Dimensiones de la torre		
Largo	0.30	m
Ancho	0.30	m
Altura de la torre	2.80	m
Dimensiones de la cimentación		
Largo	1.20	m
Ancho	1.00	m
Altura	0.40	m
Profundidad desplante	1.00	m

Detalle de armado de acero



B. Diseño de Pase Aéreo L = 25m

Tabla N° 43

Datos para el diseño de pase aéreo L=25m

Datos Para el Diseño			
Longitud del pase aéreo	LP	25	m
Diámetro de la tubería	D _{tub}	3	pul
Material de la tubería	-	HDPE	-
Separación de péndolas	Sp	1	m
Velocidad del viento	Vi	80	km/h
Factor Zona Sísmica	Z	0.45	Zona 4

Datos		
F'c	210	kg/cm ²
F'y	4200	kg/cm ²
Rec. Col.	3	cm
Rec. Zap.	7	cm
Cap. Port. St.	0.4	kg/cm ²
γs Suelo	1700	kg/cm ³
γC' Concreto Armado	2400	kg/cm ³
γC' Concreto Simple	2300	kg/cm ³
Ø	18	°

Flecha del Cable		
Fc 1 = LP/11	2.3	m
Fc 2 = LP/9	2.8	m
Fc	2.8	m

Altura de la Torre de Suspensión		
Altura debajo de la Tub.	0.5	m
Altura Mín. de Tub. Pend.	0.5	m
Altura de Prof. Cimentac.	1.2	m
Altura de Columna	4.6	m

Figura N° 6

Pase aéreo L= 25m

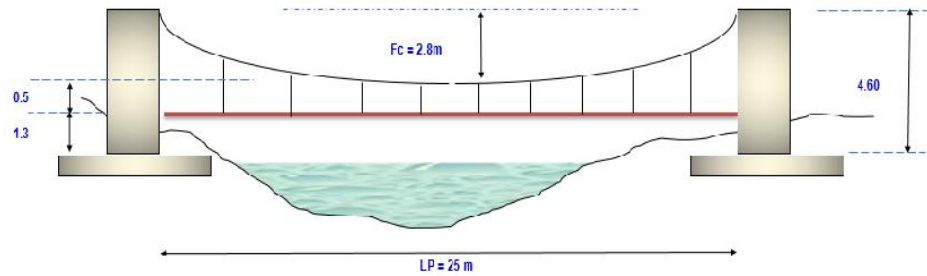


Tabla N° 44

Diseño de las péndolas y cable principal

B. Diseño de las Péndolas y Cable Principal

Datos Para el Diseño

Carga Muerta (WD)

Peso de tubería	1.46	kg/m
Peso del agua	4.6	kg/m
Peso accesorios (grapas)	5.0	kg/m
WD =	11.0	kg/m

Carga Viva (WL)

Peso de una pers. por tub.		
WL =	15.0	kg/m

Carga de Viento (WV)

Veloc. Viento a 20 m alt.	87.5	kg/m
Presión del viento	45.90	kg/m
WV =	3.50	kg/m

Carga Última (WU)

$0.75 \cdot (1.4w_d + 1.7w_l + 1.7w_v)$	WU =	36.0	kg/m
---	-------------	-------------	-------------

Factores de Seguridad

F. S. diseño péndolas	5.0
F. S. diseño cable principal	5.0

Tabla N° 45*Cálculo de péndolas (P.A. L=25m)*

A.1. Diseño de Péndolas		
Cálculos		
Peso total de la péndola	36.0	kg
F. S. de la tensión (3-5)	5.0	
Tensión de la péndola	0.18	Ton
Cable Tipo Boa (6x19)	1/4	
Tensión a la rotura	2.67	Ton
Cantidad de péndolas	24	Und.

Tabla N° 46*Ecuación de la parábola de las péndolas (P.A. L=25m)*

Ecuación de la Parábola: $y = 4f \cdot x^2/l^2$			
N° Péndolas	Péndola N°	Dist. al centro de la péndola "S"	Long. De la péndola (Yi)m
	Centro	0.00	0.500
5	1	1.00	0.518
	2	2.00	0.572
	3	3.00	0.661
	4	4.00	0.787
	5	5.00	0.948
	6	6.00	1.145
	7	7.00	1.378
	8	8.00	1.647
	9	9.00	1.952
	10	10.00	2.292
	11	11.00	2.668
	12	12.00	3.080
Long. Total			17.65
			35.30

Figura N° 7

Longitud de péndola vs. Distancia al centro de la péndola (P.A. L= 25m)



Tabla N° 47

Diseño de cables principales (P.A. L= 25m)

A.2. Diseño de Cables Principales			
Cálculos			
Asumimos diámetro	1/2"		
Carga Muerta (WD)			
Carga Muerta péndola	11.0		kg/m
Peso de cable péndola	0.2		kg/m
Peso de cable principal	0.7		kg/m
	WD =	11.9	kg/m
Carga Viva (WL)			
Peso de una pers. por tub.			
	WL =	15.0	kg/m
Carga de Viento (WV)			
	WV =	3.50	kg/m
Carga Última (WU)			
$0.75 \cdot (1.4w_d + 1.7w_l + 1.7w_v)$	WU =	37.0	kg/m

Tensiones			
Tensión Horizontal (TH)	$\frac{(U^2)}{8d}$	1032.3	kg
Tensión Máx. Serv. (T)	$T \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}}$	1131.2	kg
Tensión Vertical (TV)	$\sqrt{T^2 + TH^2}$	1531.5	kg
Diseño de Cable			
F. S. a la tensión (2-5)		5	
Tmáx.rot = Tmáx.ser x Fs		5.7	Ton
Se adopta cable de 1/2"	5.7 < 12.6	OK!	
Tipo Boa (6x19)			

Tabla N° 48

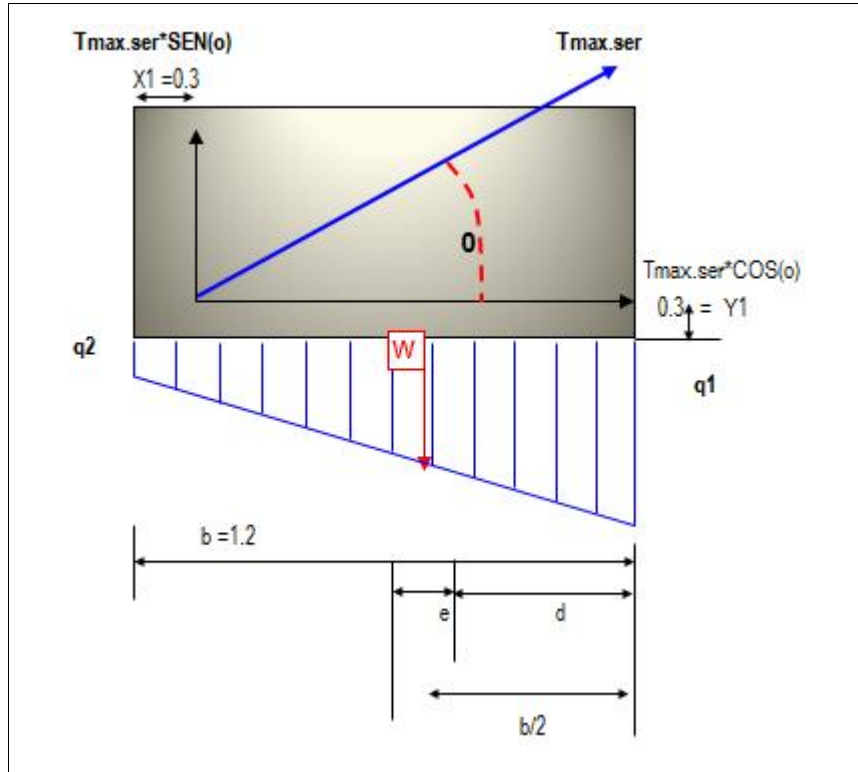
Diseño de la cámara de anclaje (P.A. L= 25m)

B. Diseño de la Cámara de Anclaje		
Cálculos		
Capacidad portante admi.	0.4	kg/cm ²
Peso unitario del terreno	1700.0	kg/cm ³
Calidad del concreto	175.0	kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	18.0	°
Ángulo de salida del cable	45.0	°
Et (Empuje del estrato de tierra) $Et = Pu \cdot h^2 \cdot \text{prof} \cdot (\text{Tan}(45 - \phi/2))^2 / 2$ Et = 0.6		
Tmáx.ser*SEN(o)	0.80	ton.m
Tmáx.ser*COS(o)	0.80	ton.m

W_p (Peso propio de la cámara de anclaje)

$$W_p = \rho_{\text{concreto}} \cdot h \cdot b \cdot \text{prof}$$

$W_p = 3.1 \text{ ton}$



$$b/2 = d + e$$

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

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

$$d = \frac{(W_p \cdot b/2 - T_{\text{max.ser}} \cdot \text{sen}(\theta) \cdot X_1 - T_{\text{max.ser}} \cdot \text{cos}(\theta) \cdot Y_1)}{(W_p - T_{\text{max.ser}} \cdot \text{sen}(\theta))}$$

$$d = 0.600$$

$d = 0.6 \text{ m}$

e (excentricidad de la resultante de fuerzas)

$$e = 0.000 < b/3 = 0.4 \quad \text{OK!}$$

q (presión con que actúa la estruct. en terreno)

$$q = \left(\frac{F_{\text{zas.vert.}}}{\text{área}} \right) \cdot [1 \pm 6 \cdot (e/b)]$$

$$q_1 = \left[\frac{(W_p - T_{\text{max.ser}} \cdot \text{sen}(\theta))}{(b \cdot \text{prof})} \right] \cdot [1 + 6 \cdot (e/b)]$$

$$q_1 = 0.2058 < 0.4 \quad \text{OK!}$$

$$q_2 = \left[\frac{(W_p - T_{\text{max.ser}} \cdot \text{sen}(\theta))}{(b \cdot \text{prof})} \right] \cdot [1 - 6 \cdot (e/b)]$$

$$q_2 = 0.2058 < 0.4 \quad \text{OK!}$$

Análisis de los Factores de Seguridad
<p>F.S.D. (Factor de Seguridad al Deslizamiento)</p> <p>F.S.D. = (F. estabilizadoras / F. desestabilizadoras)</p> <p>F.S.D. = [(Wp-Tmáx.ser*SEN(o))*U] / [Tmáx.ser*COS(o)]</p> <p>F.S.D. = 2.2 > 1.75 OK!</p>
<p>F.S.V. (Factor de Seguridad al Volteo)</p> <p>F.S.V. = (M. estabilizadores / M. desestabilizadores)</p> <p>F.S.V. = (Wp*b/2) / [(Tmáx.ser*SEN(o)*X1) + (Tmáx.ser*COS(o)*Y1)]</p> <p>F.S.V. = 3.9 > 2 OK!</p>

Tabla N° 49

Cálculo de cimentación (P.A. L=25m)

C. Cimentación		
Dimensionamiento		
Cálculos		
Sobrecarga piso.	150.00	kg/m ²
Profundidad de desplante	1.20	m
Diám. de acero columna	5/8	"
Cálculo del peralte (Ld)	14.49	cm
Ld=0.08*db*fy/ f'c		
Altura de zapata teórica	22.12	cm
Altura de zap. asum. (hc)	0.40	m
ht	0.80	m
Cálc. pres. de suelo (qm)	0.36	kg/cm ²
qm = qa-gt*ht-gc*hc-s/c		
Tension vert. TH*Sen (0)	1032.366071	kg
Peso de la columna	1766.4	kg
P. sobre la columna (Ps)	2798.77	kg
Cálculo de Área de Zapata		
$A'_z = \frac{Ps}{qm}$	7774.35	cm ²

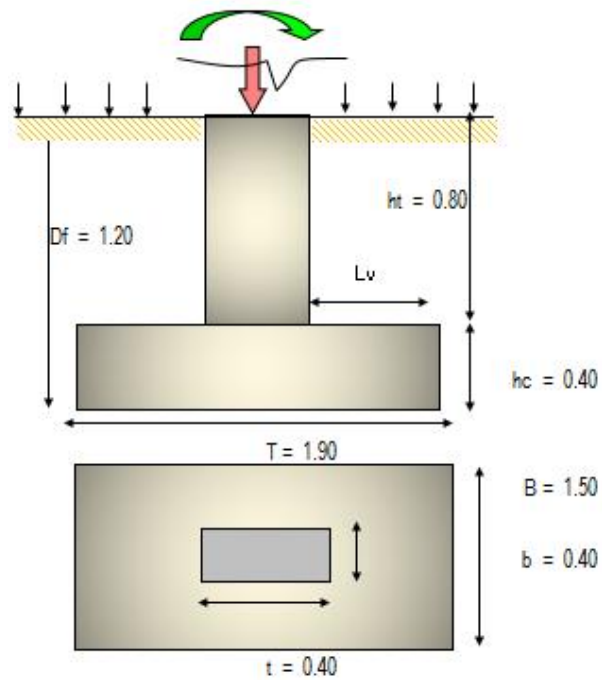
$$T = Az^{0.5} + \frac{(t - b)}{2} \quad 88.00 \quad \text{cm}$$

$$B = Az^{0.5} - \frac{(t - b)}{2} \quad 88.00 \quad \text{cm}$$

Dimensiones a usar

$$T = \quad \quad \quad \mathbf{190.00} \quad \quad \mathbf{cm}$$

$$B = \quad \quad \quad \mathbf{150.00} \quad \quad \mathbf{cm}$$



Verificación por Corte ($\emptyset = 0.85$)

Cálculos

Verif. de la reacción

$$\text{amplificada (qmu)} \quad \quad \quad 0.14 \quad \quad \text{kg/m}^2$$

$$q_m = P_u / A_z$$

Por Flexión

$$\text{Diám. de Acero Zapata} \quad \quad \quad 1/2 \quad \quad \quad "$$

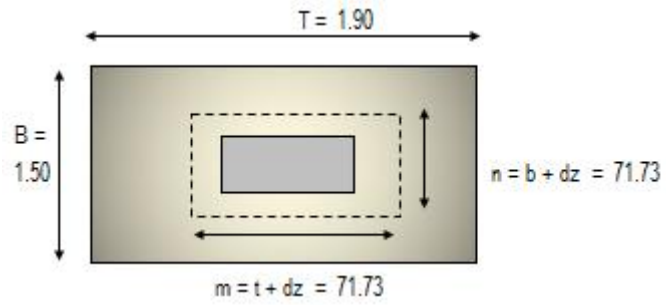
$$\text{Peralte de Zapata} \quad \quad \quad 31.73 \quad \quad \text{cm}$$

$$L_v = (T - t) / 2 \quad \quad \quad 75.00 \quad \quad \text{cm}$$

$$V_u = q_m \cdot B \cdot (L_v - d_z) \quad \quad \quad 12.48$$

$$V_c = 0.53 \cdot f'_c \cdot B_x \cdot d_z \quad \quad \quad 36.56$$

$$V_u \quad \quad \quad \emptyset v_c \quad \quad \quad \mathbf{OK!}$$



Por Punsionamiento

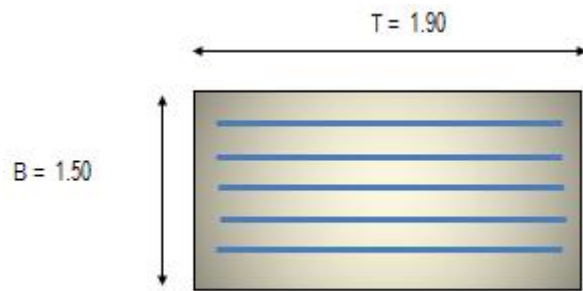
$V_u = P_u - q_{mu} * m * n$	3,210.89	“
$b_o = 2 * m + 2 * dz$	286.92	cm
$b_c = t / b$	1.00	cm
$V_c = 0.27 * (2 + 4 / b_c) * f'c * b_o * dz$	213,725.11	kg
$\emptyset v_c =$	181,666.35	
$V_c = 1.1 * f'c * b_o * dz$	145,121.99	kg
$\emptyset v_c =$	123,353.69	
V_u	$\emptyset v_c$	OK!

Cálculo del Refuerzo ($\emptyset = 0.90$)

Dirección Longitudinal

Cálculos

$L_v = (T - t) / 2$	75.00	cm
$M_u = q_{mu} * B * L_v^2 / 2$	58,000.74	kg-cm
B	150.00	cm
d	31.73	cm
a (asumido)	0.08	cm
$A_s = M_u / (\emptyset * f_y * (dz - a / 2))$	0.48	cm ²
$a = A_s * f_y / (0.85 * f'c * B)$	0.08	cm
A_s	0.48	cm ²
$A_s \text{ mín.} = 0.0018 * B * d$	8.57	cm ²
A_s Longitudinal	8.57	cm²



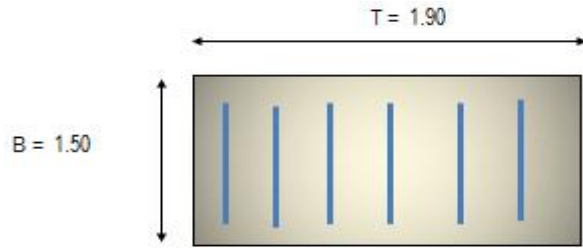
As mín > As; Usar As mín

Diám. Ø (pulg)	Área As (cm ²)	Núm. de varillas	Separación (cm)	Á. Total As (cm ²)
1/2	1.27	8	15.00	10.16

Dirección Transversal

Cálculos

$L_v = (B - b) / 2$	55.00	cm
$M_u = q_{mu} * T * L_v^2 / 2$	38,509.25	kg-cm
T	190.00	cm
d	31.73	cm
a (asumido)	0.04	cm
$A_s = M_u / (\phi * f_y * (d_z - a/2))$	0.33	cm ²
$a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * T)$	0.04	cm
A _s	0.33	cm ²
A _s mín. = 0.0018 * T * d	10.58	cm ²
A_s Transversal	10.85	cm²



As mín > As; Usar As mín

Diám. Ø (pulg)	Área As (cm ²)	Núm. de varillas	Separación (cm)	Á. Total As (cm ²)
1/2	1.27	10	15.00	12.7

Verific. de la Conexión Columna – Zapata (Ø = 0.70)

Cálculos

Resist. Al Aplastamiento sobre la Columna

$P_u = (1.4 * PD + 1.7PL)$	3,918.27	kg
$P_n = P_u / \phi$	5,597.53	kg
$A_c = t * b$	1,600.00	cm ²
$P_{nb} = 0.85 * f'_c * A_c$ $P_n < P_{nb}$ CONFORME!	285,600.00	kg

Resist. en el Concreto de la Cimentación

$P_u = (1.4 * PD + 1.7PL)$	3,918.27	kg
$P_n = P_u / \phi$	5,597.53	kg
$A_2 = T^2 * b/t$	30'400,000.00	cm ²
$A_o = (A_2 / A_c) * A_c$	137.84	xAc
$A_o \leq 2 * A_{c0}$	2.00	Ac
$P_{nb} = 0.85 * f'_c * A_o$ $P_n < P_{nb}$ CONFORME!	571,200.00	kg

Refuerzo Adicional Mínimo

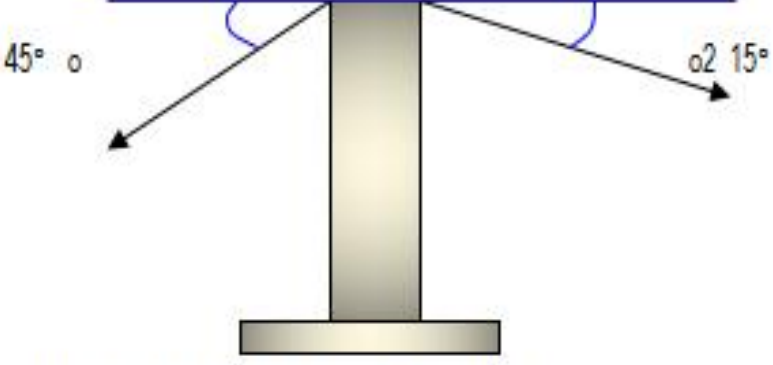
$A_s = (P_u - \phi P_n) / \phi f_y$	0.00	cm ²
$A_{s \text{ min}} = 0.005 * A_c$	8.00	cm ²
Asc = área de acero de la columna Asc = 4Ø 1/2"	5.16	cm ²

No existe problemas de aplastamiento en la unión columna - zapata y no requiere refuerzo adicional para la transmisión de cargas de un elemento a otro

Tabla N° 50

Diseño de la torre de suspensión (P.A. L=25m)

D. Diseño de la Torre de Suspensión			
Cálculo de las Fzas. Sísmicas por Reglamento			
Factor de importancia	U	1.50	-
Factor de suelo	S	1.10	-
Coeficiente sísmico	C	2.50	-
Factor de ductilidad	Rd	8.00	-
Factor de zona	Z	0.45	-
Ángulo salida del cable torre - cámara	α	45.0	°
Ángulo salida del cable torre - puente	α_2	15.0	°



(valor de comparacion = $\arctan(2 \cdot F_c / LP)$)

Tabla N° 51

Dimensionamiento del torreón (P.A. L=25m)

