



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

AUTOR: Jonathan Gabriel Lascano Bayas

TUTOR: Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas, M.Sc.

AMBATO – ECUADOR

Julio - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el señor Jonathan Gabriel Lascano Bayas, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 180464448-0, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, julio 2023



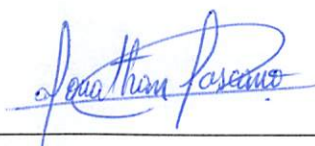
Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldas, M.Sc.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonathan Gabriel Lascano Bayas, con cédula de ciudadanía 180464448-0, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos y estructurales, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, julio 2023



Jonathan Gabriel Lascano Bayas

C.I. 1804644480

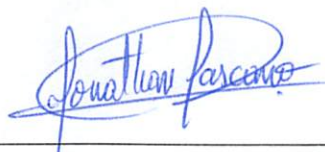
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, julio 2023



Jonathan Gabriel Lascano Bayas

C.C. 1804644480

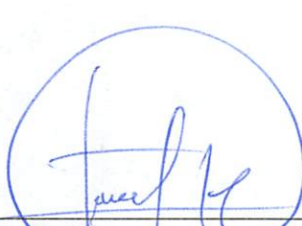
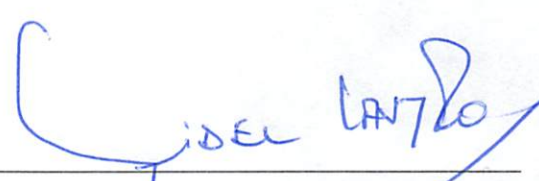
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Jonathan Gabriel Lascano Bayas, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Ambato, julio 2023

Para constancia firman

	
Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez Phd.	Ing. Fidel Alberto Castro Solórzano M. Sc,
MIEMBRO CALIFICADOR	MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Primero que todo dedicar este logro a Dios, porque sin duda alguna sin la ayuda de su mano no hubiese podido lograr este tan anhelado sueño de culminar mi profesión; de igual manera a aquellos que me dieron la vida y más que nada han sido un pilar fundamental en la misma, mis queridos padres Marcelo y Gina y hermana Mabel; una mención especial para quien ha sabido sobrellevar todo conmigo y ha sido una compañera y ayuda idónea en momentos muy difíciles, mi amada Monserrath; a mis viejitos apreciados Juan y Blanca que son un ejemplo a seguir, y sin olvidar aquellos que han partido lejos dejando un grato recuerdo en mi corazón como lo fueron mis viejitos Carlitos y Michita, y mi primo Andrés que aun a pesar de su pronta partida fuimos más que primos, unos muy buenos amigos y compañeros de travesuras y trabajo; a mis mejores amigos Jeremy y Andrés que vieron la etapa más cruda y difícil de mi vida y aun así decidieron quedarse aun a pesar de lo malo que vieron; no quiero dejar sin mencionar a nadie de mi familia o amigos, todos han hecho posible que este sueño llegue a ser realidad.

JONATHAN LASCANO.

AGRADECIMIENTO

Primero que nadie, a mi Padre Dios, quien tiene planes de bien para conmigo, para darme esperanza y futuro. Gracias por permitirme cumplir mi sueño, el sueño de ser un Ingeniero Civil.

A mis apreciados padres Wilson Marcelo y Gina Marisol, y a mi querida hermana Diana Mabel, mi familia que sin duda siempre han creído en mí y me ha motivado a seguir adelante y no rendirme a pesar de los tropiezos de la vida.

A mi amada novia Nicole Monserrath por ser mi apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, confidente, amiga y sobre todo ayuda idónea.

A mis mejores amigos y familia, todos aquellos que me han apoyado y no dudaron de que se podía lograr este sueño, para todos solamente me queda decirles GRACIAS.

Al Ing. Galo Núñez M. Sc., por toda la colaboración ofrecida durante la elaboración y ejecución de este proyecto, sin sus conocimientos y guía no llegaría a esta etapa final de mi profesión.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por formarme como profesional en tan prestigiosa institución, brindándome las herramientas y el entorno necesario.

JONATHAN LASCANO.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I.-	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Fundamentación	2
1.3.1. Fundamentación Teórica.....	8
1.3.1.1. Agua Cruda	8
1.3.1.1.1. Caracterización del agua cruda.....	8
1.3.1.1.2. Parámetros de calidad para agua cruda o fuente	9
1.3.1.1.2.1. Calidad física.....	9
1.3.1.1.2.2. Calidad química.....	9
1.3.1.1.2.3. Calidad bacteriológica	11
1.3.1.1.2.4. Calidad biológica.....	12
1.3.1.1.2.5. Calidad radiológica.....	12

1.3.1.2.	Agua Potable.....	12
1.3.1.2.1.	Calidad física.....	13
1.3.1.2.1.1.	Color.....	13
1.3.1.2.1.2.	Turbiedad.....	14
1.3.1.2.1.3.	Olor y sabor.....	14
1.3.1.2.2.	Calidad química.....	14
1.3.1.2.2.1.	pH.....	15
1.3.1.2.2.2.	Sólidos totales disueltos.....	15
1.3.1.2.2.3.	Dureza.....	16
1.3.1.2.2.4.	Nitritos.....	16
1.3.1.2.2.5.	Nitratos.....	16
1.3.1.2.2.6.	Cloruros.....	16
1.3.1.2.2.7.	Fluoruros.....	16
1.3.1.2.2.8.	Hierro y Manganeseo.....	17
1.3.1.2.2.9.	Fósforo.....	17
1.3.1.2.3.	Calidad radiológica.....	17
1.3.1.2.4.	Calidad bacteriológica.....	17
1.3.1.3.	Sistemas de abastecimiento de agua potable.....	18
1.3.1.3.1.	Sistemas no convencionales.....	18
1.3.1.3.2.	Sistemas convencionales de agua potable.....	20
1.3.1.3.2.1.	Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)	20
1.3.1.3.2.2.	Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)	21
1.3.1.3.2.3.	Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)	22

1.3.1.3.2.4. Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)	24
1.3.1.4. Componentes para sistema de abastecimiento de agua potable....	25
1.3.1.4.1. Bases para el diseño de un sistema de agua potable.....	25
1.3.1.4.1.1. Periodo de diseño	26
1.3.1.4.1.2. Población de diseño	27
1.3.1.4.1.3. Dotación	27
1.3.1.4.1.4. Variaciones de consumo.....	29
1.3.1.4.1.5. Caudales de Diseño	30
1.3.1.4.1.6. Volúmenes De Almacenamiento.....	30
1.3.1.5. Elementos que conforman una Planta de Tratamiento de Agua Potable Convencional.....	32
1.3.1.5.1. Captación.....	32
1.3.1.5.2. Coagulación.....	32
1.3.1.5.3. Floculación	33
1.3.1.5.4. Sedimentación	33
1.3.1.5.5. Filtración	33
1.3.1.5.6. Desinfección.....	34
1.3.1.5.6.1. Desinfección mediante cloración del agua.....	34
1.3.2. Hipótesis de trabajo.....	37
1.3.2.1. Hipótesis nula	37
1.4. Objetivos	37
1.4.1. Objetivo General	37
1.4.2. Objetivos Específicos.....	37
CAPÍTULO II.-	38
METODOLOGÍA	38
2.1. Metodología	38

2.1.1.	Tipo de Investigación.....	38
2.1.1.1.	Investigación experimental.....	38
2.1.1.2.	Investigación de campo	38
2.2.	Materiales y equipos	39
2.3.	Población y muestra	39
2.3.1.	Determinación del tamaño de la muestra.....	40
2.4.	Plan de recolección de la información	42
2.4.1.	Etapa 1. Levantamiento de información	45
2.4.2.	Etapa 2: Investigación de campo	48
2.4.2.1.	Punto de captación de vertientes.....	48
2.4.2.2.	Ubicación de la caseta de cloración y tanque de almacenamiento	49
2.4.2.3.	Toma de Muestras para los análisis en laboratorio.....	49
2.4.3.	Etapa3: Investigación de laboratorio.....	50
2.4.4.	Etapa 4: Evaluación y verificación de funcionamiento.....	51
2.5.	Plan de procesamiento y análisis de la información	51
2.5.1.	Plan de procesamiento de la información	51
2.5.2.	Plan de análisis de información.....	52
CAPÍTULO III. –		53
RESULTADOS.....		53
3.1.	Análisis comparativo de las PTAP (Convencional vs Captación-Cloración).....	53
3.1.1.	PTAP Convencional.....	53
3.1.2.	PTAP Captación-Cloración.....	55
3.2.	Análisis comparativo de la calidad del agua	56
3.3.	Diagnóstico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato .	58
3.3.1.	Elementos y dimensiones actuales de la planta de tratamiento de agua potable	59

3.3.1.1.	Vertientes	59
3.3.1.2.	Tanque sedimentador	60
3.3.1.3.	Caseta de desinfección	61
3.3.1.4.	Tanque de almacenamiento	64
3.4.	Anunciamiento de hipótesis	65
3.5.	Propuesta de mejora	65
3.5.1.	Determinación del caudal de diseño	66
3.5.1.1.	Periodo de diseño	66
3.5.1.2.	Población	66
3.5.1.3.	Población Flotante	67
3.5.1.4.	Población actual	67
3.5.1.5.	Población Futura	67
3.5.1.6.	Medición del caudal actual	68
3.5.1.6.1.	Dotación Actual	68
3.5.1.7.	Dotación Futura	68
3.5.1.8.	Caudal Máximo Diario (QMD)	69
3.5.1.9.	Caudal Máximo Horario (QMH)	69
3.5.1.10.	Caudales de diseño	70
3.5.1.10.1.	Caudal de diseño para la PTAP	70
3.5.1.10.2.	Caudal de diseño para captación de aguas superficiales	70
3.5.1.10.3.	Caudal de diseño para conducción	71
3.5.1.10.4.	Caudal de diseño para la red de distribución	71
3.5.1.11.	Volumen de Almacenamiento	72
3.5.1.11.1.	Cálculo de Volumen de Almacenamiento	72
3.5.2.	Base de diseño del tanque de almacenamiento	74
3.5.2.1.	Dimensiones y materiales para el tanque de almacenamiento	74
3.5.2.2.	Diámetro del tanque	74