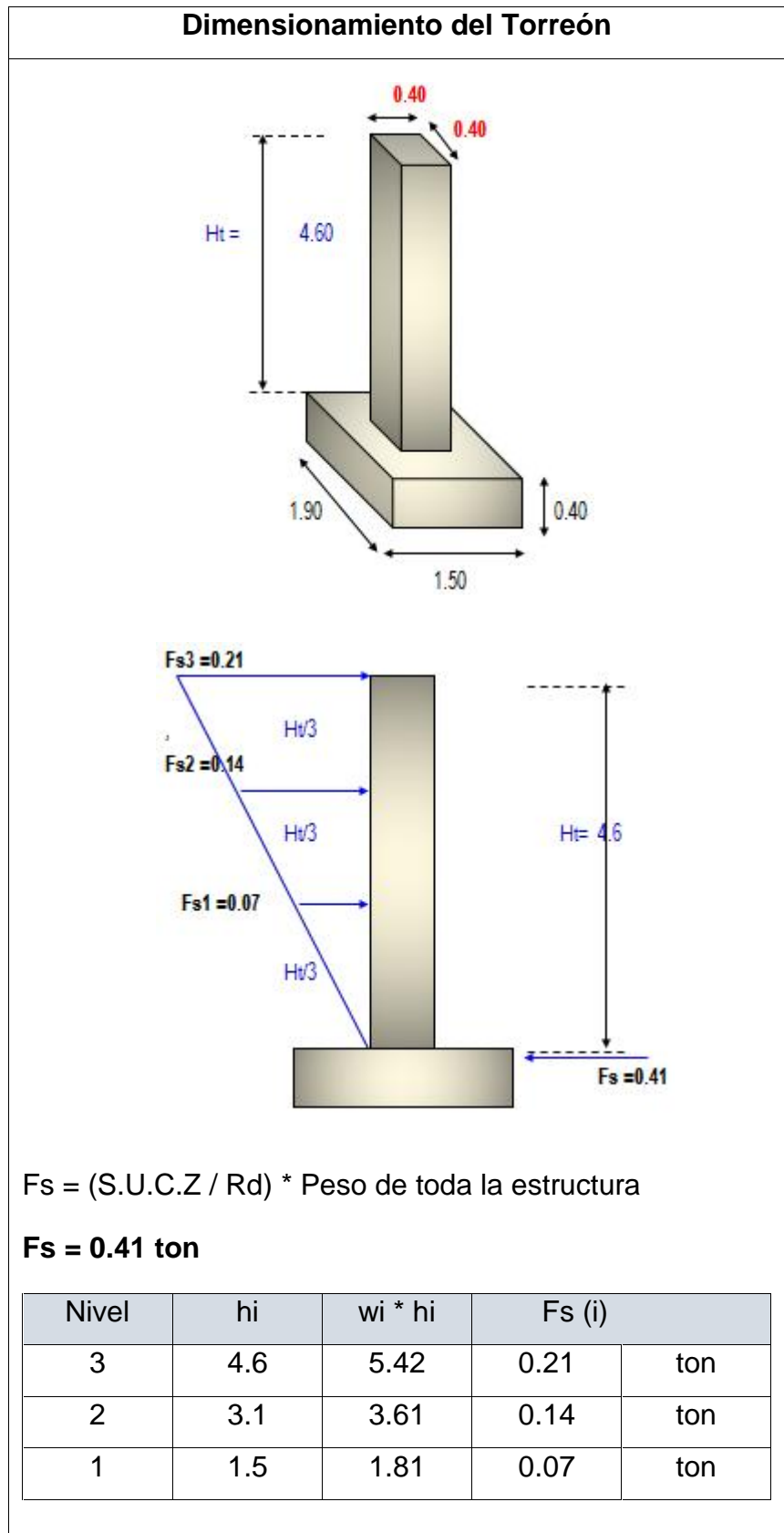


Tabla N° 52

Análisis de estabilidad del torreón (P.A. L=25m)

Análisis de Estabilidad		
$T_{max.ser} * SEN(o_2)$	0.3	ton-m
$T_{max.ser} * COS(o_2)$	1.1	ton-m
$T_{max.ser} * SEN(o)$	0.8	ton-m
$T_{max.ser} * COS(o)$	0.8	ton-m
W_p (p. propio de la torre-zapata)		
$W_p = P.u \text{ concreto} * vol. \text{ Total}$	1.8	ton
W_z (peso de la zapata)	2.7	ton
$b/2 = d + e$ $e = b/2 - d < b/3$ $d = (\text{ de momentos}) / (\text{ de fuerzas verticales})$ $d = [(W_p * 2b/3 + W_z * b/2 + T_{max.ser} * SEN(o_2) * 2b/3 + T_{max.ser} * SEN(o) * 2b/3 - (T_{max.ser} * COS(o_2) - T_{max.ser} * COS(o)) * (H + h_z) - F_s3 * (H + h_z) - F_s2 * 2$		

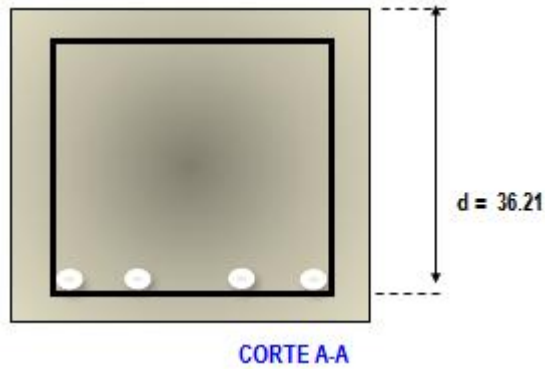
$\frac{*(H+hz) /3-Fs1*(H+hz) /3]}{[Wp+Wz+Tmax.ser*SEN(o)+Tmax.ser*SEN(o2)]}$			
d =	0.6	m	
e (excentricidad result. de Fzas)			
e = 0.398	<	b/3 = 0.6	OK!
<p>q (presión con que actúa la estructura sobre el terreno)</p> <p>$q = (Fzas. vert. /Área) *(1+6*e/b)$</p> <p>$q1 = [(Wp + Wz+Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) / (b*prof)]*(1+6* e/ b)$</p> <p>q1 = 0.40 < 0.4 kg/cm² OK!</p> <p>$q2 = [(Wp + Wz+Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) / (b*prof)]*(1- 6* e/ b)$</p> <p>q2 = -0.05 < 0.4 kg/cm² OK!</p>			
Análisis de los factores de seguridad			
<p>F.S.D (Factor de seguridad al deslizamiento)</p> <p>F.S.D = (Fzas. estabilizadoras/ Fzas. desestabilizadoras)</p> <p>$F.S.D = [(Wp+Wz +Tmax.ser*SEN(o2) +Tmax.ser*SEN(o)) *U] / [Tmax.ser*COS(o2) - Tmax.ser*COS(o) +Fs3+Fs2+Fs1]$</p> <p>F.S.D = 3.9 < 1.5 OK!</p> <p>F.S.V = (Factor de seguridad al volteo)</p> <p>F.S.V = (M. estabilizadores/ M. desestabilizadores)</p> <p>$F.S.V = [Wp*2b/3+Wz*b/2+ Tmax.ser*SEN(o2) *2b/3+ Tmax.ser*SEN(o)*2b/3] / [Tmax.ser*COS(o2) *(Ht+hz) -Tmax.ser*COS(o)*(Ht+hz) +Fs3*(Ht+hz) +Fs2*(2*Ht/3+hz) +Fs1*(Ht/3+hz)]$</p> <p>F.S.D = 2.0 < 1.75 OK!</p>			

Análisis de Estabilidad		
Diseño por Método a la Rotura		
(por columna y en voladizo)		
$T_{m\acute{a}x.rot/columna} = 1.5 * T_{max.ser/columna}$		
Tmáx.ser =	1.13	ton-m
Tmáx.rot =	1.70	ton-m
$M_u = (T_{max.rot} * \cos(o_2) - T_{max.rot} * \cos(o))$		
$*H_t + F_s3 * H_t + F_s2 * H_t * 2/3 + F_s1 * H_t/3$		
Mu =	2.51	ton-m

Tabla N° 53

Diseño de la columna a flexión (P.A. L=25m)

Diseño de la Columna a Flexión		
f'c	210.	kg/cm ²
Fy	4200.	kg/cm ²
b	40	cm
Ø Asum.	5/8	"
rec. colm	3.00	cm
d	36.21	cm
Mu	2.51	ton-m



$W = 0.03, \rho = 0.001 < \rho_{max} = 0.0016$ (falla dúctil)

$A_s(\text{cm}^2) = 1.86 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ min}} = 4.8 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ principal (+)}} = 4.83 \text{ cm}^2$

Diámetro \varnothing (pulg.)	Área A_s (cm ²)	Cantidad varillas	Área Tot. A_s (cm ²)
5/8	1.98	3	5.94
5/8	1.98	3	5.94
TOTAL			11.88

B Cal.	B asum.	
22.46	40	OK!

Tabla N° 54

Diseño de la columna a compresión (P.A. L=25m)

Diseño de la Columna a Compresión			
Pn(max) [carga axial maxima resistente]			
$P_n(\text{max}) = 0.80 * (0.85 * f'_c * (b * h - A_{st}) + A_{st} * f_y)$			
Pn(máx) =	244	ton	
Tmax.rot/columna=1.7*Tmax.ser/columna			
Pu [carga axial ultima actuante]			
$P_u = W_p + T_{\text{max.rot}} * \text{SEN}(\alpha) + T_{\text{max.rot}} * \text{SEN}(\alpha)$			
Pu =	4.6	ton	
Pu = 4.6 ton	<	Pn(máx) = 244 ton	OK!

Tabla N° 55

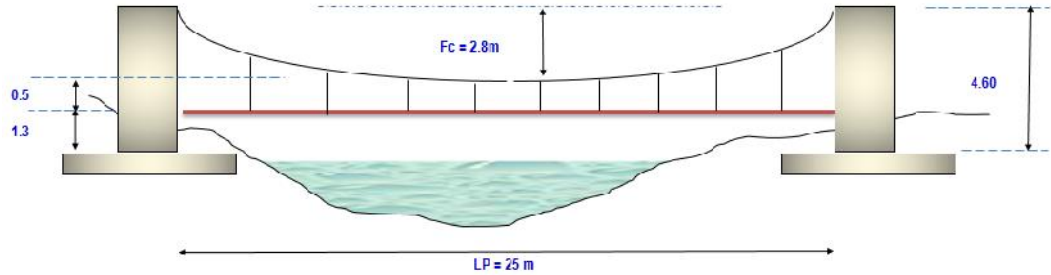
Diseño de la columna por corte (P.A. L=25m)

Diseño de la Columna por Corte	
Pn(max) [carga axial maxima resistente]	
VU (cortante ultimo)	
$V_u = T_{\max} \cdot \cos(\alpha) - T_{\max} \cdot \sin(\alpha) + F_{s3} + F_{s2} + F_{s1}$	
Vu = 0.9 ton	
$V_{con} = f_i \cdot (0,5 \cdot (f'c)^{0,5} + 175) \cdot V_u \cdot d / M_u$	
V que absorbe el concreto	
Vcon = 9 ton	
V que absorbe el acero	
$V_{ace} = V_u - V_{con}$	
Vace = - 8.6 ton	
(NO REQUIERE ACERO POR CORTE, SE ADOPTA EL MÍNIMO)	
Diámetro de Acero para estribo	Ø 3/8
$S = A_v \cdot f_y \cdot b / V_{ace}$	
S = 25 cm	
Se adoptará:	
S =	25 cm
VAR =	3/8"

Tabla N° 56

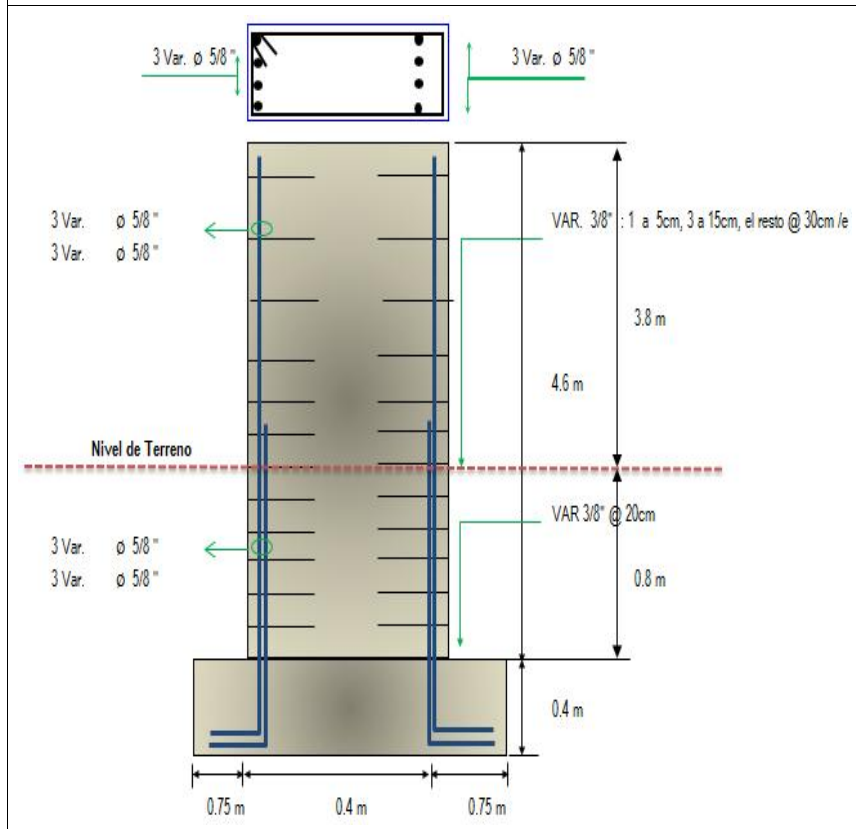
Resultados de diseño (P.A. L=25m)

Resultados de Diseño
Dimensiones de Pase Aéreo



Diseño de Péndolas y Cable Principal		
Diseño de Péndolas		
Peso total de la péndola	36.00	kg
Cable adoptado	1/4" Tipo Boa	(6 x 19)
Separación de péndolas	1.00	m
Cantidad de péndolas	24	Und.
Long. total de péndolas	35.30	m
Diseño de Cables Principales		
Tensión máxima en cable	5.66	ton
Cable adoptado	1/2" Tipo Boa	(6 x 19)
Tensión Máx. Admisible	12.60	ton
Diseño de Cámara de Anclaje		
Dimensiones de la cámara		
Concreto Hidráulico f'c=	175.00	kg/cm ²
Ángulo salida cable princ.	45.00	°
Dist. anclaje a la columna	4.60	
Ángulo salida cable	12.81	°

Diseño de Torre y Cimentación		
Propiedad de los materiales		
Concreto Hidráulico $f'c$	210.0	kg/cm ²
Acero Grado 60° $f'y$	4200.0	kg/cm ²
Dimensiones de la torre		
Largo	0.40	m
Ancho	0.40	m
Altura de la torre	4.60	m
Dimensiones de la cimentación		
Largo	1.90	m
Ancho	1.50	m
Altura	0.40	m
Profundidad desplante	1.20	m
Detalle de armado de acero		



4.2.1.3. Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

4.2.1.3.1. Canal de Mezcla Rápida

Esta unidad recibe el agua cruda en una caja de ingreso a través de una tubería de PVC de 355mm de diámetro. Se ha previsto un by pass para efecto que el agua cruda se derive hacia la red de desagüe de la planta.

La unidad de mezcla rápida es del tipo rampa, consistente en una caja de ingreso de 1.30 x 1.30 de sección, seguida de una rampa de 0.43m de alto, 1.30m de ancho y 1.00m de longitud.

Se puede observar en la tabla siguiente que el diseño cumple con las recomendaciones para este tipo de unidades, produciéndose un Número de Froude de 5.02, por lo que el resalto será estable. En el origen del resalto irá ubicado un tubo difusor de PVC de 1.5" de diámetro con 13 orificios de ½" espaciados a 0.10m centro a centro para aplicar la solución de policloruro de aluminio. A continuación, se ubicará (en el último tercio del resalto) otro tubo difusor para la aplicación del Floculante anicónico de Poliacrilamida, este tubo será de 1" de diámetro con 13 orificios de 1/4" espaciados cada 0.10m centro a centro.

Al final del resalto (a 1.14m de la base de la rampa) se construirá una grada de 4cm de alto.

La medición del caudal se efectuará en el vertedero que se forma en la coronación de la rampa. Utilizando una regla graduada que se colocará en a caja de entrada en el lado opuesto al vertedero yy con el 0 de la regla coincidiendo

con el nivel del vertedero, será suficiente para poder medir el caudal.

La altura del agua en el vertedero que se forma en la coronación de la rampa será de 0.13m.

En el siguiente cuadro se resume las características y parámetros de operación del mezclador para la etapa de operación, para el caudal de 80l/s.

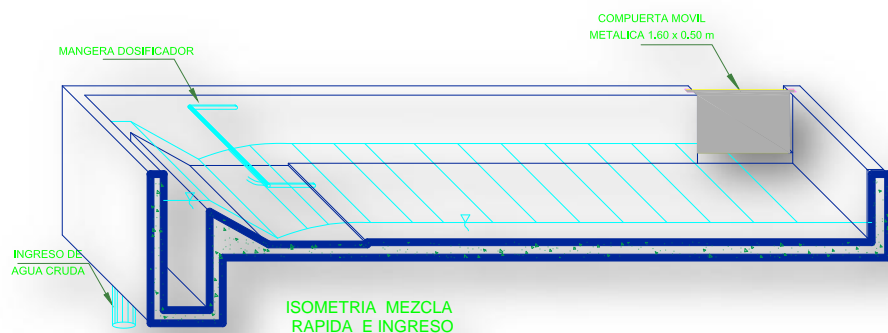
Tabla N° 57

Resumen de características y parámetros de mezclador para las condiciones de operación

Parámetro	Q = 80.00 L/s
N° Froude asumido	5,70
N° Froude verificado	5,02
Gradiente de velocidad (s-1)	1236
Tiempo de mezcla (s)	1,95
Longitud de resalto (m)	1,14
Ancho de rampa (m)	1,30
Altura de rampa (m)	0,04
Altura de agua en vertedero (m)	0,13

Figura N° 8

Vista isométrica del canal de mezcla



4.2.1.3.2. Floculador

El floculador está conformado por tres tramos de 1.55; 2.05 y 2.80 m de ancho respectivamente, 3.60 m de profundidad y 6.40 m de largo. Cada canal tendrá 20 compartimientos de 0.33 m de ancho, conformados por tabiques de PVC de 0,020 m de espesor. Los orificios de paso inferiores entre los compartimientos, tendrán una sección de 0,49 m de altura y todo el ancho del canal.

Las gradientes de velocidad 63, 41 y 23 s⁻¹ para tiempos de retención de 5.41; 7.15 y 9.77 minutos respectivamente en cada uno de los tres tramos.

El cuadro siguiente resume las características y parámetros de diseño de la unidad, operando con un caudal de 80 l/s.

Tabla N° 58

Características y parámetros de operación del floculador para las condiciones de operación

Tramo	Ancho tramo (m)	Ancho comp. (m)	N° comp.	Altura pasos (m)	Q = 80.00 L/s		
					G opt (s ⁻¹)	G (s ⁻¹)	T (min)
1	1.55	0.33	20	0,49	63	48	5.41
2	2.05	0.33	20	0,49	41	31	7.15
3	2.80	0.33	20	0,49	23	19	9.77
Totales:							22.33

Figura N° 9

Vista de planta de floculador vertical



4.2.1.3.3. Decantadores Laminares

La batería de decantadores se ha proyectado para el caudal al final del periodo de diseño año 2040, caudal 80.0 L/s.

Se ha proyectado tres unidades de 4,80 m de ancho por 8,58 m de largo como superficie neta de sedimentación. Estas unidades se componen de las siguientes estructuras: canal lateral de distribución de agua floculada, canal central de distribución interior de agua floculada por debajo de las placas a lo largo de la unidad, zona de sedimentación entre placas paralelas, sistema de recolección de agua sedimentada y sistema de almacenamiento y extracción hidráulica de los lodos.

) Canal lateral de distribución uniforme de agua floculada

De 0,70 m de ancho y altura útil variable entre 1.75 y 0.50 m, su función es distribuir uniformemente el caudal del agua floculada a

cuatro decantadores a través de cuatro orificios (compuertas) de 0,40 m de ancho por 0,40 m de altura útil, en los que al paso del agua se producirá un gradiente de velocidad aceptable de 16.57 s⁻¹, para el final del periodo de diseño.

Para estas características geométricas y caudal al final del periodo de diseño, la diferencia del caudal de operación entre la primera y la última unidad será de 2,40 %.

Tabla N° 59

Características y parámetros del canal de distribución de agua cruda

Características	Dimensión	Desviación de caudal	Gradiente de velocidad en compuertas
		Q = 80.00 L/s	Q = 80.00 L/s
Ancho, m	0,70		
Altura mínima, m	0,50		
Altura máxima, m	1,75	2,40%	16.57 s ⁻¹
N° compuertas	3		
Sección compuertas, m	0,40x0,40		

En la parte más baja de esta canal se ha proyectado una línea de PVC de 200 mm de diámetro que descargará a buzón. Esta línea permitirá la limpieza del canal de repartición de agua floculada. El control de este desagüe se realizará a través de una válvula de compuerta de 160 mm de diámetro.

) **Canal de distribución central de distribución de agua floculada**

Para distribuir el agua floculada por debajo de las placas y a lo largo de cada decantador, se

ha diseñado un canal central de 0,70 m de ancho, 8,58 m de largo y altura variable entre 1,90 a 0,60 m. A cada lado del canal hay una hilera de 17 orificios de 4" de diámetro espaciados a 0,50 m de centro a centro.

Con este diseño se consigue una desviación del caudal para el final del periodo de diseño (80.00 L/s) entre el primer y el último orificio de 2.45 % y el gradiente de velocidad al paso por los orificios será de 14.2 s-1.

) **Zona de decantación**

Se ha diseñado tres decantadores de placas con una tasa real de 20.00 m³/m² x d (al final del periodo de diseño). Cada unidad está constituida por un módulo de placas paralelas de 1.04 m de alto (proyección vertical) por 4,80 m de ancho y 8,58 m de largo.

Cada módulo estará compuesto por 53 placas de 2,40 m de ancho, 1.20 m de longitud y 0.57 mm de espesor, inclinadas a 60°. Las placas son de vinilo reforzadas con hilos de poliéster de alta tenacidad (KP 500 ó 1,000), recubiertas por ambos lados con PVC de formulación especial; con bastas en todo el contorno y cabos o refuerzos internos en los cuatro lados.

Estarán provistas de pequeñas planchas de aluminio en las cuatro esquinas fijadas mediante pernos a los perfiles de acero inoxidable ubicados en las paredes de los canales laterales, que servirán para templar las vinilonas en sus cuatro esquinas. Los

perfiles son de 90[, con orificios espaciados cada 15 cm. centro a centro.

El perfil superior se ubicará a 1,40 m del borde superior del decantador, de tal manera que el nivel superior del módulo de decantación tenga 1,0 m de sumergencia.

Las lonas se instalarán formando un ángulo de 60[con el plano horizontal, por lo que el perfil inferior se colocará paralelo al anterior a una distancia de 1.04 m y con los orificios dispuestos en forma similar.

) **Sistema de recolección de agua decantada**

Se ha proyectado un sistema de recolección de agua decantada con una tasa de 1.04 l/sxm. La recolección de agua se realizará por medio de tubos de PVC de DN 160 mm con orificios de ½" a cada 0,10 m.

) **Sistema de almacenamiento y extracción hidráulica de lodos**

Cada unidad tiene un sistema que consiste en una tolva continua para el almacenamiento de lodos. La tolva tiene la forma de tronco de pirámide y un canal colector en su parte inferior. La tolva tiene una base menor de 0,50 m x 2.86 m de base mayor y 1.20 m de altura. La tasa de producción de lodos estimada es de 0.007 litros de lodo por cada l/s de agua tratada. El volumen total de almacenamiento en cada decantador es de 20.25 m³ y la frecuencia máxima de descarga es de 1.0 día para el caudal de 80.00 l/s.

Figura N° 10

Vista en planta de decantador laminar

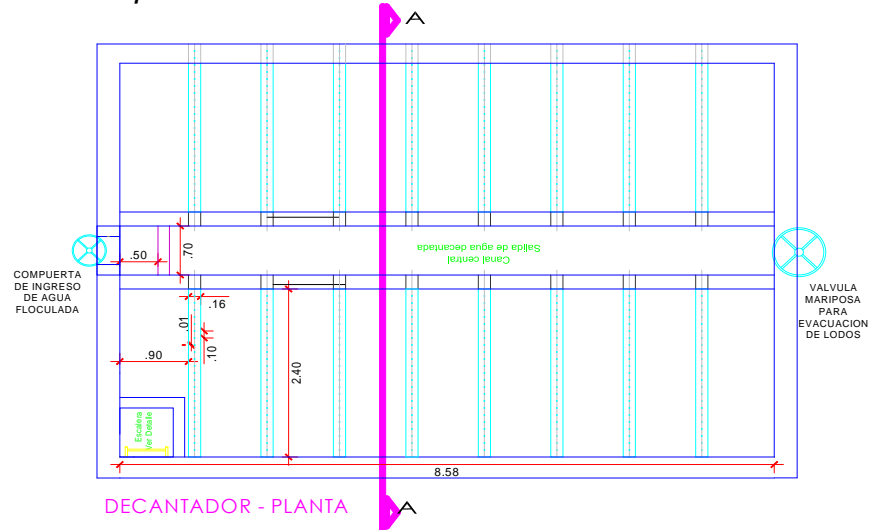
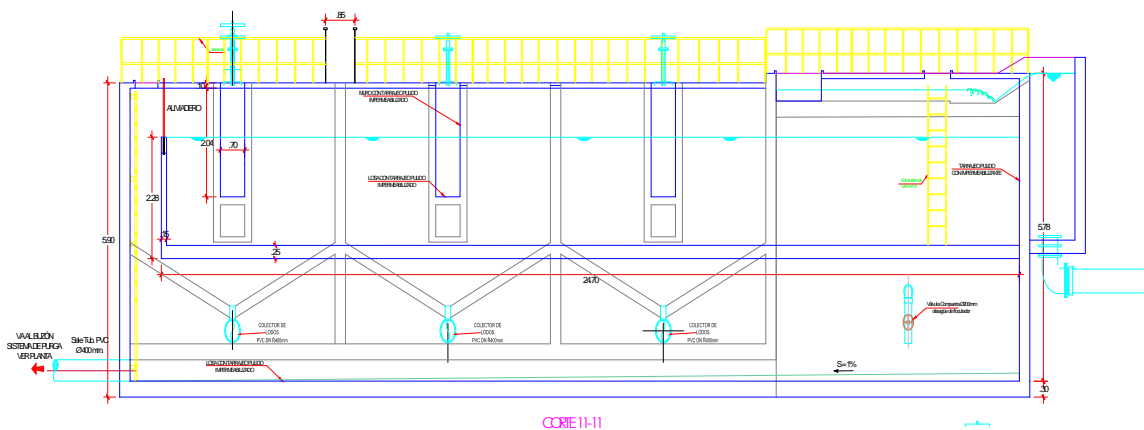


Figura N° 11

Vista de corte de decantador laminar



4.2.1.3.4. Batería de Filtros Rápidos de Tasa Declinante y Lavado Mutuo

La batería de filtros proyectada es una del tipo de lecho simple de arena, de tasa declinante y de lavado con el flujo que produce la batería. Se requiere 7 filtros de 10 m².

La tasa promedio de operación, tasa de lavado, carga de lavado y carga hidráulica para la operación, van a variar con el caudal de operación, según se indica en el cuadro siguiente.

Tabla N° 60

Variación de los parámetros de operación del filtro en función al caudal

Parámetros operacionales	Caudal (l/s)
	80.00
Tasa de filtración (m ³ /m ² .d)	149.00
Velocidad de lavado (m/min.)	0.73
Carga de lavado (m)	0.80
Expansión (%)	26.3
Carga hidráulica filtración (m)	0.685
Borde libre	0.30
Altura total del filtro (m)	4.48

La carga de lavado se deberá regular para cada caudal a través del vertedero de control y la carga hidráulica de filtración se regulará a través del vertedero de rebose. Ambos vertederos, el de control y de rebose se han proyectado regulables.

En el cuadro anterior se puede observar que la expansión promedio que se obtendrá operando con el caudal de 80.00 l/s es de 26.3%. Estas diferentes expansiones durante la operación de los filtros van a requerir duración de lavados diferentes que habrá que determinar en planta para cada caudal a fin de garantizar un adecuado lavado del medio filtrante.

El lecho filtrante apropiado, es un medio simple de arena de 0.80 m de espesor y de las características indicadas en el cuadro siguiente. Estas características granulométricas se deben mantener a lo largo del periodo de diseño de la planta.

Tabla N° 61*Especificaciones para la arena como medio filtrante*

Parámetro	Tamaño
Tamaño efectivo (mm)	0,56
D ₆₀ (mm)	0.80
Tamaño mínimo (mm)	0,42
Tamaño máximo (mm)	1,17
Coefficiente de uniformidad (C.U.)	1,43
Peso específico de la arena	2,65

El drenaje considerado en los filtros es de viguetas de concreto prefabricadas de 0.30 m de ancho y 0.26 m de alto, según se detallan en los planos respectivos. La distribución de tamaños y alturas de grava apropiadas a este tipo de drenaje se indican en el cuadro siguiente.

Tabla N° 62*Especificaciones de la capa soporte de grava para viguetas prefabricadas*

Capa	Espesor (cm)	Tamaño (pulgada)
1	7.5	1/8" – 1/4"
2	7.5	1/4 " - 1/2"
3	7.5	1/2" – 3/4"
4	10.0	3/4" – 1 1/2"
Fondo	12.5	1 1/2" – 2"
Total	45.0	

La batería de filtros diseñada dispone de un canal de distribución de agua decantada de 0,90 m de ancho y de válvulas de mariposa de 150 mm de diámetro de entrada de agua decantada a cada filtro. En este canal está ubicado el aliviadero de

control de nivel máximo de operación (rebose) de los filtros.

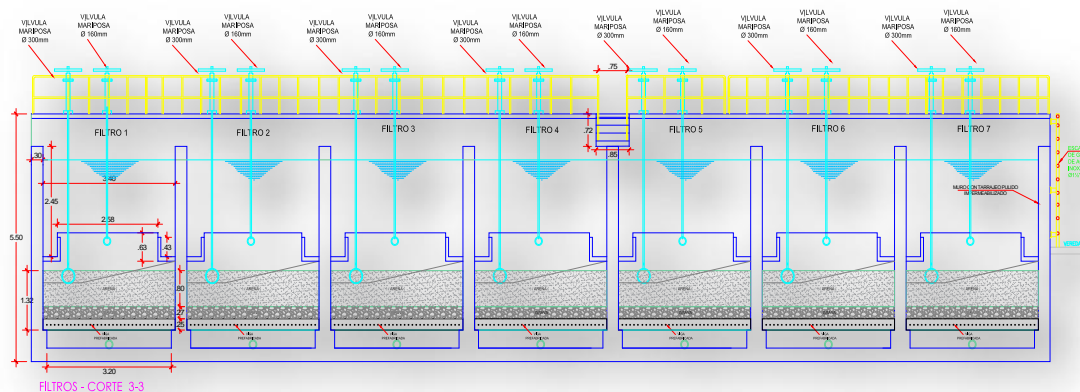
El nivel de operación máximo variará según la etapa de operación de la planta, razón por la cual se instalará en este aliviadero un vertedero regulable. Debajo de este canal se encuentra el canal de desagüe de la planta, donde se recibe el agua de lavado de los filtros. La descarga de agua de retrolavado se efectúa mediante válvulas tipo mariposa de 300 mm de diámetro. A este mismo canal se descargan también los lodos de los decantadores a través de una válvula de mariposa de 355 mm de diámetro. Asimismo, a este canal se puede desaguar completamente los filtros y los floculadores, esto se hace a través de las válvulas de compuerta de hierro dúctil 160 mm y 200 mm de diámetro, respectivamente, instaladas en las correspondientes unidades.

Cada filtro tiene un canal de aislamiento de 0.90 m de ancho, el cual se comunica con el canal de interconexión de la batería mediante una compuerta de 0.40 x 0.40 m. En un extremo del canal de interconexión se encuentra un vertedero de 1.50 m de ancho el cual proporciona la carga para la operación de lavado.

Este vertedero es graduable con el fin de poder instalar la carga de lavado necesaria de acuerdo al caudal de operación.

Figura N° 12

Vista de corte de los filtros



4.2.1.3.5. Cámara de Contacto

A continuación del canal de interconexión de los filtros, se ha diseñado la cámara de contacto de cloro que tiene un tiempo de retención de 25 minutos y está compuesta por dos canales de 1.45 m de ancho por 25.60m de largo y 2.45 m de altura. El tubo difusor de la solución clorada se ha colocado en el primer canal de la cámara de contacto al pie del vertedero de control. El tubo difusor será de PVC de 1 ½" NTP 399.002 de 2 m de longitud, con 20 orificios de 3/8" de diámetro separados cada 0,10m de centro a centro y se instalará sumergido en el fondo de canal de la cámara de contacto.

4.2.1.3.6. Caseta de Bombas

Se ha proyectado una caseta donde se instalarán las electrobombas a utilizarse para la cloración, para el llenado del tanque elevado que suministrará agua a la planta para el consumo doméstico ($V= 1 \text{ m}^3$) y para el consumo en la preparación de la solución de coagulante y limpieza de la planta ($V= 30 \text{ m}^3$).

Las características de estas electrobombas se indican en la tabla siguiente:

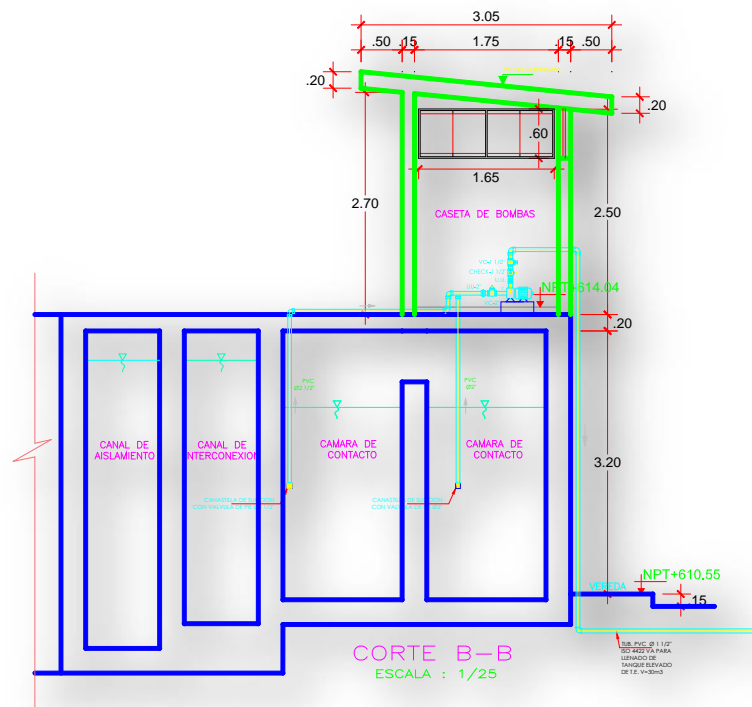
Tabla N° 63

Características de electrobombas

Bombas	ADT (m)	Caudal (L/s)
Cloración	25	0,5
Llenado de tanque elevado (V= 1 m ³)	7	1,4
Llenado de tanque elevado (V= 30 m ³)	7,0	7,0

Figura N° 13

Vista de corte de caseta de bombas



4.2.1.3.7. Lecho de Secado de Lodos

Los lodos y aguas de lavado evacuados del sedimentador serán deshidratados en una batería de lecho de secado, compuesta por una sola poza, ubicada en el área de la Planta de Tratamiento de Agua proyectada.

4.2.1.3.8. Red de Agua Para Limpieza de Planta

Con el fin de realizar la limpieza de las unidades de la planta se ha diseñado una línea de agua de PVC de 3" de diámetro, clase 10 desde el tanque elevado hasta una salida a través de un gabinete. En este gabinete se dispondrá de una manguera de 2 ½" de 30 m de longitud.

4.2.1.3.9. Cerco Perimétrico

Comprende muros de albañilería, alrededor de toda el área de la PTAP con una longitud de 340m.

4.2.1.4. Reservorio

El presente diseño del componente ha sido desarrollado teniendo en cuenta las normas vigentes, consideraciones y criterios para el ámbito urbano.

4.2.1.4.1. Instalaciones Hidráulicas

Para definir los parámetros básicos usados en el dimensionamiento del reservorio apoyado se ha usado la "Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural".

En el presente proyecto el componente se ha ubicado en la región sierra, considerando un saneamiento con arrastre hidráulico. En la estimación del volumen se ha considerado una población y su correspondiente dotación considerando el 25% del consumo promedio (Qp) como volumen de regulación y se considera que la fuente de agua es continua.

Para las dimensiones internas del reservorio se ha usado el Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo en cuenta que la línea de entrada debe tener una válvula de control de nivel de agua como lo indica la Guía de Diseño.

4.2.1.4.1.1. Línea de Entrada

Está definida por la línea de conducción, para la presente tesis de investigación se ha estimado una velocidad no menor de 0.789 m/s, cumpliendo con las especificaciones técnicas que ampara la norma; a demás posee una pendiente hidráulica de 0.0014 m/m Por la dimensión del reservorio el tramo de esta línea ingresa por el lado contrario a la salida, para dar mayor tiempo de contacto en la difusión del cloro de la desinfección.

Considera una válvula de interrupción, una válvula flotadora, la tubería y accesorios son de fierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.

4.2.1.4.1.2. Línea de Salida

Está definida por la línea de aducción, para el caso se ha estimado teniendo en cuenta una velocidad no menor de 1.24 m/s; a demás de los cálculos hidráulicos mostrados a continuación, los cuales se realizaron con ayuda del software hidráulico WaterCAD.

4.2.1.4.1.3. Línea de Rebose

Se ha estimado según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma IS 010. El trazo considera una descarga libre y directa a una cajuela de concreto con una brecha

libre de 0.10m para facilitar la inspección de pérdida de agua y revisión de la válvula flotadora, la tubería y accesorios son de fierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.

4.2.1.4.1.4. Línea de Limpia

Se ha considerado un vaciado de 0.5hrs, por la capacidad del reservorio y facilitar al operador en la desinfección. La tubería y accesorios son de fierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.

4.2.1.4.1.5. Línea de By Pass

Se ha diseñado esta línea de la misma dimensión de la línea de entrada, su uso está restringido solo en casos de mantenimiento por desinfección del reservorio, considerando que se está sirviendo agua sin clorar esta no debe ser usada por mucho tiempo.

4.2.1.4.1.6. Caja de Válvulas

Por la dimensión del reservorio y las consideraciones se ha proyectado una caja de concreto que contiene a las válvulas de entrada, salida, limpia y By Pass.

4.2.1.4.1.7. Arquitectura

Este es un reservorio circular, con una capacidad útil de almacenamiento de agua de 2220m³, con cota de fondo de 2742.94m sobre el nivel del piso, con caja de válvulas y descarga de limpia y rebose. Cuenta con

una vereda perimetral a este para la protección de la infraestructura y sus instalaciones.

La ubicación del sistema de desinfección es referencial, con la ubicación final del reservorio y la iluminación natural, esta deberá ubicarse en la zona que no lo ilumine directamente.

El reservorio será tarrajado interna y externamente, así como será pintado externamente con pintura látex.

Se ha diseñado escalera marinera de fierro galvanizado en la parte exterior. Para el acceso interno al reservorio se ha considerado escalera de polipropileno, sin embargo, este podrá ser reemplazado con escalera de peldaños anclados al muro del recinto de material inoxidable.

La estructura proyectada consta con una altura de muro circular de 3.80 m los muros de concreto armado son de 25cm de espesor.

El teco es una losa maciza de 10cm de espesor. La cimentación será a base de cimiento armado debajo de los muros y una losa de fondo de 20cm de espesor cimentadas a una profundidad. La profundidad de cimentación dependerá del proyecto en particular.

4.2.1.4.2. Diseño de Reservorio

Tabla N° 64

Datos del reservorio

Datos	
Tipo de reservorio	Apoyado en medio elástico
Forma de reservorio	Circular cilíndrico
Material de Construcción	Concreto armado

Tabla N° 65

Predimensionamiento del reservorio

Predimensionamiento		
a. Dimensionamiento diámetro interior del reservorio		
Volumen (V)	2,220.00	m ³
Altura de agua (h1)	3.50	m
Altura libre de agua (h2)	0.30	m
Altura total de Caisson (H)	3.80	m
Diámetro		
$D X \sqrt{\frac{4xV}{f(H)}}$	29	m
b. Espesor de la cuba del reservorio (cilindro): (e)		
Valor asumido (e)	20.00	cm
El valor nos da la seguridad que el concreto no se agriete		
c. Espesor de losa de fondo		
Valor asumido (e)	25.00	cm
El valor nos da la seguridad que el concreto no se agriete		
d. Espesor de la cúpula		
Valor asumido (e)	11.00 – 7.50	cm
Se considera variable por la distribución de cargas. El valor nos da la seguridad que el concreto no se agriete		

Tabla N° 66

Consideraciones para el análisis estructural del reservorio

Consideraciones para el análisis estructural

La estructura estara cimentada sobre suelo homoganeo tipo GP para el valor de coeficiente de Balasto Kv se toma en cuenta el siguiente cuadro:

Coeficiente de Reacción de Subrasante o Coeficiente de Balasto "Ks." (Kg/cm³)

Descripción de los suelos	Símbolo	Ks (Kg/cm ³)	
		Rango	Promedio
Gravas bien graduadas	GW	14 - 20	17
Gravas arcillosas	GC	11 - 19	15
Gravas mal graduadas	GP	8 - 14	11
Gravas limosas	GM	6 - 14	10
Arenas bien graduadas	SW	6 - 16	11
Arenas arcillosas	SC	6 - 16	11
Arenas mal graduadas	SP	5 - 9	7
Arenas limosas	SM	5 - 9	7
Limos orgánicos	ML	4 - 8	6
Arcillas con grava o con arena	CL	4 - 6	5
Limos orgánicos y arcillas limosas	OL	3 - 5	4
Limos inorgánicos	MH	1 - 5	3
Arcillas inorgánicas	CH	1 - 5	3
Arcillas orgánicas	OH	1 - 4	2