3.5.2.3.	Altura de seguridad (s).....	75
3.5.2.4.	Altura Real del tanque de almacenamiento	76
3.5.3.	Diseño estructural del tanque de almacenamiento	76
3.5.3.1.	Normativa aplicable.....	76
3.5.3.2.	Tanques de almacenamiento.....	77
3.5.3.3.	Diseño estructural	77
3.5.3.4.	Cortante basal de diseño V	77
3.5.3.5.	Determinación del periodo de vibración (Ta).....	81
3.5.3.6.	Determinación de los límites de periodo de vibración (T _C y T ₀)..	82
3.5.3.7.	Cálculo del corte basal V	86
3.5.3.8.	Peso del agua	86
3.5.4.	Diseño del muro del tanque:	86
3.5.4.1.	Diseño del muro.....	87
3.5.4.2.	Cálculo de esfuerzos:	87
3.5.4.3.	Cálculo de áreas de acero del muro	89
3.5.4.4.	Chequeo de suficiencia a corte del muro	92
3.5.5.	Diseño de la cúpula del tanque.....	93
3.5.5.1.	Cálculo de tracción en la cúpula.....	94
3.5.5.2.	Cálculo de la compresión de la cúpula	94
3.5.5.3.	Chequeo	96
3.5.5.4.	Cálculo del peso del tanque	96
3.5.5.5.	Carga sísmica reactiva W	97
3.5.5.6.	Momento del sismo.....	98
3.5.5.7.	Esfuerzo de sismo en el suelo	98
3.5.6.	Diseño de la cubierta para la caseta de cloración.....	99
3.5.6.1.	Cuantificación de cargas.....	100
3.5.6.2.	Mayoración de cargas	101

3.5.6.3. Cálculo de la carga distribuida en la caseta de cloración	102
3.6. Plan de Operación y Mantenimiento.....	103
3.6.1. Operación	103
3.6.2. Mantenimiento	103
3.6.3. Responsables	103
3.6.4. Captación.....	104
3.6.5. Conducción	105
3.6.6. Tanque de almacenamiento.....	106
3.6.7. Limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento.....	107
CAPÍTULO IV. –	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
4.1. CONCLUSIONES	109
4.2. RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	117
ANEXO A. – ANALISIS DE LABORATORIO.....	118
ANEXO B. - EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.....	119
ANEXO C. – LECTURAS DE CONSUMO DE AGUA.....	124
ANEXO D. - ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO DE OBRA.....	125
ANEXO E. – GLOSARIO.....	126
ANEXO F. – PLANOS.....	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Componentes del sistema de agua de lluvia.....	19
Ilustración 2: Pozo con bomba manual.....	19
Ilustración 3: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST).....	21

Ilustración 4: Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT).....	22
Ilustración 5: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST).	23
Ilustración 6: Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BST).	24
Ilustración 7: Sistema de cloración.	35
Ilustración 8: Sistema de desinfección mediante cloración.....	35
Ilustración 9: Sistema de cloración por gravedad.	36
Ilustración 10: Plan de recolección de información.	44
Ilustración 11: Mapa político de Cevallos.....	46
Ilustración 12: Núcleo de desarrollo urbanizable Andignato.....	47
Ilustración 13: Esquema PTAP convencional.	55
Ilustración 14: Esquema PTAP Captación-Cloración.....	55
Ilustración 15: Cuantificación de parámetros que se cumplen con la desinfección.	58
Ilustración 16: Vista frontal tanque sedimentador.	60
Ilustración 17: Vista en planta tanque sedimentador.....	61
Ilustración 18: Fachada frontal caseta metálica.	62
Ilustración 19: Vista trasera caseta metálica.	63
Ilustración 20: Vista lateral caseta metálica.	63
Ilustración 21: Vista en corte de tanque de almacenamiento.	64
Ilustración 22: Vista en planta de tanque de almacenamiento.	65
Ilustración 23: Fórmula de cortante basal de diseño V.	78
Ilustración 24: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R.....	78
Ilustración 25: Fórmula para hallar el cálculo de respuesta elástico de aceleraciones.	79
Ilustración 26: Valores de la relación de amplificación espectral.....	79
Ilustración 27: Valores de coeficiente C_t y α para periodo de vibración.	82
Ilustración 28: Configuraciones estructurales recomendadas.	84
Ilustración 29: Fuerzas sometidas al muro del tanque de almacenamiento.	89
Ilustración 30: Dimensiones del tanque de almacenamiento.	93
Ilustración 31: Caseta de cloración.	100
Ilustración 32: Espesores, peso y distancia entre apoyos.	101
Ilustración 33: Fuerzas actuantes sobre la cubierta.	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las aguas naturales.....	8
Tabla 2: Compuestos que afectan la potabilidad.	9
Tabla 3: Compuestos peligrosos para la salud.	10
Tabla 4: Compuestos tóxicos indeseables.....	10
Tabla 5: Compuestos químicos indicadores de contaminación.	11
Tabla 6: Calidad bacteriológica.	11
Tabla 7: Características físicas.....	13
Tabla 8: Características químicas.....	14
Tabla 9: Características radiológicas.	17
Tabla 10: Características bacteriológicas.....	18
Tabla 11: Categorías de los sistemas de agua potable.	25
Tabla 12: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.	26
Tabla 13: Tasas de crecimiento poblacional.	27
Tabla 14: Dotaciones recomendadas.....	28
Tabla 15: Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable....	30
Tabla 16: Dotación de agua contra incendios.	31
Tabla 17: Especificaciones técnicas de tabletas de cloración Constant Chlor.....	36
Tabla 18: Materiales utilizados en la investigación.	39
Tabla 19: Equipos utilizados en la investigación.....	39
Tabla 20: Plan de recolección de información.....	42
Tabla 21: Datos de la planta de tratamiento.....	47
Tabla 22: Ubicación Geográfica Vertientes.....	49
Tabla 23: Georreferencia PTAP y Tanque de almacenamiento.....	49
Tabla 24: Parámetros físicos y químicos de calidad para agua potable según INEN 1 108.....	50
Tabla 25: Análisis comparativo de agua de vertiente con TULSMA Libro VI.....	56
Tabla 26: Análisis comparativo de parámetros de agua potable conforme a NTE INEN 1 108.....	56
Tabla 27: Coordenadas geográficas y caudales de vertientes.	59
Tabla 28: Dimensiones de tanque de sedimentación.	60
Tabla 29: Elementos de la caseta de cloración.	61
Tabla 32: Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable....	70

Tabla 33: Dimensiones para tanque de almacenamiento.....	76
Tabla 34: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	80
Tabla 35: Consideraciones para toma de valor de Z.....	80
Tabla 36: Coeficientes de perfil de suelo para proyecto.....	81
Tabla 37: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura.....	85
Tabla 38: Valores para cálculo de y.....	97
Tabla 39: Cuadro de cargas actuantes sobre la cubierta de caseta de cloración.	101
Tabla 40: Operación y mantenimiento de Captación.....	104
Tabla 41: Operación y mantenimiento de la Conducción.....	105
Tabla 42: Operación y mantenimiento del Tanque de Almacenamiento.....	106

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Revisión de agua después de desinfección.	120
Fotografía 2: Levantamiento de información de tanque de almacenamiento y Caseta de cloración.	120
Fotografía 3: Levantamiento de información de las vertientes de agua subterránea.	120
Fotografía 4: Levantamiento de información del tanque desarenador.	120
Fotografía 5: Unión de las tuberías provenientes de las 4 vertientes.	120
Fotografía 6: Tubería de salida del tanque desarenador hacia la PTAP.....	120
Fotografía 7: Las instalaciones sanitarias del estadio de Andignato es beneficiaria del servicio.	121
Fotografía 8: Lectura de medidores para la determinación del consumo del agua potable.....	121
Fotografía 9: Identificación de posicionamiento georreferenciado de las vertientes de agua cruda	121
Fotografía 10: Identificación de la salida de las tuberías hacia el tanque desarenador	121
Fotografía 11: Toma de muestras para análisis de laboratorio y medición de caudal de vertientes.	122
Fotografía 12: Transporte de muestras de agua para análisis de laboratorio.....	122
Fotografía 13: Tanque principal de almacenamiento del agua desinfectada.....	122

Fotografía 14: Boca de visita del tanque de almacenamiento.	122
Fotografía 15: Tanque de llegada y mezcla de agua natural.	123
Fotografía 16: Caseta metálica de cloración.....	123
Fotografía 17: Equipo hipoclorador con briquetas de hipoclorito de calcio.	123
Fotografía 18: Obra de captación de vertientes aledañas al Río Pachanlica.	123

RESUMEN EJECUTIVO

En este proyecto se realiza una evaluación del correcto funcionamiento y la calidad del servicio de agua potable que se obtiene de la PTAP, la que está destinada para el consumo de los pobladores y demás usuarios del caserío de Andignato.

En esta investigación se realizaron las evaluaciones respectivas de la condición actual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), misma que es dirigida por la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato; se comenzó con el reconocimiento en campo y sus elementos estructurales como lo son la captación de las vertientes, tanque desarenador y tanque de almacenamiento. Se llevó a cabo un diseño para un periodo de tiempo de 30 años, obteniendo valores reales y necesarios para un nuevo tanque de almacenamiento, con su respectivo análisis de precios unitarios, a la par se realizó el análisis respectivo físico-químico y bacteriológico del agua tratada con hipoclorito de calcio, determinando que el agua tiene una buena desinfección, pero necesita mejorar, y que en la actualidad los elementos tanto estructurales como de conducción necesitan ser renovados; además que se propone un diseño estructural de un tanque de almacenamiento de mayor capacidad al que se tiene en la actualidad.

Al finalizar el presente trabajo de investigación quedará a disposición de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, para que dicha entidad la utilice en beneficio de los usuarios de la misma, debido a que será un aporte de la Universidad Técnica de Ambato.

Palabras clave: PTAP, Precios Unitarios, Periodo de diseño, Análisis físico-químico, Análisis bacteriológico, Aguas superficiales, Tanque de almacenamiento.

ABSTRACT

In this project, an evaluation is carried out on the proper functioning and quality of the drinking water service obtained from the Water Treatment Plant (PTAP), which is intended for the consumption of the inhabitants and other users of the hamlet of Andignato.

In this research, respective evaluations were carried out on the current condition of the Drinking Water Treatment Plant (PTAP), which is managed by the Water and Sanitation Administrative Board of Andignato. The field reconnaissance began, including the examination of structural elements such as the water source, sand removal tank, and storage tank. A design was developed for a 30-year period, obtaining real and necessary values for a new storage tank, along with the corresponding analysis of unit prices. Additionally, a physical-chemical and bacteriological analysis of the water treated with calcium hypochlorite was conducted, determining that the water is adequately disinfected but needs improvement. It was also identified that both the structural and conveyance elements currently require renovation. Furthermore, a structural design proposal for a larger capacity storage tank than the current one was suggested.

Upon completion of this research project, it will be made available to the Water and Sanitation Administrative Board of Andignato for their use and benefit, as it will be a contribution from the Technical University of Ambato.

Keywords: PTAP, Unit Prices, Design period, Physical-Chemical analysis, Bacteriological analysis, Surface waters, Storage tank.