(*)Valor utilizado en el presente proyecto: 11 kg/cm²

Fuente: Cimentaciones de Concreto Armado - ACI - 1998

Área de superficie de contacto con el suelo		
r	3.28	m
Ac = 2 (r)	20.58	m

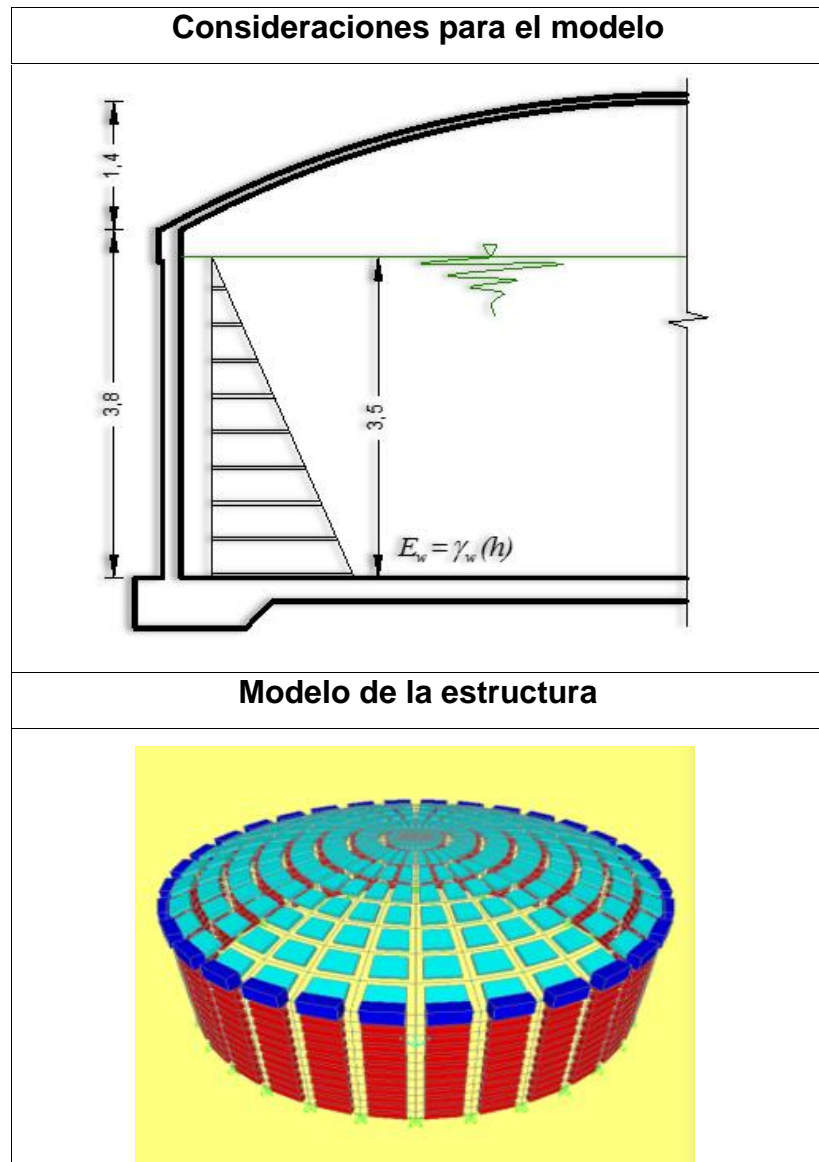
Tabla N° 67

Cálculo de rigidez de resortes

Cálculo de rigidez de resortes					
Ubi.	Kv	Kh	Área	Kv	Kh
Losa de fondo	(ton/m ³)	(ton/m ³)	(m ²)	(ton/m ³)	(ton/m ³)
r=0.00	11000.00	5500.00	2.74	30103.70	15051.85
r=1.87	11000.00	5500.00	0.68	7526.20	3763.10
r=3.73	11000.00	5500.00	1.37	15051.30	7525.65
r=5.50	11000.00	5500.00	1.16	12810.60	6405.30
r=6.00	11000.00	5500.00	0.23	2548.70	1274.35

Figura N° 14

Consideraciones para el modelo del reservorio



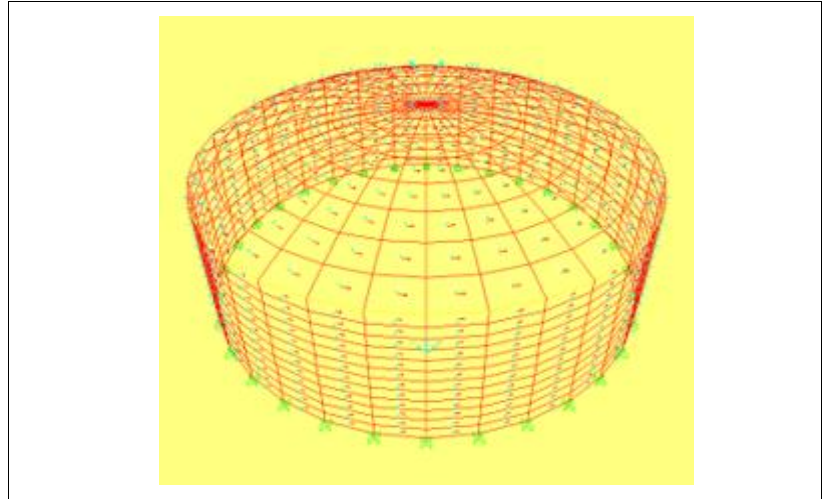


Figura N° 15

Deformada y diagrama de presiones sobre la estructura

Deformada y Diagrama de presiones sobre la estructura

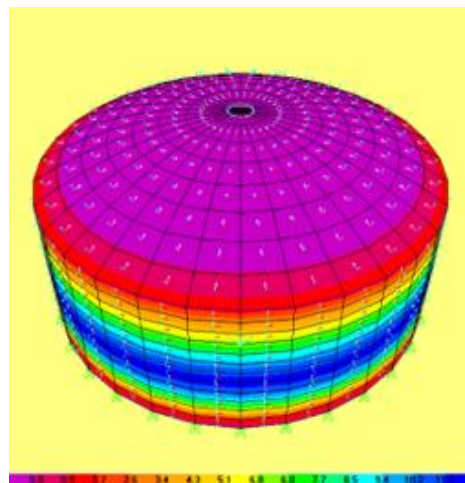
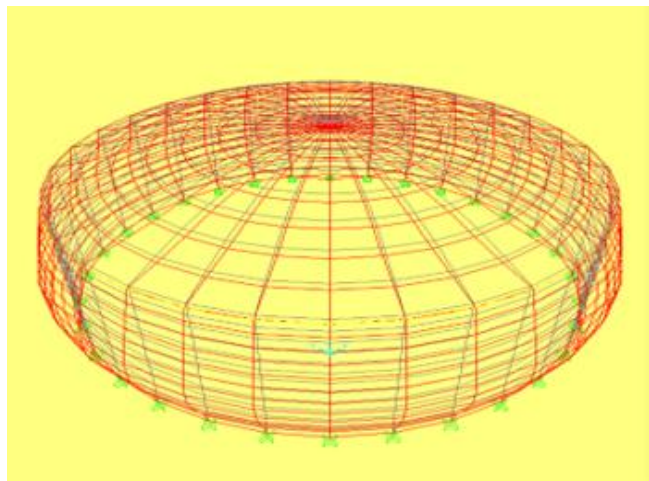
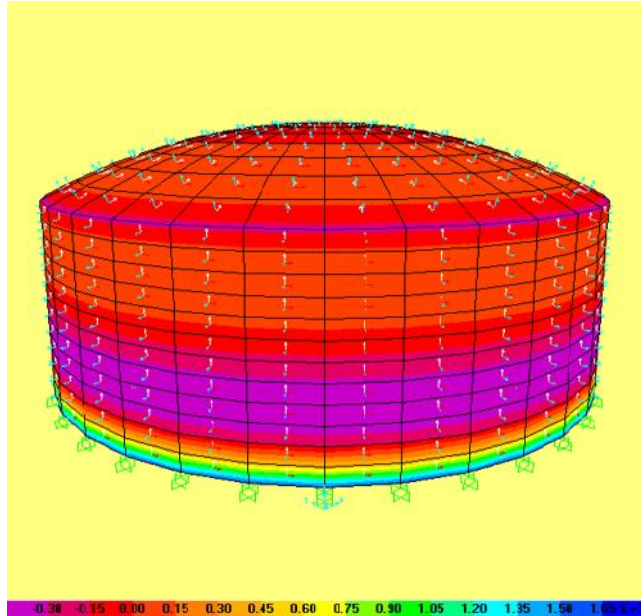


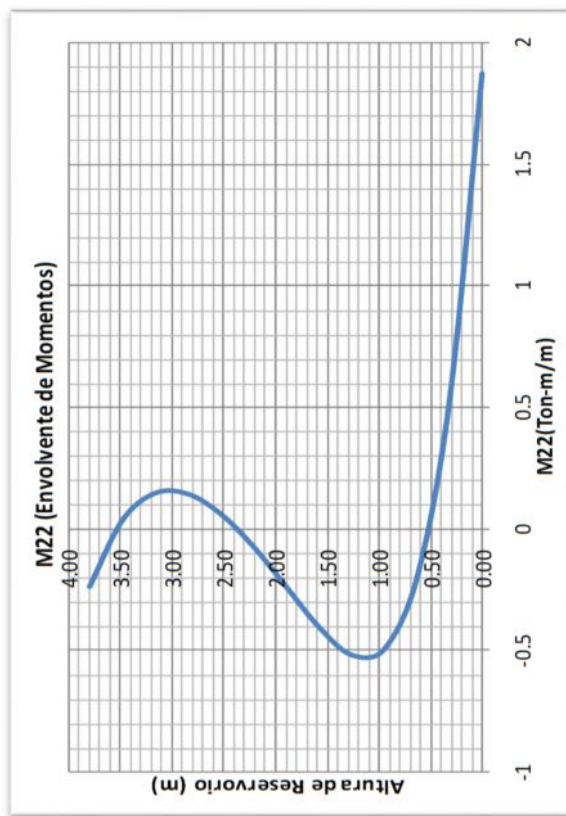
Figura N° 16

Diseño de refuerzo de acero en cuba

Diseño de refuerzo de acero en cuba
Diseño de acero vertical
Distribución de momentos



Envolvente de momentos verticales



Datos de la Cuba del Reservorio		
b	100.00	cm
e	20.00	cm
d	16.00	cm
f'c	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²
Ø	0.90	flexión
Por resistencia última se tiene:		
$\frac{(fy)^2(As)^2}{1.7(f'c)(b)} - \phi(fy)(d)(As) + Mn = 0$ $A(As)^2 - B(As) + Mu = 0$		
A	444.71	
B	- 60,480.00	
M	1.87	ton-cm/cm
M. para circunf. la cuba	187,000.00	kg-cm
As1 = 132.83		
As2 = 3.17	3.17	cm ²
Acero mínimo		
$As_m = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{fy} bd$	3.86	cm ²
$As_m = \frac{14}{fy} bd$	5.33	cm ²
Distribución del acero		
Ø	1/2	“
As (Ø)	1.29	cm
Cantidad	4	Und.
Espaciam. acero S1	25.00	cm
Por lo tanto, usar:		
Ø 1/2” @ 25 cm en dos capas		

Figura N° 17

Diseño de acero tangencial

Diseño de acero tangencial

Distribución de esfuerzos en cara interior y exterior de la cuba del caisson.

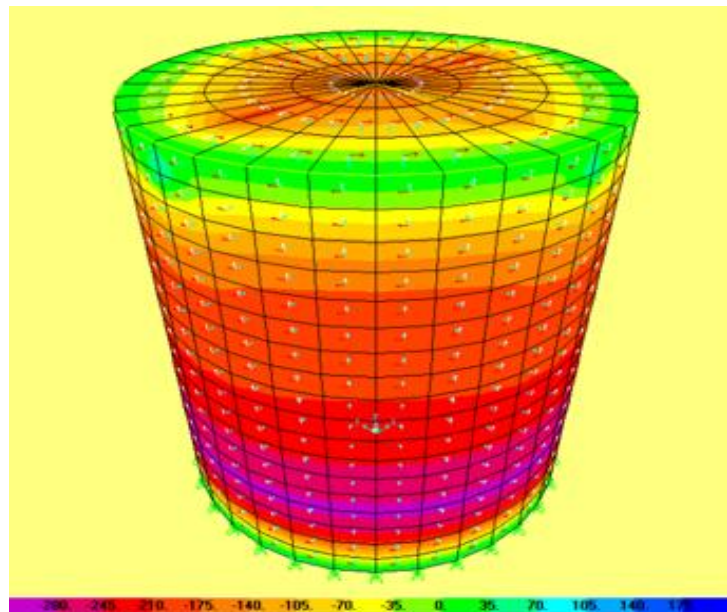
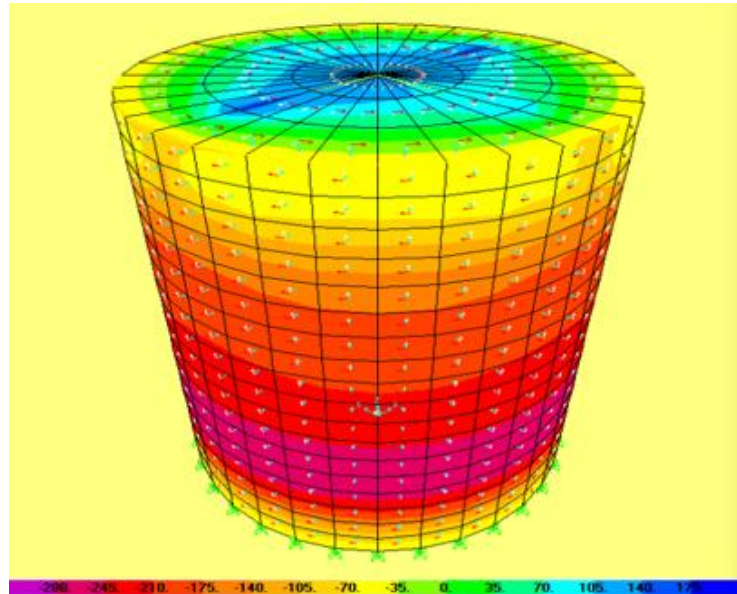
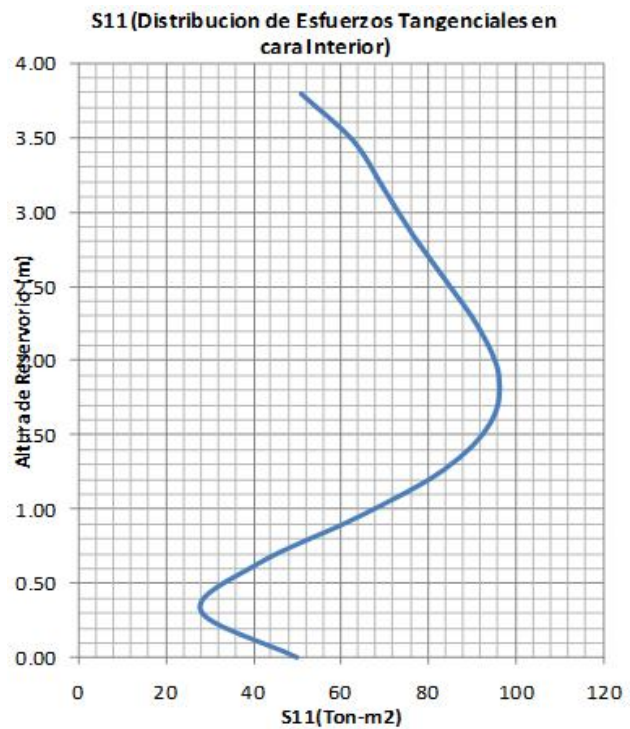
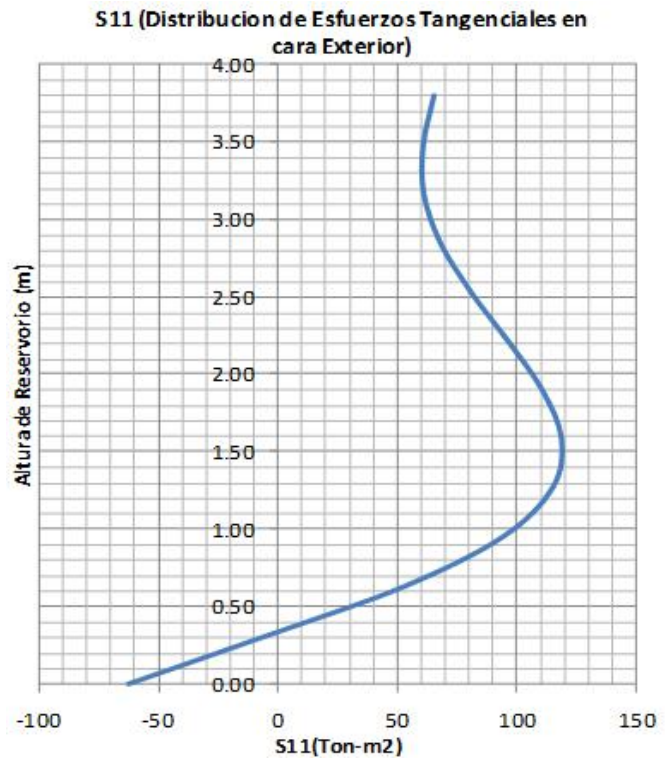


Figura N° 18

Envolvente de esfuerzos en cara interior y exterior de la cuba de reserva

Envolvente de esfuerzos en cara interior y exterior de la cuba del reservorio



Datos de la Cuba del Reservorio		
b1	45.00	cm
b2	170.00	cm
b3	100.00	cm
b4	0.30	cm
e	20.00	cm
d	16.00	cm
f'c	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²
Ø	0.90	flexión
Refuerzo tangencial Hasta 0.45m de Altura		
$A_s = \frac{T}{\phi f_y} - \frac{S_{11}(e)(b)}{\phi f_y}$		
Esfuerzo máx. S11	118.62	ton/m ²
S11	11.86	kg/cm ²
T	8540.64	cm ²
A _s	2.26	cm ²
Acero mínimo		
$A_{s_m} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} bd$	1.74	cm ²
$A_{s_m} = \frac{14}{f_y} bd$	2.40	cm ²
Distribución del acero		
Ø	1/2	“
A _s (Ø)	1.29	cm
Cantidad	2	Und.
Espaciam. acero S1	20.00	cm
Por lo tanto, usar: Ø 1/2” @ 20 cm en dos capas		

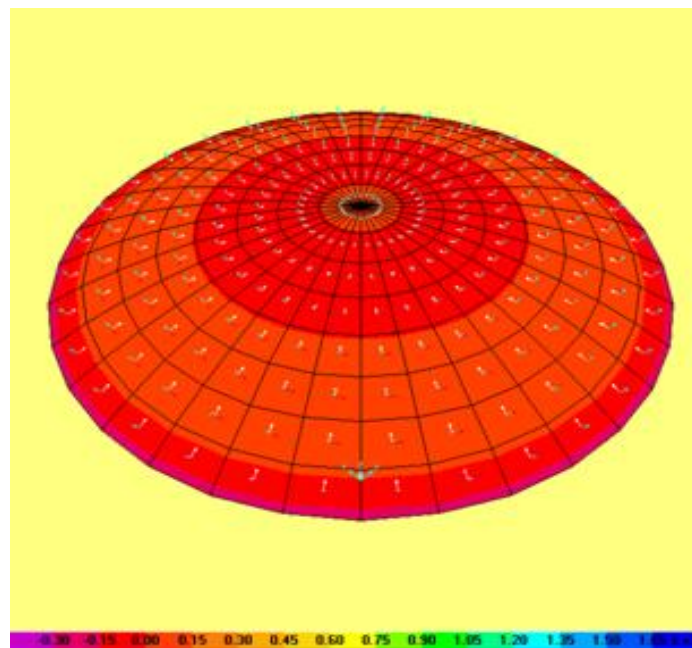
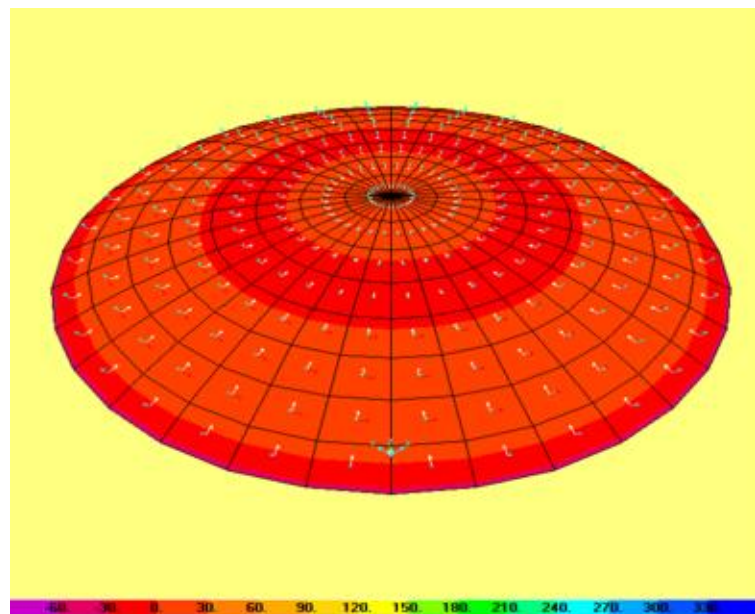
Refuerzo tangencial Hasta 0.45m a 2.15 de altura		
$A_s = \frac{T}{\phi f_y} - \frac{S_{11}(e)(b)}{\phi f_y}$		
Esfuerzo máx. S11	118.62	ton/m ²
S11	11.86	kg/cm ²
T	40330.80	cm ²
A _s	10.67	cm ²
Acero mínimo		
$A_{s_m} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} bd$	6.57	cm ²
$A_{s_m} = \frac{14}{f_y} bd$	9.07	cm ²
Distribución del acero		
Ø	1/2	“
A _s (Ø)	1.29	cm
Cantidad	10	Und.
Espaciam. acero S1	17.00	cm
Por lo tanto, usar: Ø 1/2” @ 17 cm en dos capas		
Refuerzo tangencial Hasta 0.45m a 2.15 de altura		
$A_s = \frac{T}{\phi f_y} - \frac{S_{11}(e)(b)}{\phi f_y}$		
Esfuerzo máx. S11	80.652	ton/m ²
S11	8.07	kg/cm ²
T	12904.2	cm ²
A _s	3.41	cm ²
Acero mínimo		
$A_{s_m} = \frac{0.7\sqrt{f'_c}}{f_y} bd$	3.86	cm ²
$A_{s_m} = \frac{14}{f_y} bd$	5.33	cm ²
Distribución del acero		
Ø	1/2	“
A _s (Ø)	1.29	cm

Cantidad	4	Und.
Espaciam. acero S1	25.00	cm
Por lo tanto, usar: Ø 1/2" @ 25 cm en dos capas		

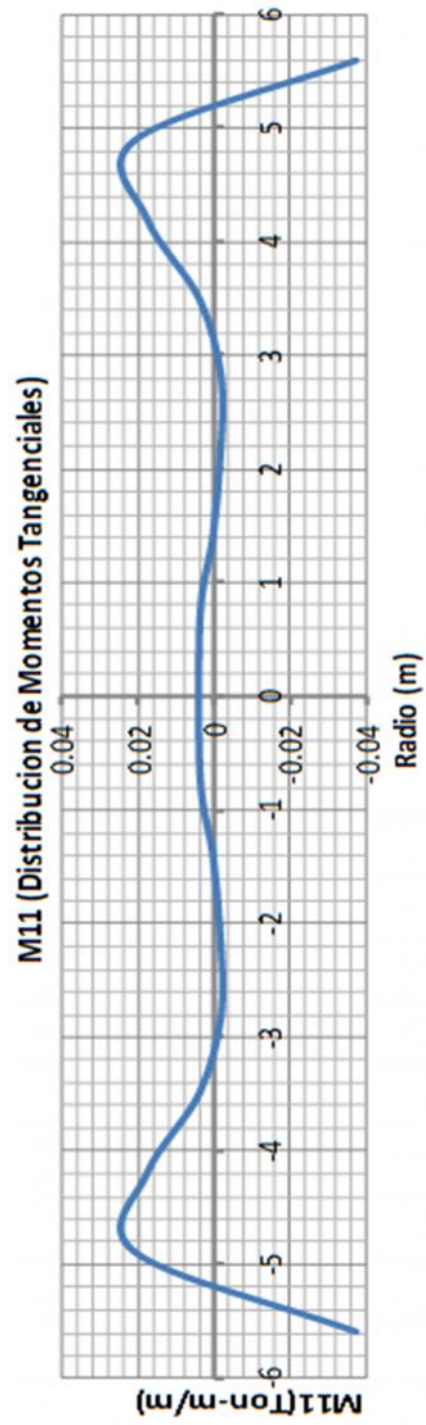
Diseño de acero en cúpula

Diseño de Acero Radial en Losa Tapa.