CAPÍTULO I.-

ANTECEDENTES

1.1.Tema

Evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

1.2.Justificación

En América Latina y El Caribe cerca del 85% de la población, tiene acceso al servicio de agua potable. Según George Alleyne director de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), 103 millones de pobladores a nivel de Latinoamérica no gozan de servicios básicos, por lo que el acceso al servicio básico de agua potable en América Latina es un tema complejo de resolver ya sea por las políticas que rigen a cada país o por ideales políticos de la población.[1]

En los últimos años, Ecuador ha visto un aumento significativo en la provisión de agua potable y saneamiento. Sin embargo, existen problemas tales como baja cobertura, especialmente en áreas rurales, mala calidad e ineficiencia del servicio, limitada recuperación de costos y alta dependencia de las transferencias de impuestos de las autoridades nacionales y locales. En 2010, la cobertura de abastecimiento de agua en conexiones domiciliarios era del 74% en zonas rurales y del 96% en las zonas urbanas, mientras que la cobertura de saneamiento adecuado era del 84% en zonas rurales y 96% en las zonas urbanas. De acuerdo a las regiones, la Sierra cuenta con mayor cobertura que la Costa y el Oriente.[2]

Cabe mencionar que en el Ecuador la calidad del Agua Potable se rige por la norma NTE INEN 1 108:2011, misma que presenta requisitos técnicos tales como: características físicas, sustancias orgánicas, plaguicidas, residuos desinfectantes, subproductos de desinfección, cianotoxinas y requisitos microbiológicos, que podrían contener el agua que va a ser distribuida hacia una determinada población.[3]

En la provincia de Tungurahua, según diario La Hora para el 2022, varios cantones no cuentan con plantas de tratamiento de agua potable como Tisaleo, Mocha y Quero debido a que recolectan el agua de las vertientes de los páramos, a pesar de eso realizan

procesos de desinfección con hipoclorito de calcio. Con lo correspondiente a la Municipalidad de Cevallos no se cuenta con una planta de tratamiento de agua potable por lo que usan componentes como cloro gas. [4]

Según el señor Gustavo Barona presidente de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) en la que se enfoca el presente proyecto experimental fue construida en el año 1998 y en la actualidad abarca a 475 usuarios. Menciona que por el pasar de los años se ha deteriorado y los mantenimientos que se realizan son por daños en las tuberías, filtración de agua en los elementos de conducción hasta la planta de cloración y disminución del caudal de las vertientes naturales de la zona; por tal motivo es necesario realizar la evaluación de la calidad del agua que se está distribuyendo a los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato mediante análisis físicos, químicos y biológicos según la normativa NTE INEN 1 108 del Ecuador. Además, de plantear la mejora de la caseta de cloración y del tanque de almacenamiento debido a que no cuentan con sus propios planos constructivos, ni memoria de cálculo previos a su construcción.

1.3.Fundamentación

El agua es el recurso más abundante en el planeta, por este se puede tener salud humana y consecuente desarrollo en la sociedad. El agua es el recurso más abundante en el planeta y es considerado como elemento primordial para los seres vivos, proveer de agua potable es un derecho básico.[1]

En el ámbito mundial es cierto que el porcentaje de distribución de agua potabilizada aumentó del 79% en la década de los años 90 al 82% en el año dos mil, pero no refleja que todas las personas alrededor del mundo tengan acceso a este servicio de primera necesidad.[2]

La disponibilidad del agua potable es una prioridad dentro de la sociedad humana por lo que debe de ser apta para su consumo y cubrir las necesidades básicas de sus consumidoras y consumidores.[5]

De la misma forma, debido al cambio climático y el aumento de la demografía urbana, hallar un equilibrio entre las necesidades humanas y los recursos hídricos de los

ecosistemas es un reto ambiental a tomar en cuenta a nivel global. Debido a que el agua está ligado a la agricultura, la energía y la salud, sin embargo, a futuro se necesitará mayor demanda de agua, costos operativos y recursos hídricos para satisfacer la demanda urbana y rural.[6]

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el suministro de agua potable exige ser universal y equitativo, pero en la realidad solo 1200 millones de personas tiene servicios básicos y acceso a fuentes mejoradas de suministros de agua potable, 282 millones de personas tiene servicios limitados y 122 millones de personas usan agua superficial no potabilizada de lagos, ríos, arroyos y estanques por lo que en este último grupo persisten la desigualdad geográfica, económica y sociocultural. A través del pasar del tiempo una de los mayores temas de cuidado de la humanidad es el de la potabilización del agua y que sea apta para el consumo humano mejorando sus cualidades estéticas. Los hechos históricos del tratamiento del agua potable se remontan a las civilización Siria y Babilonia que utilizaron medios de captación para poder conducir el agua desde sus vertientes naturales a las viviendas cercanas a dichas fuentes.[7]

En la actualidad, según datos estadísticos de la OMS al menos dos mil millones de personas usan agua contaminada con heces para consumo humano suponiendo mayor transmisión de enfermedades como poliomielitis, cólera, fiebre tifoidea y diarrea. Más de dos mil millones de personas viven con poca agua, y esta situación empeorará en algunos lugares del planeta debido al crecimiento poblacional y cambio climático. Para el 2019, los países menos adelantados tienen solo el 50% servicios básicos relacionados al agua y 37% de servicios básicos de saneamiento. Para el 2020 el 74% de la población mundial tiene suministro de agua de forma segura y no contaminada para consumo humano. [7]

Alrededor de la tercera parte de la población mundial no tiene acceso a un saneamiento adecuado del agua, y por este mismo factor las consecuencias son asoladoras, según estadísticas más de 2,2 millones de personas adultas y seis mil niños fallecen por factores asociados a una condición defectuosa del agua que consumen.[8][9]

Otro avance se halló en los antiguos pueblos orientales que empleaban arena y suelo arcilloso para la filtración. En el Imperio Romano captaban el agua de consumo de ríos

o manantiales limpios que se transportaban mediante largas conducciones de alrededor de 90 km, de hecho, los romanos fueron los primeros en usar tuberías de plomo para la conducción del agua potable, también implementaron mecanismos de filtración para obtener agua de mejor aptitud para el consumo y la separaban del agua de peor calidad y esta se utilizaba para la agricultura y limpieza, dato utilizado hasta la actualidad en varios sectores apartados de la urbe de las ciudades.[9]

En 1804, John Gibb, construyó el primer sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Glasgow, Escocia.[10] En el año 1806 en París se puso en operación la primera planta de potabilización de agua, pero con el pasar de los años se conoció que la filtración no solamente bastaba para abastecer el agua que se proveía, sino que también se debía realizar un proceso de desinfección para evitar la transmisión de enfermedades, con el paso de los años se implementaron nuevas políticas y requisitos técnicos para la purificación del agua como la ozonización, el empleo de dióxido de cloro, y otras más.[11]

En el occidente las primeras técnicas de depuración se desarrollaron en Inglaterra en el siglo XIX. Los estudios de Robert Koch en 1881, muestran las propiedades destructivas del cloro en relación con las bacterias marcando un hito importante en el tratamiento del agua. Para inicios del siglo XX en Norteamérica se comenzó a usar en las crecientes urbes la aplicación de tratamientos complejos para abastecer agua a la población. A pesar de que los procesos de tratamiento del agua son los mismos tales como decantación, filtración y coagulación, las técnicas se han modificado y se puede purificar el agua hasta el extremo, siendo el límite los costes económicos.[12]

Según el estudio realizado en el presente año por Zhang Kunfeng et al [13], detectaron un total de ocho metales como berilio, níquel, vanadio, cobalto, titanio, molibdeno, bario y antimonio en especial en el agua cruda de siete cuencas fluviales en China. Mencionan la importancia en la actualidad de evaluar e investigar la contaminación por metales pesados en las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) desde una perspectiva nacional debido a que los estudios realizados generalmente se limitan a plantas de tratamiento individuales. Además, factores hidroquímicos como turbidez, nitrógeno total, pH, temperatura, fósforo total e índice de permanganato de potasio son necesarios para explicar la presencia de metales pesados. Dicha presencia ha llamado la atención a nivel mundial por sus riesgos en salud pública porque no se ha establecido

una evaluación sistemática de su ocurrencia en el agua y de su exitosa eliminación y riesgos en la salud.

Según el artículo científico de Habei Li et al [14], abordaron el uso de cloraminación (introducción de amoníaco en el agua para combinarse con residuos de cloro libre) y cloración como barreras para impedir la transmisión de patógenos potenciales a los humanos, y su relación con la aparición de genes de resistencia a antibióticos en el tratamiento de agua potable en dos PTAP en la ciudad de Tianjin en China. Donde se encontró que la presencia de nitrógeno amónico es un factor crucial para acumular genes de resistencia a antibióticos intracelulares en el agua potable durante la cloraminación, resultando fundamental el control de la transmisión de bacterias resistentes a los procesos de cloración y cloraminación, siendo los procesos tradicionales insuficientes.

Según el estudio realizada por Senante María, evalúa la eficiencia energética de 146 PTAP para mejorar su rendimiento ambiental y económico, donde concluyo que se puede ahorrar el 54% del consumo de energía actual, ya que ninguna tiene una eficiencia total, lo que muestra que todas pueden ahorrar energía. La antigüedad de las PTAP, las fuentes de agua cruda y la tecnología usada para tratar el agua afectan la eficiencia energética. Al eliminar los sulfatos y sólidos disueltos totales se puede aumentar el consumo de energía un 1%, información de interés para mejorar las operaciones y planificación de diseño de nuevas PTAP.[15]

Según la tesis de grado de Betancur, Miguel, “Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable en el Municipio de Cumaral”, destaca que el sistema de tratamiento de agua potable debe contar con los equipos de monitoreo y de control de operaciones para realizar ensayos in situ de pH, alcalinidad, turbidez, color, hierro, manganesos, cloruros, nitritos, sulfatos y en el caso de presencia de actividades agrícolas determinar la existencia de nitrógeno y fósforo en el agua. Además de implementar sistemas de almacenamiento de información sobre los registros de caudales, control de agua cruda, calidad de agua tratada, actividades de mantenimiento, indicadores energéticos y costos operacionales.[16]

Según la tesis de grado de Cando Andrea y Coro Maricela, “Evaluación de la eficiencia de la Planta de Tratamiento del Agua Potable y propuesta de repotenciación en la Loma de Alcoceres del Barrio San Martín de la Parroquia Juan Montalvo del cantón

Latacunga de la provincia de Cotopaxi en el periodo octubre 2018-agosto 2019”, concluye que la calidad de agua a la salida de la planta es correcto de acuerdo a TULSMA, pero el agua es dura provocando obstrucción de la tubería por acumulación de los sedimentos siendo el proceso lento pudiendo ser perjudicial. La planta en promedio anual tiene una eficiencia de 99,84%. [17]