Distribucion de momentos Tangenciales y Radiales en losa tapa

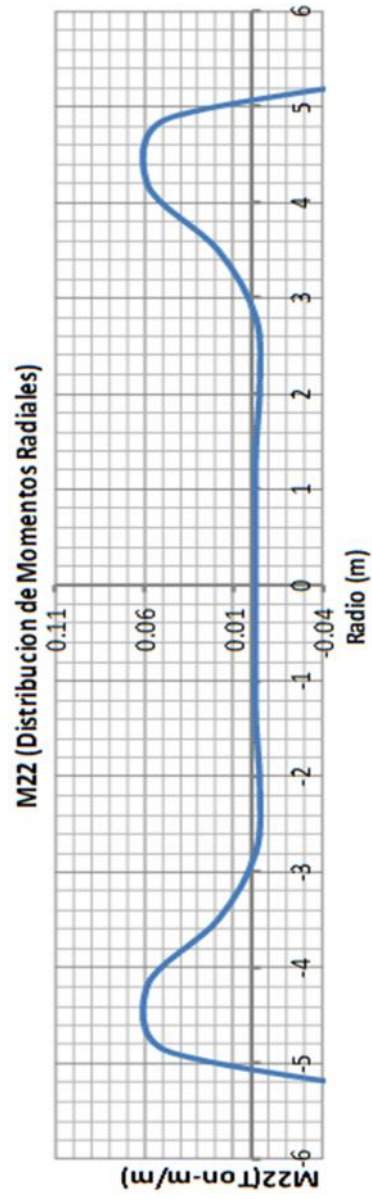


Refuerzo tangencial en losa



Datos de la Losa Tapa del Reservoirio		
r	5.60	cm
b	100.00	cm
e	7.50	cm
d	3.50	cm
f'c	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²
Ø	0.90	flexión
Por resistencia última se tiene:		
$\frac{(fy)^2(As)^2}{1.7(f'c)(b)} - \phi(fy)(d)(As) + Mn = 0$ $A(As)^2 - B(As) + Mu = 0$		
A	444.71	
B	- 13,230.00	
Mu	0.02	ton-cm/cm
M. para tang. a 4.9m radio	2094.00	ton-m/m
As1 = 29.59		
As2 = 0.16	0.16	cm ²
Acero mínimo		
$As_m = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{fy} bd$	0.85	cm ²
$As_m = \frac{14}{fy} bd$	2.50	cm ²
Distribución del acero		
Ø	3/8	"
As (Ø)	0.71	cm
Cantidad	3.52	Und.
Espaciam. acero S1	30.00	cm
Por lo tanto, usar:		
Ø 3/8" @ 30 cm		

Refuerzo radial en losa



Datos de la Losa Tapa del Reservorio		
r	5.60	cm
b	100.00	cm
e	11.00	cm
d	7.00	cm
f'c	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²
Ø	0.90	flexión
Por resistencia última se tiene:		
$\frac{(fy)^2(As)^2}{1.7(f'c)(b)} - \phi(fy)(d)(As) + Mn = 0$ $A(As)^2 - B(As) + Mu = 0$		
A	444.71	
B	- 26,460.00	
Mu	0.04	ton-cm/cm
M. para tang. a 3.15m radio	4460.00	ton-m/m
As1 = 59.33 As2 = 0.17	0.17	cm ²
Acero mínimo		
$As_m = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{fy} bd$	1.69	cm ²
$As_m = \frac{14}{fy} bd$	3.67	cm ²
Distribución del acero		
Ø	3/8	“
As (Ø)	0.71	cm
Cantidad	5.16	Und.
Espaciam. acero S1	19.00	cm
Por lo tanto, usar: Ø 3/8” @ 19 cmp		

Diseño de acero en viga		
h	35.00	cm
b	25.00	cm
r	6.00	cm
d	29.00	cm
f'c	210.00	kg/cm ²
fy	4200.00	kg/cm ²
Ø	0.90	flexión
Acero mínimo		
$A_{s_m} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{f_y}bd$	1.75	cm ²
$A_{s_m} = \frac{14}{f_y}bd$	2.42	cm ²
Distribución del acero		
Ø	1/2	“
As (Ø)	1.29	cm
Cantidad	2	Und.
Espaciam. acero S1	19.00	cm
Por lo tanto, usar: Ø 1/2” @ 19 cm		

4.2.1.5. Diseño de la Red de Distribución

4.2.1.5.1. Caudal de Diseño

Las redes de distribución se diseñarán para el caudal máximo horario (Qmh).

Para este caso el caudal máximo horario (Qmh) es de 108.2 lt/s.

4.2.1.5.2. Velocidades

En general se recomienda un rango de velocidad máxima de 3.00 m/s.

La velocidad máxima admisible será de 3.00 m/s.

4.2.1.5.3. Presiones

La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 10 m.c.a y la presión estática no será mayor de 40 – 50 m.c.a.

4.2.1.5.4. Diámetros

- El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (3/4") para ramales.
- Las conexiones domiciliarias se realizarán en diámetros de 15 o 20 mm (1/2" o 3/4") y las conexiones de las piletas públicas en 20mm como mínimo.

4.2.1.5.5. Criterios de Diseño

El diseño hidráulico podrá realizarse como red ramificada (redes abiertas), red mallada o anillada (cerradas) y combinadas.

Los cálculos deben realizarse tomando en cuenta los diámetros internos reales de la tubería.

4.2.1.5.6. Tipos de Redes

-) **Red ramificada:** Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de la línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias.
-) **Red mallada o ramificada:** Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada

tubería que una dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se dispondrán a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

El diámetro a utilizarse en la red o línea de alimentación será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.

Para este proyecto, se determinó el cálculo del diámetro de la tubería a través de una red mallada. La realización de éstos cálculos se obtuvo a través del programa WATERCAD, basándose en lo siguiente:

Redes Malladas

Para la determinación de los caudales en redes malladas se aplicará el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los “i” nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i,$$

Donde:

Qi: Caudal en el nudo “i” en (l/s).

Qp: Caudal unitario poblacional en (l/s-hab).

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Qt: Caudal máximo horario en (l/s).

Pt: Población total del proyecto en (hab).

Pi: Población de área de influencia del nudo “i” en (hab).

Para el análisis hidráulico para el sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

El dimensionamiento de redes cerradas, estará controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga, nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se adjuntará memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- para caudal mínimo.
- caudal máximo.
- presión mínima.
- presión máxima.
- etc.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se procedió a realizar el cálculo hidráulico de la red a través del programa WATERCAD, obteniendo los siguientes resultados en los nudos y tuberías.

Para ello se determinó el caudal unitario en cada uno de los nudos a partir de los polígonos de Thiessen apoyados del programa ArcMap, obteniendo los siguientes valores de la distribución de caudales:

4.2.1.6. Conexión Domiciliaria

Se instalará para las viviendas e instituciones públicas. La acometida es desde la red principal hasta la caja de paso, se tendrá dos diámetros de conexión:

- Conexión domiciliaria, con tubería DN 1/2" PVC SP, C-10.
- Conexión para instituciones, con tubería DN 3/4" PVC SP, C-10.

Las conexiones se darán en función de la cantidad de familias, instituciones, postas y demás que se considere dentro del proyecto.

4.2.1.6.1. Cajas de Paso

La caja de conexión será pre-fabricada de dimensiones 0.50 x 0.30 x 0.35m, contará con una tapa termoplástica de 0.20 x 0.30m. Su ubicación será en un terreno plano y sobre elevado de tal forma que no sea afectado por las aguas pluviales, el nivel de la tapa se ubicará 5cm por encima del terreno.

La tubería de acometida será por vivienda y determinado por los planos, si la tubería atraviesa depresiones del terreno que expongan a la tubería, en estos puntos deberá protegerse con dados de concreto.

4.2.1.6.2. Instalaciones de Conexión

La acometida es desde la red principal hasta la caja de paso, se tendrá dos diámetros de conexión:

El sistema estará dotado de suministro e instalación de accesorios en conexiones,

finalmente se realizará una prueba hidráulica y desinfección de líneas de tubería.

4.2.1.7. Válvula de Control

Se construirán cajas de válvulas de control con sus respectivos accesorios, con el fin de tener una correcta operación y mantenimiento del sistema así como de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución, según el planteamiento de trazado del proyectista en función a la topografía.

La estructura será de concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.

En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.

Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

A continuación se mostrará el cuadro de reportes del modelamiento hidráulico de la ciudad de Cutervo a través de software watercad, con ayuda de ArcGis y autocad.

NUDOS

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
428	N=53	2,675.88	0.217	2,697.98	22
1959	N=54	2,668.65	0.000	2,690.87	22
537	N=55	2,698.93	0.384	2,721.55	23
1467	N=56	2,698.89	0.892	2,721.55	23
1947	N=57	2,667.75	0.000	2,690.70	23
1245	N=58	2,668.40	0.295	2,691.39	23
259	N=59	2,667.45	0.651	2,690.70	23
1657	N=60	2,674.72	0.313	2,697.98	23
1690	N=61	2,698.38	0.324	2,721.78	23
911	N=62	2,698.09	0.417	2,721.55	23
1486	N=63	2,702.76	0.339	2,726.46	24
1241	N=64	2,667.97	0.421	2,691.76	24
1956	N=65	2,666.98	0.000	2,690.79	24
1729	N=66	2,662.50	0.115	2,686.37	24
591	N=67	2,697.43	0.375	2,721.55	24
771	N=68	2,666.90	0.482	2,691.12	24
423	N=69	2,697.06	0.334	2,721.64	25
1280	N=70	2,698.38	0.353	2,722.96	25
1378	N=71	2,696.86	0.251	2,721.67	25
1953	N=72	2,665.83	0.000	2,690.78	25
1918	N=73	2,696.06	0.000	2,721.55	25
518	N=74	2,665.38	0.491	2,691.19	26
1185	N=75	2,664.91	0.263	2,690.79	26
1950	N=76	2,664.87	0.000	2,690.78	26
808	N=77	2,664.70	0.764	2,690.64	26
867	N=78	2,723.26	0.453	2,749.36	26
1395	N=79	2,695.31	0.320	2,721.56	26
755	N=80	2,695.25	0.268	2,721.61	26
718	N=81	2,700.02	0.432	2,726.51	26
1181	N=82	2,664.18	0.164	2,690.78	27
1081	N=83	2,664.42	0.586	2,691.07	27
562	N=84	2,671.31	0.264	2,697.98	27
890	N=85	2,715.68	0.271	2,742.42	27
1390	N=86	2,694.79	0.388	2,721.56	27
631	N=87	2,699.09	0.669	2,725.97	27
1292	N=88	2,694.61	0.476	2,721.61	27
328	N=89	2,714.69	0.617	2,741.76	27
1409	N=90	2,670.79	0.174	2,697.98	27
512	N=91	2,698.73	0.735	2,725.99	27
826	N=92	2,712.98	0.297	2,740.28	27
1653	N=93	2,670.57	0.157	2,697.98	27
721	N=94	2,695.48	0.244	2,722.89	27
680	N=95	2,695.47	0.358	2,723.03	28
1687	N=96	2,693.78	0.336	2,721.68	28
470	N=97	2,711.99	0.396	2,739.98	28
448	N=98	2,662.78	0.291	2,690.78	28
268	N=99	2,693.38	0.541	2,721.55	28
1688	N=100	2,693.34	0.229	2,721.68	28
899	N=101	2,698.61	0.748	2,726.95	28
1418	N=102	2,669.44	0.218	2,697.98	28
564	N=103	2,662.54	0.213	2,691.33	29
852	N=104	2,720.48	0.345	2,749.48	29

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
1693	N=1	2,712.10	0.120	2,721.70	10
2057	N=2	2,688.01	0.000	2,697.98	10
2016	N=3	2,680.37	0.000	2,690.60	10
1912	N=4	2,711.20	0.000	2,721.55	10
1453	N=5	2,714.94	0.347	2,725.97	11
1109	N=6	2,679.38	0.317	2,690.60	11
1692	N=7	2,710.12	0.270	2,721.70	12
1106	N=8	2,678.77	0.199	2,690.61	12
1458	N=9	2,714.12	0.482	2,725.97	12
655	N=10	2,728.34	0.229	2,740.19	12
1455	N=11	2,713.88	0.340	2,725.97	12
1906	N=12	2,709.37	0.000	2,721.56	12
586	N=13	2,727.94	0.257	2,740.13	12
1565	N=14	2,710.53	0.180	2,722.74	12
1903	N=15	2,709.34	0.000	2,721.58	12
921	N=16	2,727.21	0.205	2,740.07	13
1915	N=17	2,708.62	0.000	2,721.55	13
1909	N=18	2,708.48	0.000	2,721.56	13
1465	N=19	2,712.55	0.253	2,725.97	13
587	N=20	2,726.56	0.189	2,740.05	13
859	N=21	2,735.37	0.544	2,749.32	14
1900	N=22	2,707.52	0.000	2,721.61	14
1673	N=23	2,735.00	0.461	2,749.32	14
952	N=24	2,726.20	0.471	2,740.62	14
2019	N=25	2,675.94	0.000	2,690.61	15
2060	N=26	2,683.00	0.000	2,697.98	15
864	N=27	2,734.29	0.627	2,749.36	15
1968	N=28	2,675.16	0.000	2,691.22	16
1450	N=29	2,709.55	0.341	2,725.97	16
1460	N=30	2,709.41	0.367	2,725.97	17
660	N=31	2,724.06	0.418	2,740.83	17
2042	N=32	2,680.71	0.000	2,697.98	17
1462	N=33	2,708.33	0.197	2,725.97	18
1691	N=34	2,703.89	0.446	2,721.74	18
1965	N=35	2,673.33	0.000	2,691.17	18
616	N=36	2,672.20	0.490	2,690.61	18
1114	N=37	2,672.09	0.297	2,690.61	18
1325	N=38	2,704.39	0.245	2,722.92	18
804	N=39	2,708.06	0.475	2,726.78	19
1725	N=40	2,667.62	0.249	2,686.38	19
2045	N=41	2,679.01	0.000	2,697.98	19
1971	N=42	2,672.34	0.000	2,691.39	19
705	N=43	2,706.66	0.678	2,725.97	19
2063	N=44	2,680.59	0.000	2,700.56	20
1962	N=45	2,670.91	0.000	2,691.07	20
2054	N=46	2,677.65	0.000	2,697.98	20
1313	N=47	2,670.78	0.314	2,691.17	20
1563	N=48	2,702.29	0.138	2,722.74	20
2048	N=49	2,677.51	0.000	2,697.98	20
2001	N=50	2,670.22	0.000	2,691.38	21
2051	N=51	2,676.57	0.000	2,697.98	21
1590	N=52	2,669.50	0.276	2,691.22	22

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
1234	N=105	2,662.37	0.215	2,691.38	29
1413	N=106	2,668.80	0.186	2,697.98	29
1091	N=107	2,661.68	0.378	2,690.87	29
671	N=108	2,692.29	0.628	2,721.58	29
1683	N=109	2,692.44	0.336	2,721.74	29
1624	N=110	2,692.32	0.427	2,721.66	29
418	N=111	2,719.67	0.260	2,749.32	30
449	N=112	2,661.00	0.362	2,690.77	30
575	N=113	2,710.34	0.350	2,740.13	30
1087	N=114	2,660.88	0.321	2,690.81	30
540	N=115	2,710.26	0.358	2,740.28	30
784	N=116	2,710.56	0.681	2,740.58	30
651	N=117	2,670.65	0.640	2,700.80	30
711	N=118	2,660.46	0.525	2,690.64	30
846	N=119	2,709.34	0.579	2,739.53	30
315	N=120	2,695.93	0.711	2,726.14	30
343	N=121	2,696.00	0.548	2,726.25	30
1507	N=122	2,695.69	0.306	2,726.04	30
1497	N=123	2,695.84	0.266	2,726.24	30
1383	N=124	2,709.65	0.266	2,740.07	30
665	N=125	2,660.06	0.223	2,690.59	30
1493	N=126	2,695.63	0.188	2,726.25	31
706	N=127	2,695.20	0.370	2,725.97	31
511	N=128	2,695.23	0.270	2,726.04	31
1567	N=129	2,691.91	0.217	2,722.74	31
1684	N=130	2,690.86	0.362	2,721.70	31
1638	N=131	2,666.66	0.377	2,697.98	31
495	N=132	2,694.94	0.160	2,726.34	31
446	N=133	2,666.44	0.298	2,697.99	31
507	N=134	2,689.85	0.247	2,721.55	32
882	N=135	2,712.41	0.136	2,744.13	32
619	N=136	2,666.26	0.241	2,697.98	32
1349	N=137	2,668.80	0.335	2,700.56	32
1475	N=138	2,694.57	0.144	2,726.33	32
673	N=139	2,691.29	0.334	2,723.11	32
1426	N=140	2,666.13	0.215	2,697.98	32
577	N=141	2,689.76	0.217	2,721.65	32
776	N=142	2,694.44	0.478	2,726.34	32
1644	N=143	2,666.00	0.254	2,697.98	32
1685	N=144	2,689.56	0.365	2,721.69	32
1294	N=145	2,708.27	0.765	2,740.41	32
1686	N=146	2,689.52	0.351	2,721.68	32
251	N=147	2,717.19	0.306	2,749.36	32
717	N=148	2,694.19	0.342	2,726.41	32
445	N=149	2,665.75	0.310	2,697.99	32
1561	N=150	2,690.44	0.145	2,722.74	32
1606	N=151	2,717.00	0.541	2,749.32	32
499	N=152	2,690.61	0.269	2,722.96	32
2004	N=153	2,658.63	0.000	2,691.03	32
555	N=154	2,668.05	0.371	2,700.56	32
1212	N=155	2,690.04	0.418	2,722.75	33
1648	N=156	2,665.26	0.283	2,697.98	33

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
849	N=157	2,716.55	0.221	2,749.40	33
714	N=158	2,688.66	0.447	2,721.55	33
570	N=159	2,658.10	0.368	2,691.03	33
1633	N=160	2,665.03	0.259	2,698.00	33
2033	N=161	2,667.02	0.000	2,700.06	33
1228	N=162	2,667.50	0.340	2,700.58	33
1996	N=163	2,667.41	0.470	2,700.57	33
1342	N=164	2,667.32	0.294	2,700.56	33
1422	N=165	2,664.73	0.176	2,697.98	33
396	N=166	2,658.06	0.438	2,691.38	33
1661	N=167	2,692.71	0.226	2,726.04	33
1300	N=168	2,688.29	0.088	2,721.65	33
1629	N=169	2,664.56	0.337	2,698.00	33
340	N=170	2,689.27	0.171	2,722.74	33
2007	N=171	2,656.42	0.000	2,689.95	33
552	N=172	2,657.00	0.513	2,690.53	33
746	N=173	2,666.99	0.118	2,700.56	33
842	N=174	2,666.99	0.381	2,700.56	34
463	N=175	2,689.07	0.140	2,722.74	34
1682	N=176	2,688.09	0.251	2,721.81	34
1013	N=177	2,652.69	0.208	2,686.52	34
736	N=178	2,652.56	0.245	2,686.49	34
1503	N=179	2,692.00	0.648	2,726.04	34
425	N=180	2,663.89	0.250	2,697.98	34
806	N=181	2,653.96	0.382	2,688.07	34
554	N=182	2,666.26	0.485	2,700.56	34
792	N=183	2,652.12	0.146	2,686.50	34
1153	N=184	2,654.88	0.115	2,689.28	34
330	N=185	2,654.25	0.145	2,688.73	34
1578	N=186	2,688.17	0.196	2,722.74	34
877	N=187	2,711.00	0.113	2,745.63	35
486	N=188	2,706.89	0.286	2,741.76	35
1168	N=189	2,654.09	0.147	2,688.98	35
750	N=190	2,662.95	0.661	2,698.01	35
781	N=191	2,653.27	0.413	2,688.36	35
468	N=192	2,687.60	0.261	2,722.92	35
662	N=193	2,687.55	0.321	2,722.87	35
322	N=194	2,686.32	0.103	2,721.65	35
1489	N=195	2,691.14	0.172	2,726.56	35
426	N=196	2,662.44	0.319	2,697.98	35
1124	N=197	2,653.36	0.167	2,688.96	36
1145	N=198	2,653.33	0.123	2,688.98	36
256	N=199	2,687.32	0.259	2,723.03	36
1149	N=200	2,653.19	0.137	2,689.05	36
698	N=201	2,650.67	0.195	2,686.53	36
2025	N=202	2,690.08	0.000	2,725.97	36
1480	N=203	2,690.60	0.166	2,726.57	36
266	N=204	2,654.51	0.225	2,690.51	36
739	N=205	2,664.51	0.279	2,700.56	36
331	N=206	2,654.29	0.184	2,690.42	36
392	N=207	2,652.76	0.121	2,688.93	36
729	N=208	2,686.45	0.117	2,722.74	36

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
625	N=209	2,654.37	0.739	2,690.69	36
1442	N=210	2,689.68	0.428	2,726.04	36
534	N=211	2,654.67	0.226	2,691.03	36
284	N=212	2,654.15	0.440	2,690.59	36
782	N=213	2,651.63	0.591	2,688.07	36
1158	N=214	2,653.41	0.182	2,689.95	36
710	N=215	2,653.85	0.362	2,690.59	37
1121	N=216	2,652.03	0.206	2,688.94	37
393	N=217	2,652.00	0.172	2,688.97	37
798	N=218	2,663.06	1.332	2,700.06	37
1333	N=219	2,712.32	0.416	2,749.33	37
532	N=220	2,651.65	0.418	2,688.73	37
572	N=221	2,653.83	0.462	2,691.03	37
573	N=222	2,653.82	0.781	2,691.02	37
1071	N=223	2,653.72	0.610	2,690.99	37
1065	N=224	2,653.25	0.502	2,690.57	37
381	N=225	2,653.66	0.569	2,691.01	37
358	N=226	2,662.16	1.099	2,699.62	37
1010	N=227	2,649.01	0.224	2,686.52	37
515	N=228	2,683.95	0.078	2,721.55	38
1130	N=229	2,652.89	0.584	2,690.52	38
453	N=230	2,711.39	0.191	2,749.18	38
701	N=231	2,683.60	0.210	2,721.55	38
1555	N=232	2,684.67	0.127	2,722.74	38
321	N=233	2,683.38	0.080	2,721.65	38
337	N=234	2,710.92	0.290	2,749.23	38
1023	N=235	2,647.99	0.135	2,686.54	38
723	N=236	2,688.87	0.588	2,727.54	39
634	N=237	2,688.08	0.682	2,726.80	39
399	N=238	2,682.86	0.088	2,721.65	39
1360	N=239	2,683.91	0.169	2,722.74	39
708	N=240	2,649.22	0.541	2,688.10	39
988	N=241	2,647.51	0.251	2,686.50	39
972	N=242	2,647.37	0.377	2,686.49	39
379	N=243	2,710.15	0.364	2,749.32	39
1601	N=244	2,710.12	0.377	2,749.33	39
1534	N=245	2,683.30	0.164	2,722.74	39
1571	N=246	2,683.28	0.204	2,722.74	39
1978	N=247	2,682.14	0.000	2,721.66	39
385	N=248	2,687.12	0.111	2,726.84	40
535	N=249	2,651.25	0.777	2,691.02	40
1005	N=250	2,646.40	0.267	2,686.52	40
749	N=251	2,657.90	1.335	2,698.03	40
902	N=252	2,686.41	0.285	2,726.80	40
598	N=253	2,682.77	0.259	2,723.21	40
895	N=254	2,703.17	0.287	2,743.65	40
442	N=255	2,681.12	0.428	2,721.61	40
1339	N=256	2,681.43	0.290	2,721.94	40
744	N=257	2,681.11	0.318	2,721.64	40
1269	N=258	2,682.24	0.263	2,722.94	41
747	N=259	2,680.91	0.390	2,721.63	41
1018	N=260	2,645.83	0.235	2,686.55	41

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
646	N=261	2,649.50	0.459	2,690.37	41
1575	N=262	2,681.70	0.436	2,722.74	41
811	N=263	2,659.10	0.434	2,700.35	41
613	N=264	2,645.09	0.284	2,686.50	41
492	N=265	2,685.07	0.397	2,726.62	41
1438	N=266	2,684.46	0.182	2,726.04	41
417	N=267	2,707.71	0.198	2,749.32	42
1537	N=268	2,680.89	0.240	2,722.74	42
443	N=269	2,679.69	0.534	2,721.60	42
1552	N=270	2,680.82	0.184	2,722.74	42
1026	N=271	2,644.47	0.203	2,686.57	42
628	N=272	2,643.82	0.233	2,686.49	43
741	N=273	2,681.63	0.326	2,724.36	43
1257	N=274	2,680.17	0.262	2,722.99	43
348	N=275	2,678.72	0.283	2,721.56	43
636	N=276	2,644.73	0.525	2,687.76	43
692	N=277	2,679.73	0.581	2,722.82	43
687	N=278	2,643.31	0.389	2,686.45	43
1172	N=279	2,656.67	0.424	2,699.82	43
813	N=280	2,678.34	0.558	2,721.58	43
377	N=281	2,678.40	0.430	2,721.65	43
801	N=282	2,644.30	0.599	2,687.75	43
1045	N=283	2,643.88	0.416	2,687.69	44
1100	N=284	2,643.77	0.206	2,687.69	44
997	N=285	2,642.53	0.210	2,686.50	44
1936	N=286	2,705.31	0.000	2,749.32	44
1404	N=287	2,677.51	0.443	2,721.56	44
334	N=288	2,681.95	0.152	2,726.04	44
614	N=289	2,642.12	0.202	2,686.52	44
467	N=290	2,678.48	0.303	2,722.89	44
310	N=291	2,643.28	0.283	2,687.72	44
638	N=292	2,643.10	0.341	2,687.59	44
401	N=293	2,643.19	0.311	2,687.69	44
1556	N=294	2,678.20	0.271	2,722.74	44
1031	N=295	2,642.02	0.207	2,686.57	44
766	N=296	2,642.88	0.219	2,687.57	45
473	N=297	2,677.96	0.175	2,722.74	45
819	N=298	2,641.58	0.164	2,686.49	45
983	N=299	2,641.25	0.327	2,686.45	45
2070	N=300	2,677.67	0.150	2,722.89	45
1202	N=301	2,677.50	0.454	2,722.83	45
1097	N=302	2,642.08	0.189	2,687.48	45
1364	N=303	2,677.29	0.152	2,722.74	45
1036	N=304	2,640.86	0.181	2,686.46	46
529	N=305	2,640.77	0.178	2,686.45	46
1722	N=306	2,640.69	0.091	2,686.39	46
963	N=307	2,640.69	0.217	2,686.41	46
1726	N=308	2,640.65	0.214	2,686.39	46
728	N=309	2,677.00	0.199	2,722.74	46
1221	N=310	2,703.57	0.110	2,749.32	46
639	N=311	2,641.55	0.233	2,687.37	46
732	N=312	2,640.47	0.106	2,686.40	46

FlexTable: Junction Table

ID	DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA (m)	PRESIÓN (m H2O)
767	N=313	2,640.73	0.226	2,686.68	46
1731	N=314	2,640.40	0.370	2,686.38	46
617	N=315	2,676.10	0.438	2,722.14	46
1274	N=316	2,676.84	0.297	2,722.91	46
451	N=317	2,675.27	0.199	2,721.65	46
1732	N=318	2,639.92	0.318	2,686.39	46
546	N=319	2,676.32	0.290	2,722.87	46
406	N=320	2,676.15	0.228	2,722.74	46
1214	N=321	2,675.44	0.110	2,722.75	47
1595	N=322	2,675.61	0.254	2,722.92	47
897	N=323	2,693.45	0.481	2,740.80	47
957	N=324	2,639.03	0.151	2,686.41	47
691	N=325	2,675.09	0.278	2,722.75	48
1261	N=326	2,674.97	0.149	2,723.07	48
688	N=327	2,638.00	0.118	2,686.41	48
1981	N=328	2,672.95	0.000	2,721.65	49
1694	N=329	2,672.84	0.184	2,721.68	49
968	N=330	2,637.23	0.217	2,686.42	49
1544	N=331	2,673.51	0.263	2,722.75	49
1205	N=332	2,673.58	0.453	2,722.85	49
1585	N=333	2,673.50	0.229	2,722.91	49
502	N=334	2,673.92	0.229	2,723.35	49
1356	N=335	2,673.24	0.266	2,722.74	49
501	N=336	2,673.55	0.147	2,723.07	49
1689	N=337	2,672.10	0.241	2,721.68	49
589	N=338	2,672.73	0.354	2,722.84	50
1933	N=339	2,699.18	0.000	2,749.33	50
1250	N=340	2,672.63	0.265	2,722.91	50
557	N=341	2,672.49	0.298	2,722.87	50
275	N=342	2,672.24	0.412	2,722.75	50
481	N=343	2,671.13	0.202	2,722.80	52
1317	N=344	2,671.17	0.383	2,722.89	52
1197	N=345	2,670.38	0.303	2,722.85	52
752	N=346	2,669.89	0.217	2,722.74	53
1930	N=347	2,696.20	0.000	2,749.33	53
415	N=348	2,668.91	0.314	2,722.87	54
1353	N=349	2,666.91	0.329	2,721.62	55
675	N=350	2,667.76	0.304	2,722.71	55
1373	N=351	2,667.75	0.498	2,722.76	55
763	N=352	2,667.71	0.198	2,722.73	55
414	N=353	2,667.15	0.192	2,722.84	56
840	N=354	2,666.69	0.324	2,722.76	56
542	N=355	2,665.94	0.240	2,722.80	57
1927	N=356	2,692.09	0.000	2,749.23	57
559	N=357	2,665.03	0.242	2,722.75	58

RESERVORIO

FlexTable: Tank Table

ID	ELEVACIÓN BASE (m)	ELEVACIÓN MÍNIMA (m)	ELEVACIÓN INICIAL (m)	ELEVACIÓN MÁXIMA (m)	Hydraulic Grade (m)
848	2,742.94	2,743.94	2,750.04	2,750.94	2,750.04

TUBERÍAS

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
2067	T-1	7.31	N=117	VRP=4	148.40	PVC	150.0	-13.845	0.80	0.004
1926	T-2	8.70	VRP=1	N=323	148.40	PVC	150.0	-66.821	3.86	0.072
2031	T-3	11.17	VRP=3	N=116	152.40	PVC	150.0	-11.173	0.61	0.002
1308	T-4	11.90	N=336	N=326	148.40	PVC	150.0	-2.964	0.17	0.000
2014	T-5	11.95	N=343	VRP=2	148.40	PVC	150.0	31.209	1.80	0.018
941	T-6	12.66	N=115	N=92	148.40	PVC	150.0	-2.306	0.13	0.000
1433	T-7	13.36	N=228	N=231	148.40	PVC	150.0	-0.655	0.04	0.000
1235	T-8	14.61	N=103	N=105	148.40	PVC	150.0	-12.873	0.74	0.003
1302	T-9	14.90	N=168	N=194	148.40	PVC	150.0	0.315	0.02	0.000
1491	T-10	15.02	N=195	N=203	102.00	PVC	150.0	-1.678	0.21	0.000
1102	T-11	16.67	N=284	N=283	102.00	PVC	150.0	0.635	0.08	0.000
1218	T-12	16.85	N=321	N=325	102.00	PVC	150.0	-1.177	0.14	0.000
904	T-13	17.60	N=252	N=248	102.00	PVC	150.0	-4.031	0.49	0.002
1635	T-14	18.86	N=160	N=169	148.40	PVC	150.0	0.907	0.05	0.000
1163	T-15	20.08	N=215	N=212	102.00	PVC	150.0	0.624	0.08	0.000
883	T-16	21.07	N=187	N=135	148.40	PVC	150.0	66.328	3.83	0.071
1293	T-17	21.69	N=80	N=88	148.40	PVC	150.0	3.622	0.21	0.000
320	T-18	22.15	N=233	N=194	148.40	PVC	150.0	-2.206	0.13	0.000
1416	T-19	23.07	N=90	N=106	148.40	PVC	150.0	0.216	0.01	0.000
1884	T-20	23.39	N=230	N=187	148.40	PVC	150.0	99.868	5.77	0.152
1094	T-21	23.59	N=114	N=107	102.00	PVC	150.0	-3.998	0.49	0.002
1096	T-22	24.03	N=178	N=183	102.00	PVC	150.0	-1.309	0.16	0.000
1040	T-23	24.55	N=201	N=235	102.00	PVC	150.0	-1.447	0.18	0.000
927	T-24	24.75	N=20	N=16	148.40	PVC	150.0	-6.266	0.36	0.001
1441	T-25	25.02	N=288	N=266	148.40	PVC	150.0	-0.152	0.01	0.000
1345	T-26	25.15	N=164	N=182	148.40	PVC	150.0	1.165	0.07	0.000
1477	T-27	25.40	N=138	N=142	102.00	PVC	150.0	-1.739	0.21	0.001
1352	T-28	25.51	N=173	N=137	148.40	PVC	150.0	-0.470	0.03	0.000
1187	T-29	25.62	N=75	N=82	102.00	PVC	150.0	1.210	0.15	0.000
1161	T-30	26.14	N=184	N=214	102.00	PVC	150.0	-14.250	1.74	0.026
1550	T-31	26.34	N=297	N=309	102.00	PVC	150.0	0.180	0.02	0.000

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W. Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1479	T-32	26.47	N=132	N=148	102.00	PVC	150.0	-4.394	0.54	0.003
1464	T-33	26.50	N=33	N=30	148.40	PVC	150.0	0.367	0.02	0.000
1189	T-34	26.97	N=350	N=352	102.00	PVC	150.0	-2.361	0.29	0.001
1496	T-35	27.58	N=121	N=126	102.00	PVC	150.0	-1.002	0.12	0.000
1664	T-36	28.46	N=128	N=167	102.00	PVC	150.0	-0.677	0.08	0.000
1654	T-37	28.63	N=102	N=93	148.40	PVC	150.0	0.733	0.04	0.000
1222	T-38	30.15	N=267	N=310	148.40	PVC	150.0	0.110	0.01	0.000
1579	T-39	32.33	N=129	N=186	102.00	PVC	150.0	-0.043	0.01	0.000
1650	T-40	32.66	N=156	N=180	148.40	PVC	150.0	-0.187	0.01	0.000
1156	T-41	33.10	N=200	N=184	102.00	PVC	150.0	-7.095	0.87	0.007
995	T-42	33.39	N=272	N=298	102.00	PVC	150.0	0.137	0.02	0.000
2055	T-43	33.45	N=90	N=46	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1171	T-44	33.71	N=198	N=189	102.00	PVC	150.0	-0.003	0.00	0.000
2015	T-45	34.30	VRP=2	N=64	148.40	PVC	150.0	31.207	1.80	0.018
1348	T-46	34.60	N=173	N=154	148.40	PVC	150.0	0.371	0.02	0.000
1152	T-47	34.88	N=217	N=200	102.00	PVC	150.0	-3.833	0.47	0.002
1192	T-48	35.40	N=355	N=353	102.00	PVC	150.0	-2.632	0.32	0.001
1148	T-49	35.65	N=207	N=198	102.00	PVC	150.0	-3.005	0.37	0.001
1542	T-50	35.89	N=303	N=342	102.00	PVC	150.0	-1.117	0.14	0.000
1446	T-51	35.90	N=127	N=87	148.40	PVC	150.0	-0.923	0.05	0.000
1434	T-52	36.32	N=228	N=134	148.40	PVC	150.0	0.005	0.00	0.000
2005	T-53	36.97	N=211	N=153	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1347	T-54	37.17	N=182	N=173	148.40	PVC	150.0	0.018	0.00	0.000
1427	T-55	37.25	N=165	N=140	148.40	PVC	150.0	0.161	0.01	0.000
1478	T-56	37.39	N=138	N=132	102.00	PVC	150.0	-1.041	0.13	0.000
376	T-57	37.45	N=233	N=281	148.40	PVC	150.0	1.927	0.11	0.000
1144	T-58	38.23	N=220	N=207	102.00	PVC	150.0	-6.171	0.76	0.005
914	T-59	38.38	N=99	N=62	148.40	PVC	150.0	0.219	0.01	0.000
1577	T-60	38.66	N=262	N=294	102.00	PVC	150.0	-0.077	0.01	0.000
1303	T-61	38.80	N=238	N=168	148.40	PVC	150.0	-0.088	0.01	0.000
1170	T-62	38.83	N=189	N=185	102.00	PVC	150.0	6.891	0.84	0.007

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W. Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 2 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1566	T-63	38.95	N=48	N=14	102.00	PVC	150.0	-0.027	0.00	0.000
1016	T-64	39.02	N=177	N=227	102.00	PVC	150.0	-0.278	0.03	0.000
1658	T-65	39.29	N=93	N=60	148.40	PVC	150.0	0.313	0.02	0.000
1210	T-66	39.51	N=301	N=277	148.40	PVC	150.0	4.001	0.23	0.000
1572	T-67	39.58	N=232	N=246	102.00	PVC	150.0	-0.112	0.01	0.000
1580	T-68	39.77	N=186	N=246	102.00	PVC	150.0	0.034	0.00	0.000
1734	T-69	39.78	N=318	N=312	83.40	PVC	150.0	-0.594	0.11	0.000
1723	T-70	40.07	N=306	N=324	83.40	PVC	150.0	-0.762	0.14	0.000
1368	T-71	40.12	N=303	N=320	102.00	PVC	150.0	0.423	0.05	0.000
1482	T-72	40.18	N=203	N=248	102.00	PVC	150.0	-6.934	0.85	0.007
1558	T-73	40.37	N=294	N=321	102.00	PVC	150.0	-0.629	0.08	0.000
1350	T-74	40.51	N=164	N=137	148.40	PVC	150.0	0.805	0.05	0.000
1559	T-75	40.63	N=270	N=232	102.00	PVC	150.0	0.115	0.01	0.000
1358	T-76	40.72	N=335	N=346	102.00	PVC	150.0	-0.144	0.02	0.000
891	T-77	40.74	N=135	N=85	148.40	PVC	150.0	50.003	2.89	0.042
1937	T-78	40.78	N=243	N=286	148.40	PVC	150.0	0.001	0.00	0.000
1367	T-79	40.83	N=239	N=303	102.00	PVC	150.0	-0.406	0.05	0.000
1074	T-80	41.04	N=223	N=225	148.40	PVC	150.0	-3.911	0.23	0.000
1377	T-81	41.32	N=158	N=141	148.40	PVC	150.0	-0.491	0.03	0.000
1122	T-82	41.60	N=207	N=216	102.00	PVC	150.0	-1.019	0.12	0.000
970	T-83	41.61	N=330	N=327	83.40	PVC	150.0	0.461	0.08	0.000
1237	T-84	42.05	N=156	N=105	148.40	PVC	150.0	-0.438	0.03	0.000
1183	T-85	42.20	N=82	N=98	102.00	PVC	150.0	1.046	0.13	0.000
1165	T-86	42.29	N=211	N=221	148.40	PVC	150.0	-1.371	0.08	0.000
1376	T-87	42.55	N=354	N=351	102.00	PVC	150.0	0.068	0.01	0.000
965	T-88	42.58	N=307	N=324	83.40	PVC	150.0	0.570	0.10	0.000
1499	T-89	42.64	N=123	N=126	102.00	PVC	150.0	-1.445	0.18	0.000
1151	T-90	42.73	N=200	N=198	102.00	PVC	150.0	3.125	0.38	0.002
1649	T-91	43.02	N=143	N=156	148.40	PVC	150.0	0.486	0.03	0.000
1169	T-92	43.06	N=184	N=189	102.00	PVC	150.0	7.041	0.86	0.007
1645	T-93	43.55	N=136	N=143	148.40	PVC	150.0	1.076	0.06	0.000

redes PROYECTA .wg
11/9/2022

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 203 W. Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 3 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
906	T-94	43.64	N=248	N=236	102.00	PVC	150.0	-11.076	1.36	0.016
1569	T-95	43.97	N=129	N=150	102.00	PVC	150.0	0.156	0.02	0.000
1627	T-96	44.01	N=194	N=110	148.40	PVC	150.0	-1.994	0.12	0.000
1044	T-97	44.03	N=296	N=292	102.00	PVC	150.0	-1.693	0.21	0.000
1967	T-98	44.16	N=35	N=47	148.40	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
1112	T-99	44.20	N=8	N=6	102.00	PVC	150.0	0.203	0.02	0.000
1547	T-100	44.97	N=331	N=325	102.00	PVC	150.0	-0.379	0.05	0.000
909	T-101	45.00	N=57	N=134	148.40	PVC	150.0	-0.028	0.00	0.000
1127	T-102	45.17	N=207	N=217	102.00	PVC	150.0	-2.269	0.28	0.001
413	T-103	45.24	N=353	N=348	102.00	PVC	150.0	-2.091	0.26	0.001
1382	T-104	45.30	N=71	N=69	148.40	PVC	150.0	5.092	0.29	0.001
1728	T-105	45.32	N=308	N=306	83.40	PVC	150.0	-0.577	0.11	0.000
1159	T-106	45.34	N=261	N=214	102.00	PVC	150.0	8.226	1.01	0.009
922	T-107	45.36	N=13	N=15	148.40	PVC	150.0	7.786	0.45	0.001
1381	T-108	45.45	N=141	N=71	148.40	PVC	150.0	-3.406	0.20	0.000
1117	T-109	45.55	N=36	N=37	102.00	PVC	150.0	-0.603	0.07	0.000
1568	T-110	45.64	N=14	N=129	102.00	PVC	150.0	-0.207	0.03	0.000
1972	T-111	45.70	N=58	N=42	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1375	T-112	46.05	N=351	N=346	102.00	PVC	150.0	1.305	0.16	0.000
1708	T-113	46.37	N=7	N=1	102.00	PVC	150.0	0.747	0.09	0.000
1385	T-114	46.74	N=124	N=113	148.40	PVC	150.0	-8.072	0.47	0.001
416	T-115	46.83	N=267	N=111	148.40	PVC	150.0	0.260	0.02	0.000
1291	T-116	47.03	N=69	N=80	148.40	PVC	150.0	4.758	0.28	0.001
1421	T-117	47.11	N=106	N=102	148.40	PVC	150.0	0.206	0.01	0.000
1126	T-118	47.41	N=197	N=217	102.00	PVC	150.0	-1.392	0.17	0.000
985	T-119	47.52	N=299	N=305	83.40	PVC	150.0	0.178	0.03	0.000
1028	T-120	47.82	N=271	N=250	102.00	PVC	150.0	1.623	0.20	0.000
1466	T-121	48.04	N=33	N=19	148.40	PVC	150.0	0.253	0.01	0.000
966	T-122	48.10	N=312	N=307	83.40	PVC	150.0	-0.700	0.13	0.000
1307	T-123	48.27	N=343	N=336	148.40	PVC	150.0	-15.759	0.97	0.006
1180	T-124	48.45	N=205	N=174	148.40	PVC	150.0	0.381	0.02	0.000