Según la tesis de grado de Piña Jonnathan, “Evaluación hidráulica-sanitaria de la planta de tratamiento de agua potable del cantón El Tambo-Cañar”, destaca problemas técnicos en las unidades de pretratamiento, floculación, sedimentación y desinfección lo que afecta los procesos de potabilización siendo el agua característica por baja turbiedad menor a 5 NTU, baja alcalinidad de 45 mg/l, y presencia baja de hierro, manganeso y cobre. Por otra parte, el funcionamiento de los filtros es óptimo, pero acorta la jornada de filtración y aumenta la frecuencia de lavado consumiendo más agua tratada. El autor propone un rediseño de la PTAP para el cumplimiento de los parámetros hidráulicos. [18]

Según la tesis de grado de Arizaga José, “Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Vinces”; aborda el análisis físico, químico y microbiológico del agua proveniente del río sumado a la evaluación e inspección de la planta potabilizadora de agua en cada etapa donde se encontró que el daño mayor es la estructura de abastecimiento de agua cruda al sistema de floculación. Para el año 2016 la PTAP no se encuentra en funcionamiento por mala administración de la alcaldía que prefirió obtener agua subterránea misma que se distribuye en los hogares y tiene un sedimento color blanco y en algunos casos de color negro por la presencia de iones de calcio, hierro, magnesio, etc. El autor propone el diseño de dos desarenadores en el tanque de abastecimiento de agua cruda, más la revisión y mantenimiento de los equipos cada 6 meses y la reconstrucción de las etapas de la PTAP junto con un estudio de impacto ambiental. [19]

Según la tesis de grado de Mena Jessica, “Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia la Victoria, cantón Pujilí”, concluyó mediante el estudio técnico que la planta potabilizadora no cumple con su función operacional en específico en el tanque floculador y sedimentador por la carencia de memorias de cálculos y planos en la realización previa de la planta de agua potable. A su vez, mediante el análisis físico-químico el agua no es apta para el consumo humano según parámetros establecidos en la norma INEN 1108. [20]

Según la tesis de grado de Cárdenas Daniel y Patiño Franklin, “Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay”, La PTAP requiere una rehabilitación inminente, su caudal es insuficiente, la captación del sistema se encuentra en malas condiciones y las tuberías no son aptas para soportar las presiones con las que trabaja la planta y además están perforadas por la vegetación del lugar. Concluye que se debe diseñar un sistema ramificado, por las condiciones del terreno el sistema de abastecimiento funcionará por gravedad. Con respecto a los exámenes físicos, químicos y bacteriológicos el agua se encuentra dentro de los límites permitidos, pero para mejorar la PTAP se requiere de un filtro lento de arena y desinfección con el equipo Clorid L-30. [21]

Según la tesis de grado de Camacho Marlene, “Control y evaluación de la planta de tratamiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de Caluma Nuevo del cantón Caluma-Provincia de Bolívar”, concluye que el agua potable se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma INEN 1108 y la captación de la PTAP funciona en condiciones óptimas. Por el contrario, la aplicación de coagulante Sulfato de Aluminio no se realiza de forma adecuada por lo que se deberá realizar la prueba de jarras para conocer la adición correcta y no existe la presencia de control en cada una de las unidades de la PTAP al no contar con el equipo necesario.[22]

Por tanto, en base a las investigaciones mencionadas la seguridad del agua potable que proviene de las PTAP es de vital importancia en la salud de las poblaciones a nivel mundial. Los procesos de desinfección primarios en las PTAP se requieren para matar agentes patógenos y garantizar que el agua potable sea segura a nivel microbiológico porque conlleva grandes riesgos para la salud humana asociados al aumento de la patogenicidad, brotes de enfermedades, aumentos en la morbilidad, mortalidad e ingresos hospitalarios. Con lo que respecta a Ecuador el suministro de agua segura se ve afectado principalmente por factores como la falta de control en las PTAP, carencia de infraestructura adecuada, antigüedad de la PTAP, falta de planificación y tecnología en la construcción de la PTAP. Además de que se debería realizar evaluaciones de las PTAP en el Ecuador con un enfoque general y no individualizado, además de considerar las nuevas temáticas en temas de calidad del agua como la presencia de metales pesados y la resistencia de los patógenos a los procesos de desinfección.

1.3.1. Fundamentación Teórica

1.3.1.1. Agua Cruda

Es aquella agua que se encuentra en la naturaleza, es decir que es aquella que no ha sido sometida a modificaciones en sus características físicas, químicas, microbiológicas, a excepción del agua que proviene de sistemas de alcantarillado o cualquier otro sistema que alteren sus propiedades.[23]

1.3.1.1.1. Caracterización del agua cruda

Se realiza un análisis de las características físicas, químicas y bacteriológicas, del agua, con respecto a la variación de la calidad del agua referente al tiempo, de manera objetiva en la turbiedad, color, alcalinidad, pH y NMP de coliformes fecales por 100 mililitros de la muestra que se toma.[23]

Según la Norma CPE INEN 5, el agua natural se puede clasificar en los siguientes tipos:

Tabla 1: Clasificación de las aguas naturales.

TIPO	CARACTERÍSTICAS
A	Aguas subterráneas libres de contaminación, y que satisfacen las normas de calidad para agua potable.
B	Aguas superficiales provenientes de cuencas protegidas, con características físicas y químicas que satisfacen las normas de calidad para agua potable, y con un NMP medio mensual máximo de 50.
C	Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas no protegidas, que pueden encuadrarse dentro de las normas de calidad para agua potable mediante un proceso que no exija coagulación
D	Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas, y cuyas características exigen coagulación y los procesos necesarios para cumplir con las normas de calidad para agua potable.

E	Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas sujetas a contaminación industrial, y que por tanto exigen métodos especiales de tratamiento para cumplir con las normas de calidad para agua potable.
---	--

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.1.2. Parámetros de calidad para agua cruda o fuente

La calidad de agua que debe ser distribuida a la población o en este caso a los usuarios de Junta de Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, debe cumplir con los requisitos que se establecen en la cuarta parte del Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 5, que son: [23]

1.3.1.1.2.1. Calidad física

En este parámetro el límite máximo se fija en 300 unidades de color, si se da un valor menor al establecido el agua es apta para el tratamiento y en el caso que el valor sea mayor el agua requerirá un tratamiento especial para que satisfaga la normativa de agua potable. [23]

1.3.1.1.2.2. Calidad química

En este parámetro la norma CPE INEN 5, ha dividido los compuestos químicos que pueden estar presentes en el agua cruda, en diferentes grupos y se clasifican de la siguiente manera: [23]

Tabla 2: Compuestos que afectan la potabilidad.

SUSTANCIAS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l
Sólidos totales	1500
Hierro	50
Manganeso	5
Cobre	1,5

Zinc	1,5
Magnesio + sulfato de sodio	1000
Sulfato de alquilbencilo	0,5

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes.

Tabla 3: Compuestos peligrosos para la salud.

SUSTANCIAS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l
Nitratos	4,5
Fluoruros	1,5

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes.

Cabe mencionar que la norma CPE INEN 5, es que si cualquier vertiente que refleje análisis con valores por encima de la tabla antes descrita, son sustento suficiente para rechazar la fuente por no ser recomendable para el consumo humano. [23]

Tabla 4: Compuestos tóxicos indeseables.

SUSTANCIAS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l
Compuestos fenólicos	0,002
Arsénico	0,05
Cadmio	0,01
Cromo hexavalente	0,05
Cianuros	0,2
Plomo	0,05
Selenio	0,01
Radionúclidos (actividad Beta total)	1 Bq/l

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes.

Tabla 5: Compuestos químicos indicadores de contaminación.

SUSTANCIAS	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno	6
Demanda química de oxígeno	10
Nitrógeno total (incluido NO ³⁻)	1
Amoníaco	0,5
Extracto de columna carbón	
Cloroformo (*)	0,5
Grasas y aceites	0,01
Contaminantes orgánicos	1
<i>(*) Dado el caso que sobrepase el valor de 0,2 mg/l, habrá la necesidad de determinar de forma más precisa la fuente y su origen.</i>	

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.1.2.3. Calidad bacteriológica

Según la norma CPE INEN 5, los parámetros bacteriológicos son: [23]

Tabla 6: Calidad bacteriológica.

CLASIFICACION	NMP/100ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a) Exige solo tratamiento de desinfección	a) 0-50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	b) 50-5000
c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	c) 5000-50000
d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se incurra en tratamientos	d) Más de 50000

especiales. Estas fuentes se usarán únicamente en casos extremos.	
<i>(*) Si más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el índice NMP, pertenecen a coliformes fecales, se incluirá la vertiente de agua en la próxima categoría superior con respecto al tratamiento que se necesita.</i>	

Fuente: Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales Para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.1.2.4. Calidad biológica

La vertiente de agua según la norma CPE INEN 5, no debe contener agentes patógenos tales como: [23]

Protozoarios: Entoameba histolítica, Giardia, Balantidium coli.

Helmintos: Áscaris lumbricoides, Trichuris trichiura, Strongyloides stercoralis, Ancylostoma duodenale, Dracunculus medinensis, Schistosoma mansoni. [23]

1.3.1.1.2.5. Calidad radiológica

La norma CPE INEN 5, establece que son los mismos parámetros que se solicitan y aceptan para el agua potable. [23]

1.3.1.2. Agua Potable

El agua potable es aquella que ha sido sometida a un proceso o conjunto de procesos a fin de que sus características físicas, químicas, microbiológicas, se modifiquen y garanticen que sea apta para el consumo humano. Según la norma CPE INEN 5, establece los siguientes parámetros para que el agua sea considerada potable: [23]

- Físicos
- Químicos
- Radiológicos
- Bacteriológicos

1.3.1.2.1. Calidad física

La norma CPE INEN 5, hace referencia que los parámetros físicos para agua potable, y conforme la norma NTE INEN 1108, da los límites máximos permitidos que son: [23]

Tabla 7: Características físicas.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Color	Unidades de color aparente	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	----	No objetable
Sabor	----	No objetable

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Agua potable. Requisitos.

1.3.1.2.1.1. Color

Este parámetro se presenta en el agua por diferentes causas, las más comunes son por encontrar hierro y manganeso coloidal o en solución; el calor natural de agua se debe a la presencia de elementos coloidales de carga negativa y para retirar el color se lo realiza con coagulantes de una sal o ion metálico trivalente como lo pueden ser: Al^{+++} o Fe^{+++} .

Existen dos tipos de color:

- **Color Verdadero:** es aquella muestra que ya ha sido removida su turbidez.
- **Color Aparente:** es aquel que incluye las sustancias en solución y coloidales, también se añade el color por los elementos suspendidos. [23]

Los resultados de este parámetro se expresan en unidades de color aparente.

1.3.1.2.1.2.Turbiedad

Es un efecto visual del agua causado por la interferencia o la dispersión de rayos luminosos que traspasan la muestra de agua. Esta puede ser causada por la variedad de elementos de diferente tamaño y composición suspendidos. En la actualidad el método más común que se utiliza para obtener este parámetro es el método nefelométrico, que consiste en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por una solución de estudio con la intensidad de la luz dispersada por una muestra de standard referente; a mayor dispersión mayor turbiedad; y sus resultados se expresan en Unidades de Turbidez Nefelométrica (Nephelometric Turbidity Units) (NTU). [23]

1.3.1.2.1.3.Olor y sabor

El olor y el sabor por lo general van ligados entre sí, y son de los principales parámetros, por los cuales el usuario decide consumir o desechar el agua, para poder determinar del olor y sabor de una muestra hay que realizar una relación de dilución a la cual el sabor y el olor es apenas detectable, y el valor tiene que ser expresado como No Objetable. [23]

1.3.1.2.2. Calidad química

En las normativas CPE INEN 5 y NTE INEN 1108, coinciden que los parámetros químicos que debe cumplir el agua potable son los siguientes: [23]

Tabla 8: Características químicas.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
pH	---	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4

Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0,07
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 1,5
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Selenio	mg/l	0,04

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Agua potable. Requisitos.

1.3.1.2.2.1.pH

Es el parámetro que define la alcalinidad del agua y su capacidad para neutralizar ácidos, y este se debe principalmente a la presencia de bicarbonatos, carbonatos o hidróxidos, y de igual manera es la acidez del agua y su capacidad para neutralizar bases, el principal elemento que causa acidez es el CO₂, se considera según la norma NTE INEN 1 108, que el pH para agua potable debe estar entre 6,5 – 8,5. [23]

1.3.1.2.2.2.Sólidos totales disueltos

Aquella materia que permanece como residuo después de una evaporación y secado a 103°C, se consideran sólidos; y los sólidos totales son el material disuelto y no disuelto. Los sólidos totales disueltos se obtienen por la diferencia entre sólidos totales y sólidos suspendidos. [23]

1.3.1.2.2.3.Dureza

La causa por la que se da dureza en el agua es por los iones metálicos divalentes que reaccionan al jabón y forman precipitados y con algunos aniones que se encuentran en el agua y forma incrustaciones. [23]

1.3.1.2.2.4.Nitritos

La presencia de este componente ya sea en aguas subterráneas o superficiales, indica procesos biológicos activos en el agua, debido a que se convierte con facilidad a nitratos. [23]

1.3.1.2.2.5.Nitratos

Es un contaminante que puede ocasionar patologías graves en una persona, el exceso de estos puede generar en niños “el síndrome del bebé azul” o metahemoglobinemia. [23]

1.3.1.2.2.6.Cloruros

Se encuentran presentes en el agua natural en concentraciones diferentes y por diferentes factores; si se trata de una zona costera puede ser debido a la infiltración de agua del mar, o también si es una zona árida el aumento en cloruros se debe al lavado del suelo producto de fuertes lluvias; y, en último de los casos el aumento de cloruros puede deberse a contaminación por aguas residuales. [23]

1.3.1.2.2.7.Fluoruros

La presencia de este componente en el agua es de vital importancia ya que se debe mantener la correcta distribución de flúor en el organismo, clínicamente se ha comprobado que flúor protege a la dentadura por la desmineralización y remineralización, en el caso que haya exceso de flúor se dan patologías como fluorosis dental o esquelética, que puede dañar huesos y articulaciones. [23]

1.3.1.2.2.8. Hierro y Manganeseo

Si el agua contiene estos compuestos se vuelven turbios e inaceptables de manera estética debido a la acción del oxígeno, por lo general en aguas superficiales la concentración es baja, pero en el agua subterránea se encuentra una alta concentración de hierro. [23]

1.3.1.2.2.9. Fósforo

Es un elemento esencial para el crecimiento de plantas y animales, sin embargo, la presencia excesiva en el agua puede provocar un crecimiento acelerado de las plantas que puede causar inadecuadas condiciones para los usos del agua. [23]

1.3.1.2.3. Calidad radiológica

Los parámetros radiológicos según las normativas CPE INEN 5 y NTE INEN 1108, son los siguientes:

Tabla 9: Características radiológicas.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Radiación total α	Bg/l	0,1
Radiación total β	Bg/l	1,0

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Agua potable. Requisitos.

1.3.1.2.4. Calidad bacteriológica

Según las normativas CPE INEN 5 y NTE INEN 1108, los parámetros bacteriológicos se dan de la siguiente manera:

Tabla 10: Características bacteriológicas.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Coliformes totales	UFC/100ml	<1,1
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1,1

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Agua potable. Requisitos.

1.3.1.3. Sistemas de abastecimiento de agua potable

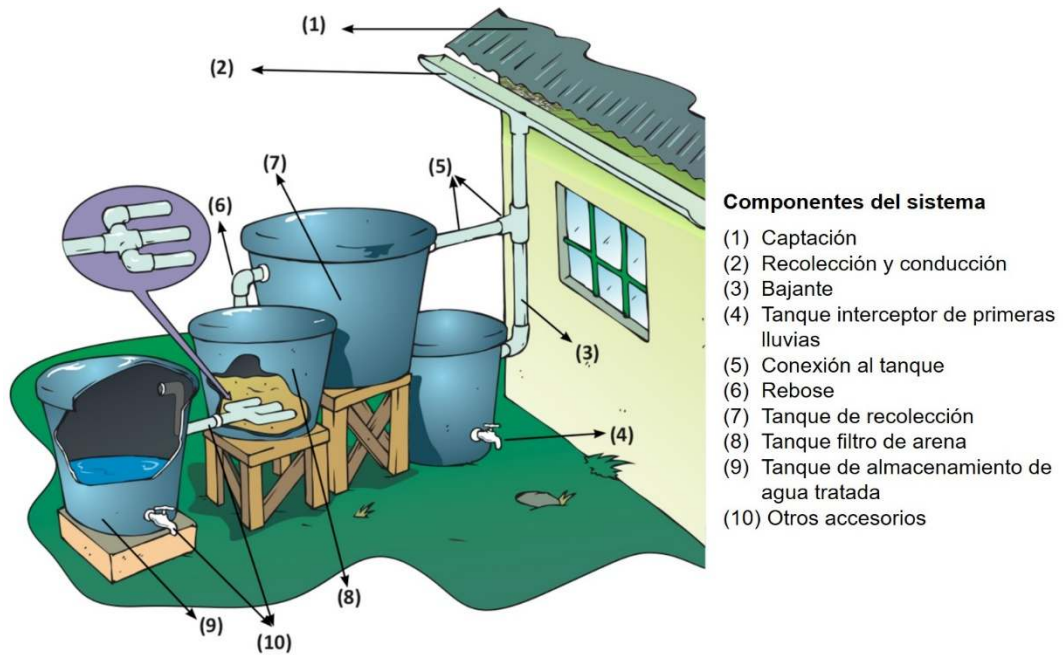
Son aquellas obras de ingeniería que llevan el agua potabilizada o tratada, desde la reserva hasta los domicilios de los habitantes de un sector, ciudad, zona rural relativamente densa. Se determina como Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a aquellas obras o estructuras cuyo destino es dotar a una población o poblaciones, la conveniente proporción, la condición efectiva, presión indispensable y sin interrupción. [23]

El desarrollo de una sociedad se da con el bienestar de la misma población y entre varios aspectos se encuentra la perfecta salud de sus pobladores, y dentro de estos factores se encuentra uno muy crucial y es el agua potable; por estos motivos es esencial que las autoridades pertinentes administren y garanticen su libre acceso, sin ningún tipo de exclusión y de manera equitativa a cada persona. [23]

1.3.1.3.1. Sistemas no convencionales

Son los sistemas que brindan al usuario el servicio de agua potable a nivel de vivienda, es decir que no cuenta con una red de distribución; y, están compuestos por los siguientes tipos: Captación de agua lluvia; Pozos protegidos con bombas manuales; y, Manantiales con protección de vertiente. [24]

Ilustración 1: Componentes del sistema de agua de lluvia.



Fuente: adaptado de OPS 2010, p.9 y 10.

Ilustración 2: Pozo con bomba manual.



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

1.3.1.3.2. Sistemas convencionales de agua potable.

Son aquellos sistemas que han sido diseñados y construidos partiendo del criterio de ingeniería y normativo, definidos con claridad y tradicionalmente aceptados; estos sistemas toman el agua de las vertientes que pueden ser: ríos, manantiales, ríos subterráneos, etcétera, se somete a un proceso de potabilización, se almacena y es distribuida mediante red de tuberías a cada acometida. Entre los sistemas convencionales se tienen los siguientes: Sistemas por gravedad sin tratamiento (GST); Sistemas por gravedad con tratamiento (GCT); Sistemas por bombeo sin tratamiento (BST); y, Sistemas por bombeo con tratamiento (BCT).[24]

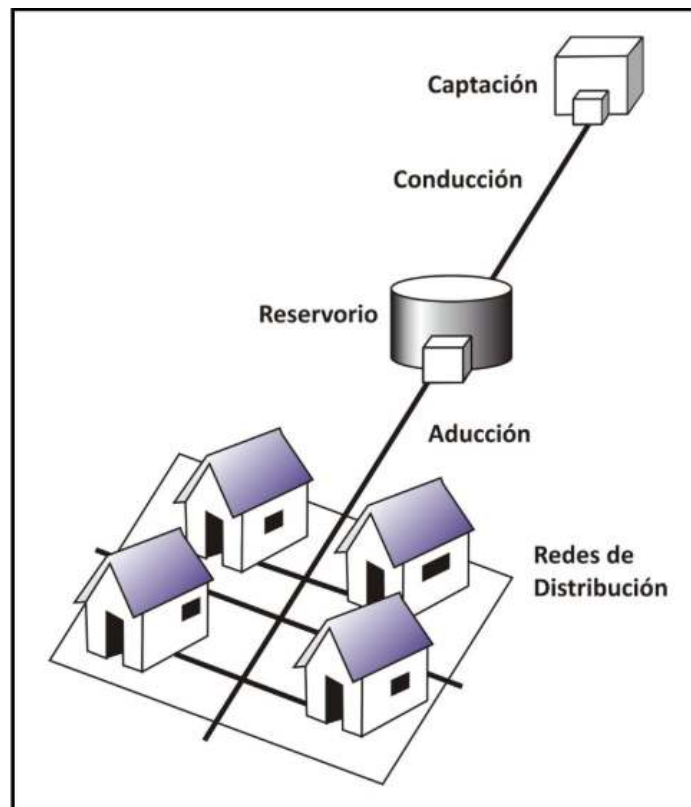
1.3.1.3.2.1. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)

Son aquellos sistemas en los cuales el agua de la fuente es de buena calidad y solo necesita la cloración, antes de pasar a la distribución, además que no se requiere ningún tipo de bombeo para que el agua llegue a los usuarios. Generalmente las fuentes de este tipo de sistemas son aguas subterráneas que afloran a la superficie como manantiales, o subálveas que son captadas mediante galerías filtrantes. Estos sistemas son bastantes fáciles de operar, no obstante, requieren mantenimiento para poder tener un funcionamiento óptimo.[24]

Sus componentes son:

- Captación
- Línea de conducción
- Reservorio
- Línea de aducción
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

Ilustración 3: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST).