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 203 W. Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 4 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1969	T-125	48.53	N=52	N=28	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1306	T-126	48.58	N=334	N=273	148.40	PVC	150.0	-34.122	1.97	0.021
1642	T-127	48.58	N=131	N=136	148.40	PVC	150.0	1.317	0.08	0.000
1288	T-128	48.75	N=188	N=85	148.40	PVC	150.0	-27.015	1.56	0.013
424	T-129	48.86	N=180	N=196	148.40	PVC	150.0	-0.885	0.05	0.000
1190	T-130	48.87	N=350	N=357	102.00	PVC	150.0	-2.488	0.30	0.001
1265	T-131	49.18	N=95	N=139	148.40	PVC	150.0	-8.478	0.49	0.002
1191	T-132	49.24	N=357	N=355	102.00	PVC	150.0	-2.392	0.29	0.001
1417	T-133	49.36	N=106	N=53	148.40	PVC	150.0	0.217	0.01	0.000
1710	T-134	49.56	N=144	N=130	102.00	PVC	150.0	-1.081	0.13	0.000
1056	T-135	49.66	N=240	N=213	102.00	PVC	150.0	1.659	0.20	0.000
1551	T-136	49.98	N=309	N=321	102.00	PVC	150.0	-0.437	0.05	0.000
1386	T-137	50.02	N=97	N=124	148.40	PVC	150.0	-9.120	0.53	0.002
1304	T-138	50.05	N=343	N=338	148.40	PVC	150.0	-5.749	0.33	0.001
1225	T-139	50.15	N=94	N=193	148.40	PVC	150.0	4.087	0.24	0.000
1054	T-140	50.62	N=282	N=276	102.00	PVC	150.0	-1.257	0.15	0.000
1618	T-141	50.68	N=257	N=259	148.40	PVC	150.0	3.877	0.22	0.000
1718	T-142	50.74	N=329	N=337	102.00	PVC	150.0	-0.394	0.05	0.000
964	T-143	50.80	N=278	N=307	83.40	PVC	150.0	1.244	0.23	0.001
1615	T-144	51.00	N=10	N=13	148.40	PVC	150.0	7.167	0.41	0.001
444	T-145	51.61	N=149	N=133	148.40	PVC	150.0	0.298	0.02	0.000
1619	T-146	51.68	N=259	N=255	148.40	PVC	150.0	3.158	0.18	0.000
1125	T-147	51.79	N=216	N=197	102.00	PVC	150.0	-1.225	0.15	0.000
450	T-148	51.84	N=233	N=317	148.40	PVC	150.0	0.199	0.01	0.000
1604	T-149	51.90	N=234	N=244	185.40	PVC	150.0	-17.011	0.63	0.002
1562	T-150	51.94	N=232	N=150	102.00	PVC	150.0	0.101	0.01	0.000
1620	T-151	52.47	N=255	N=269	148.40	PVC	150.0	3.597	0.21	0.000
1058	T-152	52.66	N=181	N=213	102.00	PVC	150.0	-0.874	0.11	0.000
1223	T-153	52.76	N=319	N=290	148.40	PVC	150.0	-3.967	0.23	0.000
2032	T-154	52.84	N=179	N=167	152.40	PVC	150.0	-1.715	0.09	0.000
1090	T-155	53.03	N=112	N=114	102.00	PVC	150.0	-2.203	0.27	0.001

redes PROYECTA .mtg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 05795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 5 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1456	T-156	53.24	N=29	N=11	148.40	PVC	150.0	1.169	0.07	0.000
857	T-157	53.49	N=230	N=157	231.80	PVC	150.0	-46.115	1.09	0.004
1554	T-158	53.64	N=270	N=208	102.00	PVC	150.0	0.117	0.01	0.000
1085	T-159	53.84	N=83	N=68	148.40	PVC	150.0	-6.686	0.39	0.001
1702	T-160	53.89	N=34	N=109	102.00	PVC	150.0	-0.272	0.03	0.000
1616	T-161	53.90	N=281	N=257	148.40	PVC	150.0	1.497	0.09	0.000
1540	T-162	54.21	N=245	N=268	102.00	PVC	150.0	-0.032	0.00	0.000
994	T-163	54.43	N=272	N=242	102.00	PVC	150.0	-0.224	0.03	0.000
2073	T-164	54.60	N=341	N=300	148.40	PVC	150.0	-3.862	0.22	0.000
2027	T-165	54.62	N=202	N=127	148.40	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
447	T-166	54.64	N=98	N=112	102.00	PVC	150.0	0.754	0.09	0.000
1206	T-167	55.00	N=345	N=332	148.40	PVC	150.0	0.925	0.05	0.000
1602	T-168	55.02	N=219	N=244	185.40	PVC	150.0	3.208	0.12	0.000
1259	T-169	55.23	N=274	N=199	148.40	PVC	150.0	-5.670	0.33	0.001
1699	T-170	55.44	N=256	N=176	102.00	PVC	150.0	3.816	0.47	0.002
1617	T-171	55.46	N=257	N=141	148.40	PVC	150.0	-2.698	0.16	0.000
1396	T-172	55.55	N=86	N=79	148.40	PVC	150.0	2.180	0.13	0.000
1132	T-173	55.58	N=229	N=224	102.00	PVC	150.0	-2.439	0.30	0.001
1323	T-174	55.75	N=345	N=341	148.40	PVC	150.0	-4.304	0.25	0.000
1541	T-175	55.76	N=170	N=239	102.00	PVC	150.0	-0.171	0.02	0.000
1188	T-176	55.77	N=114	N=75	102.00	PVC	150.0	1.473	0.18	0.000
1033	T-177	55.80	N=295	N=313	102.00	PVC	150.0	-3.617	0.44	0.002
1586	T-178	55.88	N=316	N=333	148.40	PVC	150.0	1.615	0.09	0.000
1733	T-179	55.98	N=306	N=318	83.40	PVC	150.0	0.094	0.02	0.000
1141	T-180	55.99	N=206	N=204	102.00	PVC	150.0	-3.177	0.39	0.002
2071	T-181	56.10	N=290	N=300	148.40	PVC	150.0	0.237	0.01	0.000
1062	T-182	56.16	N=191	N=185	102.00	PVC	150.0	-6.801	0.83	0.007
1402	T-183	56.22	N=158	N=55	148.40	PVC	150.0	-0.494	0.03	0.000
2074	T-184	56.37	N=300	N=344	148.40	PVC	150.0	0.236	0.01	0.000
1329	T-185	56.45	N=38	N=94	148.40	PVC	150.0	4.481	0.26	0.000
1278	T-186	56.46	N=316	N=192	148.40	PVC	150.0	-1.437	0.08	0.000

redes PROYECTA .mtg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 6 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
871	T-187	56.46	N=78	N=147	231.80	PVC	150.0	-7.133	0.17	0.000
876	T-188	56.53	N=104	N=147	292.20	PVC	150.0	58.893	0.88	0.002
1279	T-189	56.54	N=258	N=152	148.40	PVC	150.0	-3.246	0.19	0.000
1576	T-190	56.54	N=155	N=262	102.00	PVC	150.0	0.632	0.08	0.000
1324	T-191	56.62	N=341	N=319	148.40	PVC	150.0	0.312	0.02	0.000
1264	T-192	56.73	N=253	N=199	148.40	PVC	150.0	12.458	0.72	0.003
991	T-193	56.92	N=242	N=241	102.00	PVC	150.0	-1.014	0.12	0.000
992	T-194	56.93	N=241	N=264	102.00	PVC	150.0	-0.297	0.04	0.000
1359	T-195	57.05	N=175	N=335	102.00	PVC	150.0	-0.140	0.02	0.000
1925	T-196	57.14	N=273	VRP=1	148.40	PVC	150.0	-66.825	3.86	0.072
1014	T-197	57.25	N=227	N=250	102.00	PVC	150.0	-0.490	0.06	0.000
466	T-198	57.30	N=290	N=192	148.40	PVC	150.0	-4.357	0.25	0.000
1626	T-199	57.37	N=110	N=71	148.40	PVC	150.0	-2.421	0.14	0.000
1263	T-200	57.49	N=326	N=253	148.40	PVC	150.0	-10.848	0.63	0.002
1105	T-201	57.60	N=293	N=291	102.00	PVC	150.0	-1.433	0.18	0.000
2008	T-202	57.76	N=214	N=171	102.00	PVC	150.0	0.001	0.00	0.000
1022	T-203	57.77	N=260	N=201	102.00	PVC	150.0	1.111	0.14	0.000
1194	T-204	57.83	N=354	N=352	102.00	PVC	150.0	1.614	0.20	0.000
1135	T-205	58.23	N=225	N=222	148.40	PVC	150.0	-3.142	0.18	0.000
1338	T-206	58.39	N=70	N=95	148.40	PVC	150.0	-7.315	0.42	0.001
986	T-207	58.45	N=299	N=278	83.40	PVC	150.0	0.337	0.06	0.000
1700	T-208	58.54	N=176	N=51	102.00	PVC	150.0	1.732	0.21	0.001
2072	T-209	58.65	N=300	N=316	148.40	PVC	150.0	-4.011	0.23	0.000
1201	T-210	58.66	N=345	N=353	102.00	PVC	150.0	0.733	0.09	0.000
1322	T-211	58.73	N=348	N=341	148.40	PVC	150.0	1.052	0.06	0.000
1009	T-212	58.84	N=183	N=241	102.00	PVC	150.0	-0.258	0.03	0.000
1548	T-213	58.92	N=268	N=297	102.00	PVC	150.0	-0.137	0.02	0.000
999	T-214	59.03	N=285	N=289	102.00	PVC	150.0	-1.408	0.17	0.000
1588	T-215	59.18	N=344	N=333	148.40	PVC	150.0	-3.605	0.21	0.000
1591	T-216	59.18	N=47	N=52	148.40	PVC	150.0	-5.916	0.34	0.001
1596	T-217	59.25	N=333	N=322	148.40	PVC	150.0	-2.219	0.13	0.000

redes PROYECTA .wlg
11/6/2020

Benley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W. Watertown, CT 05795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 7 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1557	T-218	59.27	N=322	N=258	148.40	PVC	150.0	-4.183	0.24	0.000
1137	T-219	59.30	N=74	N=68	148.40	PVC	150.0	7.144	0.41	0.001
1029	T-220	59.32	N=235	N=271	102.00	PVC	150.0	-1.582	0.19	0.000
1032	T-221	59.51	N=260	N=295	102.00	PVC	150.0	-1.337	0.16	0.000
1140	T-222	59.57	N=229	N=206	102.00	PVC	150.0	3.214	0.39	0.002
1277	T-223	59.74	N=258	N=316	148.40	PVC	150.0	4.486	0.26	0.000
1058	T-224	59.78	N=292	N=302	102.00	PVC	150.0	3.389	0.41	0.002
903	T-225	59.83	N=265	N=252	102.00	PVC	150.0	-4.399	0.54	0.003
958	T-226	59.88	N=264	N=285	102.00	PVC	150.0	-0.250	0.03	0.000
1549	T-227	59.98	N=297	N=331	102.00	PVC	150.0	-0.624	0.08	0.000
1464	T-228	60.05	N=142	N=203	102.00	PVC	150.0	-5.091	0.62	0.004
1321	T-229	60.14	N=344	N=348	148.40	PVC	150.0	3.457	0.20	0.000
1267	T-230	60.38	N=152	N=199	148.40	PVC	150.0	-7.335	0.42	0.001
1310	T-231	60.42	N=162	N=117	148.40	PVC	150.0	-13.205	0.76	0.004
1008	T-232	60.56	N=264	N=250	102.00	PVC	150.0	-1.319	0.16	0.000
1262	T-233	60.64	N=274	N=326	148.40	PVC	150.0	-7.735	0.45	0.001
1021	T-234	60.67	N=250	N=260	102.00	PVC	150.0	-1.613	0.20	0.000
1041	T-235	60.73	N=271	N=313	102.00	PVC	150.0	-3.408	0.42	0.002
1034	T-236	60.76	N=289	N=295	102.00	PVC	150.0	-2.073	0.25	0.001
1030	T-237	60.91	N=250	N=289	102.00	PVC	150.0	-0.463	0.06	0.000
1264	T-238	60.96	N=253	N=273	148.40	PVC	150.0	-32.378	1.87	0.019
1610	T-239	60.97	N=151	N=219	148.40	PVC	150.0	-2.479	0.14	0.000
458	T-240	61.18	N=152	N=192	148.40	PVC	150.0	5.321	0.31	0.001
1913	T-241	61.19	N=55	N=4	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1266	T-242	61.19	N=139	N=253	148.40	PVC	150.0	-8.812	0.51	0.002
1500	T-243	61.29	N=123	N=132	102.00	PVC	150.0	-3.193	0.39	0.002
1039	T-244	61.33	N=227	N=201	102.00	PVC	150.0	-1.246	0.15	0.000
1538	T-245	61.45	N=303	N=268	102.00	PVC	150.0	0.135	0.02	0.000
1067	T-246	61.45	N=224	N=204	102.00	PVC	150.0	2.483	0.30	0.001
1372	T-247	61.56	N=320	N=335	102.00	PVC	150.0	0.262	0.03	0.000
1271	T-248	61.86	N=258	N=274	148.40	PVC	150.0	-5.685	0.33	0.001

redes PROYECTA .wlg
11/9/2020

Benley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W. Watertown, CT 05795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 8 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1260	T-249	61.89	N=340	N=274	148.40	PVC	150.0	-7.458	0.43	0.001
913	T-250	61.89	N=62	N=67	148.40	PVC	150.0	-0.651	0.04	0.000
1328	T-251	62.00	N=192	N=38	148.40	PVC	150.0	-0.734	0.04	0.000
1012	T-252	62.16	N=227	N=241	102.00	PVC	150.0	1.235	0.15	0.000
1910	T-253	62.23	N=79	N=18	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1047	T-254	62.31	N=283	N=282	102.00	PVC	150.0	-2.339	0.29	0.001
1958	T-255	62.32	N=65	N=75	102.00	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
1443	T-256	62.49	N=266	N=210	148.40	PVC	150.0	-0.045	0.00	0.000
1327	T-257	62.58	N=38	N=70	148.40	PVC	150.0	-5.461	0.32	0.001
1196	T-258	62.70	N=357	N=354	102.00	PVC	150.0	-0.337	0.04	0.000
854	T-259	62.96	N=104	N=157	292.20	PVC	150.0	46.336	0.69	0.001
1471	T-260	63.01	N=120	N=121	102.00	PVC	150.0	-3.328	0.41	0.002
1268	T-261	63.06	N=199	N=95	148.40	PVC	150.0	-0.805	0.05	0.000
1998	T-262	63.20	N=163	N=164	148.40	PVC	150.0	2.253	0.13	0.000
1249	T-263	63.21	N=58	N=64	148.40	PVC	150.0	-17.251	1.00	0.006
1283	T-264	63.22	N=152	N=70	148.40	PVC	150.0	-1.501	0.09	0.000
1599	T-265	63.61	N=322	N=340	148.40	PVC	150.0	1.710	0.10	0.000
1641	T-266	63.62	N=149	N=131	148.40	PVC	150.0	1.694	0.10	0.000
1508	T-267	63.62	N=179	N=122	148.40	PVC	150.0	0.594	0.03	0.000
1594	T-268	63.72	N=74	N=52	148.40	PVC	150.0	-4.633	0.27	0.001
2012	T-269	63.73	N=162	N=163	148.40	PVC	150.0	2.733	0.15	0.000
1403	T-270	64.06	N=55	N=79	148.40	PVC	150.0	-1.886	0.11	0.000
1408	T-271	64.32	N=287	N=275	148.40	PVC	150.0	2.013	0.12	0.000
916	T-272	64.82	N=99	N=134	148.40	PVC	150.0	-0.617	0.04	0.000
1224	T-273	64.85	N=290	N=94	148.40	PVC	150.0	-0.150	0.01	0.000
1086	T-274	65.43	N=59	N=112	102.00	PVC	150.0	-2.596	0.32	0.001
1564	T-275	65.49	N=150	N=48	102.00	PVC	150.0	0.111	0.01	0.000
1954	T-276	65.60	N=82	N=72	102.00	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1226	T-277	65.75	N=193	N=319	148.40	PVC	150.0	-0.100	0.01	0.000
1254	T-278	65.99	N=340	N=343	148.40	PVC	150.0	8.903	0.51	0.002
1495	T-279	66.77	N=126	N=138	102.00	PVC	150.0	-2.635	0.32	0.001

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.05]
Page 9 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1582	T-280	66.82	N=331	N=342	102.00	PVC	150.0	-0.508	0.06	0.000
1490	T-281	66.87	N=148	N=195	102.00	PVC	150.0	-3.830	0.47	0.002
1305	T-282	67.11	N=338	N=334	148.40	PVC	150.0	-19.950	1.15	0.008
1095	T-283	67.30	N=242	N=178	102.00	PVC	150.0	-0.424	0.05	0.000
872	T-284	67.31	N=147	N=230	231.80	PVC	150.0	37.224	0.88	0.003
1593	T-285	67.50	N=52	N=58	148.40	PVC	150.0	-10.875	0.63	0.002
1647	T-286	67.50	N=165	N=143	148.40	PVC	150.0	-0.336	0.02	0.000
1536	T-287	68.01	N=245	N=297	102.00	PVC	150.0	-0.131	0.02	0.000
1015	T-288	68.02	N=183	N=177	102.00	PVC	150.0	-1.187	0.15	0.000
1717	T-289	68.30	N=329	N=146	102.00	PVC	150.0	0.209	0.03	0.000
1093	T-290	68.35	N=107	N=83	102.00	PVC	150.0	-4.376	0.54	0.003
1951	T-291	68.53	N=98	N=76	102.00	PVC	150.0	0.001	0.00	0.000
1492	T-292	68.67	N=195	N=265	102.00	PVC	150.0	-2.324	0.28	0.001
531	T-293	68.68	N=185	N=220	102.00	PVC	150.0	-0.055	0.01	0.000
1463	T-294	68.75	N=43	N=33	148.40	PVC	150.0	0.818	0.05	0.000
1917	T-295	68.87	N=17	N=67	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
533	T-296	68.91	N=211	N=249	102.00	PVC	150.0	0.777	0.10	0.000
1502	T-297	69.27	N=128	N=123	102.00	PVC	150.0	-4.373	0.54	0.003
898	T-298	69.32	N=254	N=323	148.40	PVC	150.0	49.329	2.85	0.041
993	T-299	69.38	N=264	N=272	102.00	PVC	150.0	0.988	0.12	0.000
1488	T-300	69.42	N=63	N=81	83.40	PVC	150.0	-1.246	0.23	0.001
1907	T-301	69.61	N=86	N=12	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1719	T-302	69.85	N=96	N=146	102.00	PVC	150.0	-0.566	0.07	0.000
1167	T-303	69.86	N=103	N=74	148.40	PVC	150.0	9.616	0.56	0.002
1362	T-304	69.93	N=239	N=320	102.00	PVC	150.0	0.067	0.01	0.000
1069	T-305	70.58	N=215	N=224	102.00	PVC	150.0	1.186	0.15	0.000
1208	T-306	70.62	N=332	N=319	148.40	PVC	150.0	-3.888	0.22	0.000
2011	T-307	70.74	N=263	N=218	102.00	PVC	150.0	5.376	0.66	0.004
1472	T-308	70.76	N=121	N=142	102.00	PVC	150.0	-2.875	0.35	0.001
1038	T-309	71.44	N=304	N=278	83.40	PVC	150.0	0.459	0.08	0.000
1584	T-310	71.70	N=346	N=352	102.00	PVC	150.0	0.945	0.12	0.000

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.05]
Page 10 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
942	T-311	71.84	N=92	N=10	148.40	PVC	150.0	7.397	0.43	0.001
500	T-312	72.14	N=336	N=334	148.40	PVC	150.0	-13.943	0.81	0.004
1099	T-313	72.66	N=302	N=311	102.00	PVC	150.0	3.200	0.39	0.002
1043	T-314	73.16	N=311	N=296	102.00	PVC	150.0	-4.284	0.52	0.003
1316	T-315	73.31	N=68	N=47	148.40	PVC	150.0	-5.501	0.32	0.001
1248	T-316	73.66	N=103	N=58	148.40	PVC	150.0	-6.091	0.35	0.001
1656	T-317	73.88	N=84	N=93	148.40	PVC	150.0	-0.264	0.02	0.000
569	T-318	74.03	N=211	N=159	148.40	PVC	150.0	0.368	0.02	0.000
1393	T-319	74.16	N=108	N=86	148.40	PVC	150.0	2.601	0.15	0.000
1621	T-320	74.25	N=269	N=280	148.40	PVC	150.0	3.064	0.18	0.000
1220	T-321	74.63	N=267	N=243	148.40	PVC	150.0	-0.568	0.03	0.000
1209	T-322	74.71	N=332	N=301	148.40	PVC	150.0	2.271	0.13	0.000
915	T-323	74.72	N=228	N=99	148.40	PVC	150.0	0.572	0.03	0.000
870	T-324	74.82	N=27	N=78	185.40	PVC	150.0	-0.527	0.02	0.000
1939	T-325	75.05	N=243	N=151	148.40	PVC	150.0	-0.933	0.05	0.000
1079	T-326	75.35	N=118	N=209	102.00	PVC	150.0	-2.117	0.26	0.001
1632	T-327	75.46	N=149	N=169	148.40	PVC	150.0	-2.302	0.13	0.000
2053	T-328	75.48	N=51	N=156	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1707	T-329	75.57	N=130	N=7	102.00	PVC	150.0	-0.218	0.03	0.000
571	T-330	75.62	N=221	N=222	148.40	PVC	150.0	1.965	0.11	0.000
1287	T-331	75.52	N=323	N=188	148.40	PVC	150.0	-26.113	1.51	0.013
1983	T-332	76.29	N=328	N=281	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
574	T-333	76.50	N=115	N=113	148.40	PVC	150.0	9.297	0.54	0.002
1603	T-334	76.63	N=244	N=147	231.80	PVC	150.0	-14.180	0.34	0.000
2030	T-335	76.67	N=71	VRP=3	152.40	PVC	150.0	-11.170	0.61	0.002
1400	T-336	77.46	N=79	N=275	148.40	PVC	150.0	-0.025	0.00	0.000
1017	T-337	78.15	N=177	N=201	102.00	PVC	150.0	-1.116	0.14	0.000
1904	T-338	78.78	N=108	N=15	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1049	T-339	78.84	N=292	N=293	102.00	PVC	150.0	-2.866	0.35	0.001
1341	T-340	79.17	N=256	N=315	102.00	PVC	150.0	-4.106	0.50	0.003
1553	T-341	79.18	N=309	N=270	102.00	PVC	150.0	0.418	0.05	0.000

redes PROYECTA .wg
11/6/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 11 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1711	T-342	79.26	N=144	N=337	102.00	PVC	150.0	0.635	0.08	0.000
959	T-343	79.96	N=324	N=327	83.40	PVC	150.0	-0.343	0.06	0.000
971	T-344	80.58	N=307	N=330	83.40	PVC	150.0	-0.243	0.04	0.000
1611	T-345	80.59	N=78	N=219	185.40	PVC	150.0	6.103	0.23	0.000
1080	T-346	80.60	N=209	N=223	102.00	PVC	150.0	-5.026	0.62	0.004
887	T-347	80.83	N=230	N=234	231.80	PVC	150.0	-16.720	0.40	0.001
1000	T-348	80.91	N=298	N=285	102.00	PVC	150.0	-0.948	0.12	0.000
2002	T-349	81.81	N=105	N=50	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1730	T-350	82.28	N=40	N=66	83.40	PVC	150.0	0.115	0.02	0.000
1709	T-351	82.53	N=1	N=144	102.00	PVC	150.0	0.626	0.08	0.000
2021	T-352	82.97	N=25	N=36	102.00	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1401	T-353	82.99	N=275	N=158	148.40	PVC	150.0	1.704	0.10	0.000
2017	T-354	83.08	N=6	N=3	102.00	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1387	T-355	83.26	N=124	N=16	148.40	PVC	150.0	-1.315	0.08	0.000
894	T-356	83.53	N=188	N=89	148.40	PVC	150.0	0.617	0.04	0.000
1485	T-357	83.91	N=265	N=81	83.40	PVC	150.0	1.678	0.31	0.001
1447	T-358	83.94	N=87	N=43	148.40	PVC	150.0	0.443	0.03	0.000
1133	T-359	84.09	N=225	N=261	102.00	PVC	150.0	3.347	0.41	0.002
1405	T-360	84.72	N=280	N=287	148.40	PVC	150.0	2.423	0.14	0.000
926	T-361	84.80	N=97	N=20	148.40	PVC	150.0	-6.076	0.35	0.001
1160	T-362	85.56	N=214	N=206	102.00	PVC	150.0	-6.207	0.76	0.005
2058	T-363	85.57	N=60	N=2	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1406	T-364	85.58	N=287	N=86	148.40	PVC	150.0	-0.033	0.00	0.000
889	T-365	86.01	N=116	N=31	148.40	PVC	150.0	-11.828	0.68	0.003
2010	T-366	86.11	N=275	N=226	102.00	PVC	150.0	3.898	0.48	0.002
1980	T-367	86.23	N=247	N=110	148.40	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
1389	T-368	86.46	N=13	N=113	148.40	PVC	150.0	-0.875	0.05	0.000
1451	T-369	86.79	N=43	N=29	148.40	PVC	150.0	0.957	0.06	0.000
510	T-370	87.43	N=128	N=91	148.40	PVC	150.0	4.780	0.28	0.001
1919	T-371	87.66	N=56	N=73	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1662	T-372	88.11	N=120	N=167	102.00	PVC	150.0	2.617	0.32	0.001

redes PROYECTA .wg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 12 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1110	T-373	88.26	N=36	N=6	102.00	PVC	150.0	0.113	0.01	0.000
1901	T-374	88.75	N=88	N=22	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1716	T-375	89.08	N=146	N=144	102.00	PVC	150.0	-0.708	0.09	0.000
1652	T-376	89.30	N=156	N=90	148.40	PVC	150.0	0.390	0.02	0.000
1035	T-377	91.40	N=299	N=272	83.40	PVC	150.0	-0.842	0.15	0.000
1116	T-378	92.28	N=37	N=8	102.00	PVC	150.0	0.403	0.05	0.000
953	T-379	92.48	N=31	N=24	148.40	PVC	150.0	10.470	0.61	0.002
1622	T-380	92.90	N=280	N=108	148.40	PVC	150.0	0.082	0.00	0.000
1330	T-381	93.05	N=254	N=135	148.40	PVC	150.0	-16.189	0.94	0.005
1631	T-382	93.40	N=169	N=190	148.40	PVC	150.0	-1.732	0.10	0.000
1042	T-383	94.03	N=313	N=311	102.00	PVC	150.0	-7.251	0.89	0.007
1429	T-384	94.32	N=140	N=180	148.40	PVC	150.0	-0.054	0.00	0.000
905	T-385	95.00	N=252	N=237	102.00	PVC	150.0	-0.654	0.08	0.000
635	T-386	95.44	N=276	N=291	102.00	PVC	150.0	1.715	0.21	0.001
1115	T-387	95.53	N=77	N=37	102.00	PVC	150.0	1.303	0.16	0.000
1118	T-388	95.55	N=77	N=59	102.00	PVC	150.0	-1.945	0.24	0.001
901	T-389	95.82	N=101	N=237	83.40	PVC	150.0	1.811	0.33	0.001
1048	T-390	96.23	N=292	N=283	102.00	PVC	150.0	-2.558	0.31	0.001
2049	T-391	96.33	N=136	N=49	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1720	T-392	96.39	N=100	N=96	102.00	PVC	150.0	-0.229	0.03	0.000
1469	T-393	97.82	N=56	N=62	148.40	PVC	150.0	-0.463	0.03	0.000
2034	T-394	98.72	N=218	N=161	152.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1573	T-395	98.81	N=246	N=294	102.00	PVC	150.0	-0.282	0.03	0.000
1103	T-396	99.15	N=296	N=284	102.00	PVC	150.0	-2.810	0.34	0.001
1204	T-397	99.17	N=301	N=193	148.40	PVC	150.0	-3.866	0.22	0.000
896	T-398	99.25	N=187	N=254	148.40	PVC	150.0	33.427	1.93	0.020
1200	T-399	100.13	N=354	N=345	102.00	PVC	150.0	-2.343	0.29	0.001
1581	T-400	100.39	N=262	N=186	102.00	PVC	150.0	0.273	0.03	0.000
919	T-401	101.47	N=97	N=119	148.40	PVC	150.0	14.801	0.86	0.004
1623	T-402	101.76	N=255	N=80	148.40	PVC	150.0	-0.868	0.05	0.000
1459	T-403	102.47	N=11	N=9	148.40	PVC	150.0	0.482	0.03	0.000

redes PROYECTA.wtg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 13 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1244	T-404	102.82	N=105	N=64	148.40	PVC	150.0	-13.525	0.78	0.004
1430	T-405	102.82	N=180	N=106	148.40	PVC	150.0	0.394	0.02	0.000
1637	T-406	103.15	N=196	N=102	148.40	PVC	150.0	0.745	0.04	0.000
917	T-407	104.41	N=55	N=67	148.40	PVC	150.0	1.008	0.06	0.000
1231	T-408	104.52	N=162	N=263	148.40	PVC	150.0	10.131	0.59	0.002
1050	T-409	104.93	N=293	N=282	102.00	PVC	150.0	-1.744	0.21	0.001
987	T-410	105.30	N=278	N=242	83.40	PVC	150.0	-0.836	0.15	0.000
1570	T-411	105.54	N=129	N=155	102.00	PVC	150.0	-0.537	0.07	0.000
1941	T-412	105.96	N=347	N=244	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1346	T-413	106.05	N=182	N=205	148.40	PVC	150.0	0.661	0.04	0.000
1943	T-414	106.75	N=356	N=234	148.40	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
2046	T-415	108.21	N=131	N=41	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1940	T-416	109.85	N=339	N=219	148.40	PVC	150.0	-0.001	0.00	0.000
1949	T-417	110.32	N=57	N=59	102.00	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1674	T-418	110.38	N=151	N=23	148.40	PVC	150.0	0.461	0.03	0.000
2061	T-419	110.73	N=60	N=26	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1437	T-420	110.78	N=231	N=158	148.40	PVC	150.0	-0.864	0.05	0.000
1078	T-421	111.52	N=212	N=125	102.00	PVC	150.0	0.223	0.03	0.000
2069	T-422	112.37	N=349	N=259	152.40	PVC	150.0	-0.329	0.02	0.000
1119	T-423	112.42	N=118	N=77	102.00	PVC	150.0	0.122	0.01	0.000
1634	T-424	112.43	N=251	N=160	148.40	PVC	150.0	3.115	0.18	0.000
1436	T-425	113.29	N=158	N=134	148.40	PVC	150.0	0.887	0.05	0.000
1296	T-426	113.71	N=145	N=115	148.40	PVC	150.0	7.350	0.42	0.001
1963	T-427	115.52	N=83	N=45	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1295	T-428	116.15	N=116	N=145	148.40	PVC	150.0	8.115	0.47	0.001
1457	T-429	117.58	N=11	N=5	148.40	PVC	150.0	0.347	0.02	0.000
1298	T-430	119.25	N=88	N=108	148.40	PVC	150.0	3.147	0.18	0.000
690	T-431	120.57	N=325	N=277	102.00	PVC	150.0	-1.833	0.22	0.001
1961	T-432	121.02	N=54	N=107	102.00	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1487	T-433	121.17	N=148	N=63	83.40	PVC	150.0	-0.907	0.17	0.000
1374	T-434	121.89	N=332	N=351	102.00	PVC	150.0	2.090	0.26	0.001

redes PROYECTA.wtg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 14 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
1701	T-435	123.30	N=61	N=34	102.00	PVC	150.0	1.408	0.17	0.000
1468	T-436	123.60	N=99	N=56	148.40	PVC	150.0	0.429	0.02	0.000
1703	T-437	126.92	N=109	N=176	102.00	PVC	150.0	-1.832	0.22	0.001
1164	T-438	130.56	N=212	N=118	102.00	PVC	150.0	-1.470	0.18	0.000
1727	T-439	131.86	N=40	N=308	83.40	PVC	150.0	-0.363	0.07	0.000
1583	T-440	131.95	N=342	N=351	102.00	PVC	150.0	-0.354	0.04	0.000
1068	T-441	133.37	N=209	N=215	102.00	PVC	150.0	2.171	0.27	0.001
1143	T-442	133.82	N=240	N=220	102.00	PVC	150.0	-5.698	0.70	0.005
1178	T-443	135.05	N=251	N=190	148.40	PVC	150.0	2.393	0.14	0.000
2068	T-444	135.33	VRP=4	N=338	148.40	PVC	150.0	-13.847	0.80	0.004
1721	T-445	136.80	N=7	N=34	102.00	PVC	150.0	-1.235	0.15	0.000
2064	T-446	139.23	N=137	N=44	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1084	T-447	142.44	N=223	N=83	102.00	PVC	150.0	-1.725	0.21	0.001
1507	T-448	143.13	N=21	N=151	148.40	PVC	150.0	-0.544	0.03	0.000
1706	T-449	145.41	N=109	N=130	102.00	PVC	150.0	1.224	0.15	0.000
1061	T-450	145.77	N=172	N=204	102.00	PVC	150.0	0.919	0.11	0.000
1037	T-451	146.05	N=178	N=304	83.40	PVC	150.0	0.640	0.12	0.000
1290	T-452	150.08	N=323	N=116	148.40	PVC	150.0	8.141	0.47	0.001
1077	T-453	151.91	N=172	N=212	102.00	PVC	150.0	-1.431	0.18	0.000
1139	T-454	153.97	N=222	N=229	102.00	PVC	150.0	4.706	0.58	0.003
1138	T-455	154.72	N=68	N=225	148.40	PVC	150.0	5.577	0.32	0.001
1449	T-456	156.69	N=91	N=87	148.40	PVC	150.0	2.035	0.12	0.000
954	T-457	159.06	N=24	N=92	148.40	PVC	150.0	9.999	0.58	0.002
1134	T-458	159.23	N=261	N=221	102.00	PVC	150.0	-5.338	0.65	0.004
853	T-459	160.62	T-3	N=104	329.20	PVC	150.0	105.574	1.24	0.003
1070	T-460	161.47	N=224	N=225	102.00	PVC	150.0	-4.239	0.52	0.003
947	T-461	162.23	N=85	N=31	148.40	PVC	150.0	22.716	1.31	0.010
1166	T-462	164.03	N=221	N=103	148.40	PVC	150.0	-9.135	0.53	0.002
1136	T-463	164.29	N=222	N=74	148.40	PVC	150.0	-5.663	0.39	0.001
1213	T-464	164.41	N=277	N=155	102.00	PVC	150.0	1.586	0.19	0.000
1448	T-465	165.55	N=43	N=91	148.40	PVC	150.0	-2.010	0.12	0.000

redes PROYECTA .wlg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 15 of 16

FlexTable: Pipe Table

ID	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	NUDO INICIAL	NUDO FINAL	DIAMETRO (mm)	Material	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE DE PÉRDIDAS (m/m)
969	T-466	167.97	N=296	N=330	83.40	PVC	150.0	0.921	0.17	0.000
1543	T-467	168.54	N=342	N=301	102.00	PVC	150.0	-1.682	0.21	0.000
780	T-468	174.31	N=191	N=213	102.00	PVC	150.0	3.230	0.40	0.002
797	T-469	176.09	N=226	N=218	102.00	PVC	150.0	-4.044	0.49	0.002
1055	T-470	176.72	N=276	N=240	102.00	PVC	150.0	-3.498	0.43	0.002
800	T-471	178.74	N=213	N=282	102.00	PVC	150.0	3.424	0.42	0.002
1101	T-472	181.72	N=181	N=284	102.00	PVC	150.0	3.650	0.45	0.002
1506	T-473	181.83	N=210	N=179	148.40	PVC	150.0	-0.473	0.03	0.000
1120	T-474	183.78	N=315	N=350	102.00	PVC	150.0	-4.545	0.56	0.003
1636	T-475	186.05	N=160	N=196	148.40	PVC	150.0	1.948	0.11	0.000
2044	T-476	186.06	N=32	N=131	148.40	PVC	150.0	0.000	0.00	0.000
1064	T-477	186.68	N=181	N=191	102.00	PVC	150.0	-3.158	0.39	0.002
1173	T-478	190.53	N=263	N=279	102.00	PVC	150.0	4.322	0.53	0.003
1735	T-479	199.13	N=314	N=318	83.40	PVC	150.0	-0.370	0.07	0.000
1452	T-480	202.93	N=29	N=127	148.40	PVC	150.0	-0.553	0.03	0.000
900	T-481	208.77	N=236	N=101	83.40	PVC	150.0	2.559	0.47	0.003
1510	T-482	212.45	N=266	N=122	148.40	PVC	150.0	-0.289	0.02	0.000
803	T-483	215.13	N=237	N=39	83.40	PVC	150.0	0.475	0.09	0.000
1177	T-484	242.20	N=226	N=251	102.00	PVC	150.0	6.843	0.84	0.007
907	T-485	470.30	N=236	N=119	102.00	PVC	150.0	-14.223	1.74	0.025

redes PROYECTA .wlg
11/9/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 15 of 16

VÁLVULAS ROMPE PRESIÓN

FlexTable: PRV Table

ID	DESCRIPCION	ELEVACIÓN (m)	Flow (L/s)	GRADIENTE HIDRÁULICA DE ENTRADA (m)	GRADIENTE HIDRÁULICA DE SALIDA (m)	PERDIDA DE CARGA (m)	PRESIÓN DE ENTRADA (m H ₂ O)	PRESIÓN DE SALIDA (m H ₂ O)
1924	VRP=1	2.691.89	66.821	2,740.17	2,728.48	11.70	48	37
2013	VRP=2	2.670.31	31.209	2,722.59	2,692.37	30.22	52	22
2029	VRP=3	2.708.81	11.173	2,740.56	2,721.84	18.71	32	13
2066	VRP=4	2.670.76	13.847	2,722.31	2,700.83	21.48	51	30

4.3. Prueba de Hipótesis

Se planteó en la hipótesis que proponer un diseño de sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento del líquido elemento a los habitantes del distrito de Cutervo es idóneo y de urgencia porque en la actualidad la población no está abastecida al 100% es decir, el reservorio no cumple su función por ser de bajo almacenamiento, debido a su antigüedad y no todas las viviendas cuenta con conexiones domiciliarias. Podemos verificar que la hipótesis se cumplió ya que se diseñó un moderno reservorio con la capacidad que el estudio lo demanda, del mismo modo se proyectaron todas las conexiones domiciliarias de la ciudad de Cutervo.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

CONCLUSIONES

) Se obtuvo principalmente el levantamiento topográfico de curvas de nivel del terreno que comprende la línea de conducción, desde la bocatoma hasta la planta de tratamiento. Y se determinó el perfil longitudinal.

Las curvas de nivel de la ciudad fueron adquiridas gracias al municipio que otorgó información, estas curvas sirvieron para el cálculo de las presiones en watercad.

) Ubicamos y determinamos la potencialidad de la fuente, llegando a la conclusión de que efectivamente cumple con el caudal que se necesita para cubrir la demanda.

) Se diseñó la línea de conducción que tiene 7,958 m lineales de tubería, de clase 10 con diámetro DN = 12" y de material PVC-U, con un caudal de diseño de 78.11 lt/s. También se diseñaron dos pases aéreos de 10m y de 25m.

) Se realizó un moderno diseño de reservorio con una capacidad de 2220 m³ que cumple con los cálculos de demanda.

) Se diseñó la red de distribución que abarca la ciudad de Cutervo en un 99% ya que hay una zona alta donde no llegan las presiones requeridas ya que para eso se debería hacer el diseño de un tanque elevado, y tendría un costo mayor de mantenimiento ya que se necesitará de consumo de energía para el bombeo, estas viviendas que se están expandiendo son nuevas y tendrán abastecimiento de otra fuente.

) Se diseñaron las redes matrices con diámetros de 90, 110, 160, 250, 300 y 350mm, que suman 10,745.10m lineales de tubería de PVC C-10. Con 1,080 accesorios de PVC inyectados a lo largo de la red.

) Se diseñaron 4690 conexiones domiciliarias en tubería PVC DN 15 (1/2") C-10 con sus respectivos accesorios de PVC según Norma NTP 399.089-2006.

RECOMENDACIONES

-) Cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable deben construirse bajo especificaciones técnicas y un mantenimiento constante para garantizar la vida útil de las estructuras, tuberías, accesorios conexiones.
-) Respetar los parámetros de diseño considerados al igual que los cálculos obtenidos en el estudio, ya que en la actualidad se observa que no hacen buenas obras de abastecimiento de agua potable, afectando a las estructuras y más que todo afectando a la salud de la población.
-) Mantener buena comunicación con los pobladores que viven por donde pasa la línea de conducción ya que en una eventual ejecución podrían verse afectados sus terrenos de cultivo, asimismo capacitarlos para cuidar el agua y no vayan a romper la tubería para abastecerse y regar sus sembríos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camille, L. (2011). *Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor del departamento de Cajamarca*. Cajamarca:
<https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/INFSUELOSZEE091.pdf>.
- Chulluncuy, N. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*. Ingeniería Industrial, (29), 153-170.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337428495008>.
- Jiménez, J. (2004). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. pág. 5.
- MVCS. (2017). *Norma Técnica de Diseño: Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural*.
- OMS. (2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud*.
- Pérez, F. (2011). *Captación de aguas superficiales*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Cartagena.
https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6010/mod_resource/content/1/Tema_02_CAPT_AGUAS_SUP.pdf.
- Pittman, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: Asociación servicios educativos rurales (SER).
- PNSR. (2017). *Programa Nacional de Saneamiento Rural del Ministerio de Vivienda*.
- Romero, J. (2009). *Calidad del agua*. Colombia: 3a. Edición Escuela Colombiana de Ingeniería, pág. 110.

ANEXOS