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

1.3.1.3.2. Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)

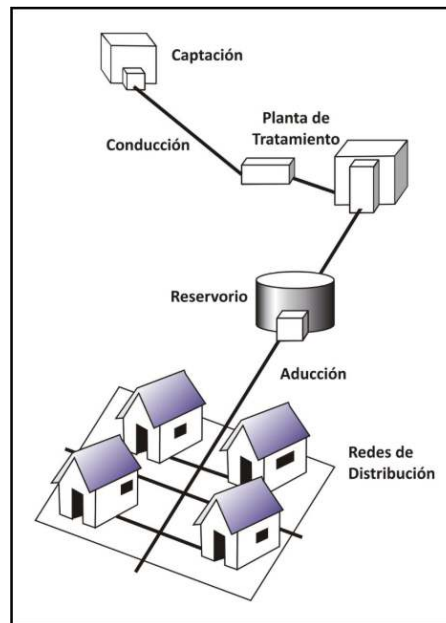
Si el sistema de abastecimiento se dota de agua superficial que son captadas mediante canales, acequias, vertientes, ríos, etcétera, necesariamente requieren ser clarificadas y desinfectadas previamente para poder realizar su distribución. Debido a que la vertiente se encuentra en un punto alto los sistemas que se construyen a partir de este criterio se los denomina por gravedad con tratamiento; y, la planta de tratamiento se diseñará con base en los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua que se receipta.

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.

- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias

Ilustración 4: Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT).



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

1.3.1.3.2.3. Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST)

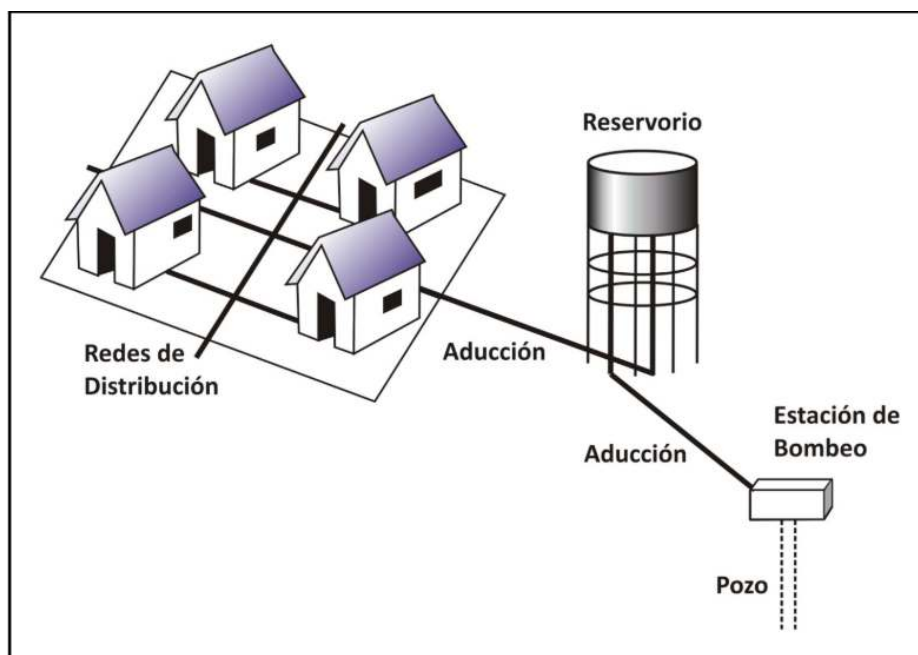
El agua subterránea es aquella que se encuentra abajo de la superficie en formaciones geológicas porosas denominadas acuíferos, mismas que se conectan a las aguas superficiales. Los parámetros que se siguen para determinar si el agua subterránea es apta para el consumo humano se encuentra en el TULSMA ANEXO 1, Tabla 1: Criterios de Calidad de aguas para Consumo Humano y Doméstico que requieren Tratamiento Convencional, y Tabla 2: Criterios de Calidad para las Aguas de Consumo Humano y Doméstico para su Potabilización solo requieren Desinfección y en los requisitos de la NORMA NTE INEN 1 108. [23]

De igual manera que los sistemas a gravedad también se abastecen de agua de buena calidad, que no requiere tratamiento adicional al de la cloración, pero el agua necesita ser bombeada para ser distribuida y están constituidos por pozos.[24]

Sus componentes son:

- Captación (pozo).
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

Ilustración 5: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento (BST).



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

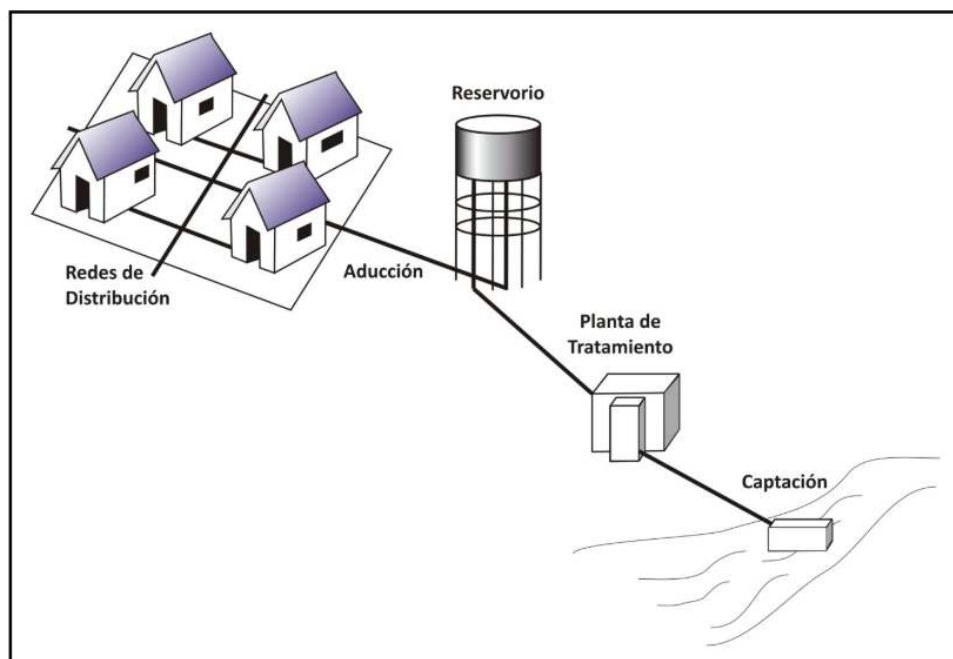
1.3.1.3.2.4. Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

Estos sistemas a más de necesitar la Planta de Tratamiento de Agua, para acondicionar el agua de acuerdo a los parámetros necesarios para el consumo, necesitan un sistema de bombeo para impulsar el agua.[24]

Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.

Ilustración 6: Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BST).



Fuente: Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.

1.3.1.4. Componentes para sistema de abastecimiento de agua potable

1.3.1.4.1. Bases para el diseño de un sistema de agua potable

Los sistemas para el abastecimiento de agua potable han sido tomados conforme al Código Ecuatoriano de la Construcción, de la norma CPE INEN 5; y, se sustentarán en las siguientes consideraciones:

- Que los recursos hídricos destinados al consumo humano tienen la primera prioridad;
- La preservación y utilización múltiple de los recursos hídricos;
- La cooperación y coordinación con los distintos organismos usuarios del agua.
- Las posibles expansiones consideradas en los planes regionales y nacionales de desarrollo en lo referente a expansión urbanística administrativa e industrial de las ciudades y poblaciones a servir con el proyecto.

Teniendo en cuenta estos parámetros la misma norma recomienda planificar de manera simultánea los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Tabla 11: Categorías de los sistemas de agua potable.

CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS	EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE ABASTECIMIENTO
Centros poblados con más de 50000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante máximo 3 días en el año. A esta categoría también pertenecen los complejos petroquímicos, metalúrgicos y refinerías de petróleo.	I
Ciudades de hasta 50000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante un mes	II

y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 5 horas en un día por año. En esta categoría también se encuentran las industrias livianas y las agroindustrias.	
Pequeños complejos industriales, agroindustriales y poblaciones de hasta 5000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30 % durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 24 horas en el año.	III

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.4.1.1. Periodo de diseño

Según la norma CPE INEN 5, hace alusión a un período de diseño que dice:

- Los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable deberán garantizar la rentabilidad de todas las obras del sistema durante el período de diseño escogido.
- No se deben proyectar obras definitivas para periodos menores a 15 años.
- La vida útil para elementos de un sistema de Abastecimiento de Agua Potable, se especifican en la siguiente tabla:[23]

Tabla 12: Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques Grandes y Túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de Tratamiento	30 a 40

Tanques de Almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo a especificaciones del fabricante

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.4.1.2. Población de diseño

La población de diseño se calcula con respecto a la población presente que se determina con el recuento poblacional, para el cálculo se realizaran las proyecciones de crecimiento poblacional usando por lo menos 3 métodos que ya son conocidos y algunos son: proyección aritmética, proyección geométrica, incrementos poblacionales, comparativo, etcétera. Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se utilizará como base los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); y si aun así no se contara con los datos necesarios para poder realizar el cálculo, se optará por realizar la proyección geométrica utilizando los siguientes índices de crecimiento:[23]

Tabla 13: Tasas de crecimiento poblacional.

REGIÓN	r(%)
Sierra	1,0
Costa, Oriente y Galápagos	1,5

Fuente: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

1.3.1.4.1.3. Dotación

Para satisfacer las necesidades y otras exigencias de las comunidades, se las fijará con respecto a estudios de los requerimientos particulares de cada población y se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las condiciones climáticas del lugar;
- Las dotaciones fijadas para cada sector de la población, considerando las necesidades de cada servicio público;
- Necesidades de agua potable para la industria;
- Volúmenes para protección contra incendios;
- Dotaciones para lavado de mercados, camales, plazas, calles, piletas, etcétera,
- Dotaciones para riego de jardines;
- Otras necesidades y que incluyan las que estas direccionadas a la limpieza de sistemas de alcantarillado, etcétera.[23]

En el caso que no existan los datos suficientes para la factibilidad del proyecto, se usarán las dotaciones que se dan a continuación:[23]

Tabla 14: Dotaciones recomendadas.

POBLACION (habitantes)	CLIMA	DOTACION MEDIA FUTURA (lt/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Para poblaciones menores a 5000 habitantes, se deberá tomar la dotación mínima fijada.[23]

1.3.1.4.1.4. Variaciones de consumo

- **Caudal medio diario (Qmed)**

El consumo medio anual diario es la cantidad de agua que necesita un usuario en un día promedio, se expresa en unidades de m³/seg, se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = \frac{q * N}{100 * 86400}$$

Donde:

Qmed = Caudal medio diario

q = dotación en lt/hab/día.

N = número de habitantes

- **Caudal máximo diario (QMD)**

En cuanto al máximo requerimiento acorde al mayor consumo diario, se calculará con la siguiente fórmula: [23]

$$Q_{max.dia} = K_{máx.dia} * Q_{med}$$

Según la Norma CPE INEN 5, cuando no se puede determinar el coeficiente de variación del consumo máximo diario se recomienda usar los siguientes valores: [23]

$$K_{máx.dia} = 1,3 - 1,5$$

- **Caudal máximo horario (QMH)**

En cuanto al máximo requerimiento acorde al mayor consumo horario, se calculará con la siguiente fórmula: [23]

$$Q_{max.hor} = K_{máx.hor} * Q_{med}$$

Según la Norma CPE INEN 5, cuando no se puede determinar el coeficiente de variación del consumo máximo diario se recomienda usar los siguientes valores: [23]

$$K_{m\acute{a}x.hor} = (2 \text{ a } 2,3) Q_{med}$$

1.3.1.4.1.5.Caudales de Diseño

Para realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable acorde a la normativa, se utilizan los valores determinados en la siguiente tabla:[23]

Tabla 15: Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de agua subterráneas	Máximo diario + 5%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10%
Conducción de agua subterráneas	Máximo diario + 5%
Red de distribución	Máximo diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10%

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.4.1.6.Volúmenes De Almacenamiento

Según la norma CPE INEN 5, el volumen del almacenamiento, deberá ser el 50% del volumen medio diario futuro, y bajo ninguna situación el volumen de almacenamiento no deberá ser menor a 10 m³. [25]

- **Volumen de Regulación:**

- a) Si la población es menor a 5000 habitantes, se adoptará para el volumen de regulación el 30% del volumen que se consume en un día.[25]
- b) Si la población es mayor a 5000 habitantes, se optará para el volumen de regulación el 25% del volumen que se consumen en un día.[25]

○ **Volumen para protección contra incendios:**

- a) Si la población es de hasta 3000 habitantes futuros en la región costa y de hasta 5000 habitantes futuros en la región tierra no se considerará volumen de almacenamiento contra incendios.[23]
- b) Si la población futura alcanza los 20000 habitantes, se utilizará la siguiente ecuación: [23]

$$Vi = 50 * \sqrt{p} \text{ en } m^3$$

- c) Si la población futura supera los 20000 habitantes, se empleará la siguiente ecuación:[23]

$$Vi = 100 * \sqrt{p} \text{ en } m^3$$

En ambas ecuaciones:

p= población en miles de habitantes

Vi= volumen para protección contra incendios en m³

- Las dotaciones de agua para combatir incendios, se debe basar conforme a la siguiente tabla:

Tabla 16: Dotación de agua contra incendios.

NÚMERO DE HABITANTES (en miles)	NÚMERO DE INCENDIOS SIMULTÁNEOS	DOTACIÓN POR INCENDIO (lt/s)
5	1	10
10	1	10
25	2	10
50	2	20
100	2	25
200	3	25
500	3	25
1000	3	25

2000	3	25
------	---	----

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

1.3.1.5. Elementos que conforman una Planta de Tratamiento de Agua Potable Convencional

1.3.1.5.1. Captación

Según la norma CPE INEN 5; las estructuras hidráulicas de captación deberán garantizar lo siguiente:

- Derivación desde la fuente de las cantidades de agua previstas y su entrega ininterrumpida a los usuarios;
- Protección del sistema de abastecimiento contra el ingreso a la conducción de sedimentos gruesos, cuerpos flotantes, basuras, plantas acuáticas, etcétera;
- Impedir el ingreso de peces desde los reservorios y ríos;
- Evitar el ingreso del agua a la conducción durante el mantenimiento, cuando haya averías y daños en la misma.

1.3.1.5.2. Coagulación

La coagulación es el proceso donde se neutralizan las impurezas que pueden estar suspendidos y disueltas en el agua; impurezas que pueden ser: Limo, bacterias, algas, virus, minerales, contaminantes industriales, etcétera.

Según el profesor Edwar Aguilar, miembro del Instituto de Investigación Científica de la Universidad de Lima (IDIC), uno de los métodos no convencionales para el tratamiento de agua es la electrocoagulación, misma que es una alternativa rápida, económica y eficaz; que consiste en proveer electricidad a electrodos de diferentes materiales, que crean coagulantes por la disolución de iones, que hacen flotar a la superficie las partículas coloidales, haciendo que el agua se clarifique, mientras que el lodo que se suspende en la superficie sea retirado. Con este método se eliminan excesivos valores de demanda química de oxígeno (DQO), de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales, turbiedad, metales pesados, etcétera.

También, ayuda a la eliminación de contaminantes, desinfectar el agua, suprimiendo microorganismos patógenos, lo cual permitirá reducir el uso de altas concentraciones de cloro en la etapa final del tratamiento.[26]

1.3.1.5.3. Floculación

Es un proceso químico en el cual se agrega sustancias floculantes, que hacen que se junten las partículas coloidales suspendidas en el agua y se depositen en el fondo de los sedimentadores, ayudando que sea más fácil su extracción y posterior filtración.[27]

1.3.1.5.4. Sedimentación

Es el proceso por el cual el material sólido, en suspensión por acción de la gravedad se depositan en el fondo del sedimentador, en términos de potabilización del agua este proceso se lo realiza por la ley de Stokes, que indica que las partículas se sedimentan con mayor facilidad cuando tienen un diámetro mayor, su peso específico es mayor y su viscosidad es menor.[27]

1.3.1.5.5. Filtración

Es la última barrera en la remoción de suspendidos en el agua natural a tratarse, esta remoción se lleva a cabo de medios porosos que retienen las partículas dependiendo de su densidad y tamaño. Este método permite también eliminar agentes contaminantes, a continuación, se mencionarán dos de los métodos más efectivos en filtración y son:

- **Filtrado con filtros de carbón:** Elimina el mal sabor y olor de manera efectiva, que pueda tener el agua, debido a que elimina minerales pesados como el plomo y el mercurio, además de las toxinas.
- **Filtrado con luz ultravioleta:** La clase de luz que se usa en este método es tan efectiva y conocida por ser un potente germicida, que hasta se la usa en la purificación del agua.

1.3.1.5.6. Desinfección

El agua que se capta de las vertientes debe ser sometida a un proceso de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y después como tratamiento final se someterá a la desinfección cuyo objetivo es eliminar microorganismos patógenos que puedan estar presentes en el líquido vital para ser distribuido, entre los métodos más comunes de desinfección tenemos la cloración que detallamos a continuación:[23]

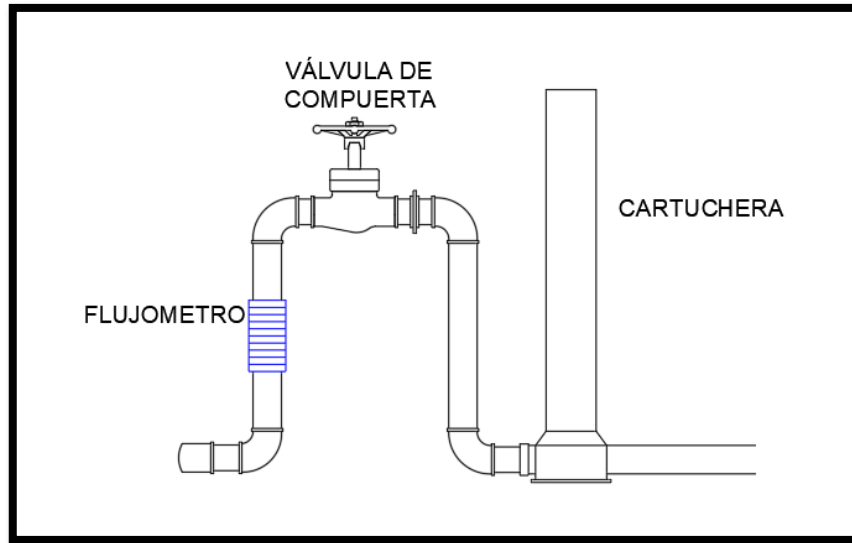
1.3.1.5.6.1.Desinfección mediante cloración del agua

La cloración es el método más utilizado en Plantas de Tratamiento de Agua Potable pequeñas, en cuanto a desinfección se trata, por ser el cloro un elemento que ayuda a una desinfección efectiva y convenientemente económica; este mismo elimina microorganismos patógenos sin alterar el pH o la dureza del agua que va a ser distribuida en la comunidad.[23]

Los componentes del sistema de cloración se representan a continuación en el siguiente gráfico:

- Flujómetro.
- Válvula de compuerta.
- Cartuchera de tabletas de cloración.

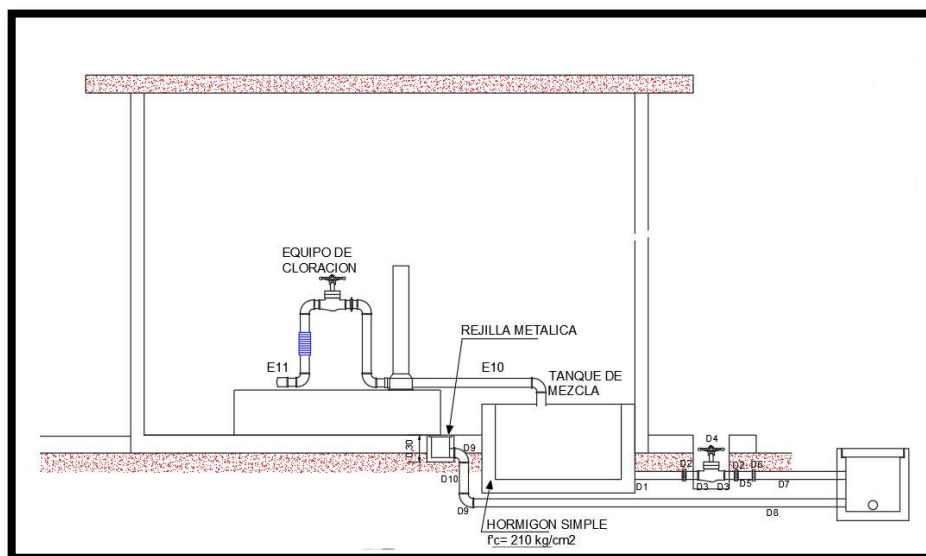
Ilustración 7: Sistema de cloración.



Fuente: PROVITAB 3 Cloración Automatizada.

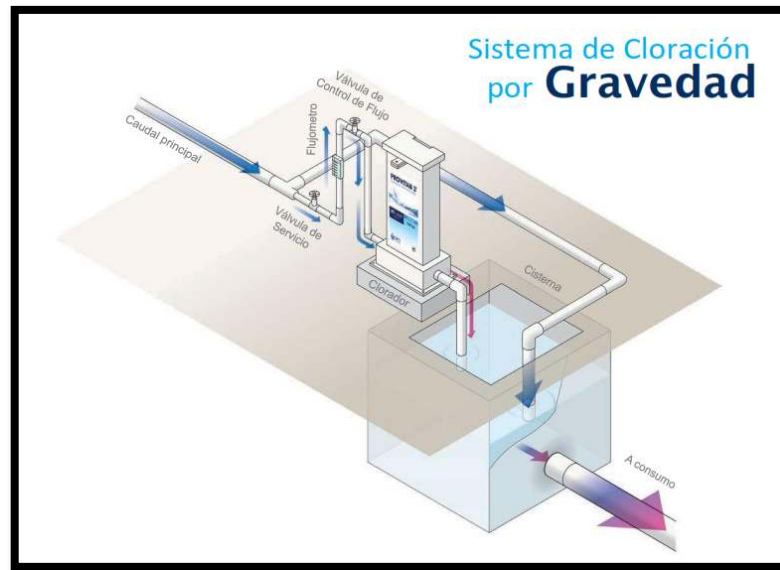
El sistema de cloración básicamente se basa en que el agua ingresa por la parte inferior interna, y las plaquetas de cloro se van disolviendo de manera controlada, mismas que se encuentran en la cartuchera dosificadora, esta cantidad de cloro que es liberado por las tabletas son reguladas mediante el flujo de agua que llega al clorador, mediante la válvula de compuerta y que es controlado por el flujómetro.

Ilustración 8: Sistema de desinfección mediante cloración.



Fuente: PROVITAB 3 Cloración Automatizada.

Ilustración 9: Sistema de cloración por gravedad.



Fuente: PROVITAB 3 Cloración Automatizada.

Las especificaciones técnicas de las tabletas de cloración se presentan a continuación:

Tabla 17: Especificaciones técnicas de tabletas de cloración Constant Chlor.

Hipoclorito de calcio en % p/p	65-75%.
Clorato de calcio % p/p	0-5%p/p
Cloruro de calcio	0-55 p/p
Di hidróxido de calcio en % p/p	0-4% p/p
Color	Blanco
Olor	Característico a cloro
pH	10.4-10.8 al 1% de solución
Densidad	1.9 g/cm ³ (Tabletas)

Fuente: Autor.

1.3.2. Hipótesis de trabajo

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua; no funciona de manera óptima.

1.3.2.1.Hipótesis nula

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua; se encuentra funcionando de manera correcta.

1.4.Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la planta de tratamiento de agua potable del caserío Andignato, del cantón Cevallos, de la Provincia de Tungurahua.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información de la planta de tratamiento de agua potable de Andignato, del cantón Cevallos, de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, del cantón Cevallos, de la provincia de Tungurahua.
- Realizar el análisis del agua potable que ingresa y se distribuye de la PTAP.
- Comprobar las dimensiones de las unidades actuales de la PTAP
- Proponer mejoras en la PTAP de ser necesario.
- Elaborar un plan de operación y mantenimiento de la PTAP.

CAPÍTULO II.-

METODOLOGÍA

2.1. Metodología

El presente trabajo experimental acerca de la evaluación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del caserío Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, se desarrollará en las siguientes etapas:

2.1.1. Tipo de Investigación

2.1.1.1. Investigación experimental

Este tipo de investigación según Herrera Luis, Medina Arnaldo y Naranjo Galo, consiste en el manejo de variables independientes para contemplar los resultados en las correspondientes variables dependientes con la finalidad de determinar la relación causa-efecto.[28]

El agua que se abastece a los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, del cantón Cevallos, de la provincia de Tungurahua, solamente cuenta con una fase de sedimentación, una de desinfección, almacenamiento y posterior distribución, lo que da a notar que no se dispone de una Planta de Tratamiento de Agua Potable Convencional, por este motivo se lo enmarca dentro de una investigación experimental.

2.1.1.2. Investigación de campo

También se la llama in situ, es el estudio sistematizado de los hechos en el lugar que se producen, el investigador tiene contacto directo con la realidad para obtener información conforme a los objetivos del proyecto.[28]

Se define como una investigación de campo por el motivo de que la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, no cuenta con una PTAP convencional según la norma CPE INEN 5, además comprobar los parámetros

que el agua para que sea considerada potable se cumplan conforme a la norma NTE INEN 1 108.

2.2. Materiales y equipos

A continuación, se detalla los materiales y equipos que se usaron durante la investigación.

Tabla 18: Materiales utilizados en la investigación.

MATERIAL	UNIDADES	CANTIDAD
Computador personal	U	1
Cámara fotográfica	U	1
Cinta métrica	U	1
Receptor GPS	U	1
Flexómetro	U	1
Materiales de oficina	----	----

Fuente: Autor

Tabla 19: Equipos utilizados en la investigación.

EQUIPO	UNIDADES	CANTIDAD
Casco	U	1
Mascarilla KN95	U	1
Guantes de nitrilo	Par	1
Botas	Par	1

Fuente: Autor

2.3. Población y muestra

La población es la totalidad de componentes destinados a investigar conforme a especificaciones, en la mayoría de casos investigativos no es posible escudriñar la totalidad de la población debido a varias razones, condiciones que llevan a un método

estadístico de muestreo, que se basa en la selección de una parte de los componentes de un conjunto.[28]

Con lo que respecta a la muestra para que sea confiable debe ser representativa y práctica, y además eficaz en su aplicación; sin dejar de lado que mientras mayor sea la muestra más confiable van a ser los resultados que se obtengan. Al extraer la muestra hay que tener las siguientes consideraciones:

- Definir el universo para la base de la muestra.
- Disponer de un registro del universo.
- Determinar el tamaño de la muestra.
- Lograr que la muestra sea representativa.
- Aplicar en la muestra los procedimientos e instrumentos de recopilación de información. [28]

Existen dos tipos de muestreo: probabilístico y no probabilístico. El muestreo probabilístico se da cuando los elementos son elegidos de manera individual y directa; y pueden ser: regulado, al azar, sistemático, aleatorio y estratificado. Mientras que el no probabilístico la elección se hace en base del criterio del investigador y pueden ser: intencional, por cuotas, por decisión de expertos y casual.[28]

2.3.1. Determinación del tamaño de la muestra

Es sustancial hallar el tamaño adecuado de la muestra, por lo que si se toma una muestra grande será un desperdicio de recursos, y si se toma una muestra pequeña no se tiene resultados no confiables. Para delimitar el tamaño de la muestra se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El objeto y el objetivo de la investigación.
- El nivel de confiabilidad con el que se desea trabajar el valor recomendable se tiene entre el 95% y el 99%.
- El error del muestreo puede fluctuar según el criterio de algunos investigadores entre el 1% y el 8%, lo recomendable es entre el 1% y el 5%.
- Aplicar la fórmula correcta para universos finitos e infinitos considerando los datos de la información.[28]

En el presente proyecto experimental se aplicará un Muestreo Probabilístico de los 475 usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, seleccionando dicha muestra con criterios estadísticos de confiabilidad de la muestra, el margen de error, y el tipo de universo que se tiene, para determinar un valor aproximado de consumo de agua que se provee a los usuarios. Por ende, se aplicará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{Z^2 * P * Q + Ne^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confiabilidad= 95% 0,95/2= 0,4750 Z=1,96

P= Probabilidad de ocurrencia= 0,7

Q= Probabilidad de no ocurrencia= 1-0,5= 0,5

N= Población= 475

e= error de muestreo= 5% (0,05)

$$n = \frac{1.96^2 * 0,7 * 0,5 * 475}{1.96^2 * 0,7 * 0,5 + 475 * (0,05)^2}$$

$n = 252.23 \cong 253$
--

Teniendo en cuenta los parámetros que se detallan en la formula antes descrita se obtiene una muestra total de 253 usuarios de la Junta Administradora de Agua Potables y Saneamiento de Andignato, con una margen de error del 5%, que es considerado aceptable.

2.4. Plan de recolección de la información

Metodológicamente el plan para la recolección de la información se consideran estrategias solicitadas por los objetivos e hipótesis de investigación, para puntualizar la descripción del plan de recolección conviene contestar a las siguientes preguntas:[28]

Tabla 20: Plan de recolección de información.

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué se evalúa?	Para evaluar el funcionamiento óptimo de la PTAP de Andignato.
¿Sobre qué se evalúa?	Calidad del agua potable que se abastece a los usuarios.
¿De qué personas u objetos?	Usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato.
¿Sobre qué aspectos se evalúa?	Parámetros de la calidad de agua potable conforme a la norma NTE INEN 1 108.
¿Quién evalúa?	Jonathan Gabriel Lascano Bayas.
¿Dónde evalúa?	PTAP de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.
¿A quiénes evalúan?	Elementos que forman parte del procedimiento de desinfección del agua para que sea distribuida a los usuarios de la Junta.
¿Con qué técnica o instrumento?	Mediante investigación experimental y de campo; ejecución de análisis físicos, químicos y microbiológicos y comparación de resultados con la norma NTE INEN 1 108.

	Mediante el libro de lecturas de medidores de los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato.
--	---

Fuente: Autor.

Ilustración 10: Plan de recolección de información.

Etapa 1: Levantamiento de información

- En esta etapa se detalla de manera bibliográfica la ubicación geográfica, actividad económica e histórica del cantón Cevallos y su caserío Andignato, sus habitantes, de igual manera la descripción de la planta de tratamiento que se encuentra en el sector. Se realiza una toma de datos generales como son: caudales de diseño, tipo de agua tratada que se brinda a la comunidad y el diseño de la misma.

Etapa 2: Investigación de campo

- En esta etapa se realiza una visita técnica directa para visualizar el estado actual de la planta de potabilización y cada uno de los procesos que la conforman. Durante este proceso se toma lecturas de diferentes medidores de la zona y se toma muestras de agua a la salida del tanque de almacenamiento para conocer la calidad de agua a distribuirse para consumo humano.

Etapa 3: Investigación de laboratorio

- En la presente etapa las muestras tomadas son enviadas a un laboratorio químico especializado para evaluar los parámetros permitidos para el consumo del agua según la normativa NTE INEN 1 108.

Etapa 4: Evaluación y verificación de funcionamiento

- Durante esta etapa se elabora un diagnostico detallando los procesos de la PTAP y como se encuentran en la actualidad.

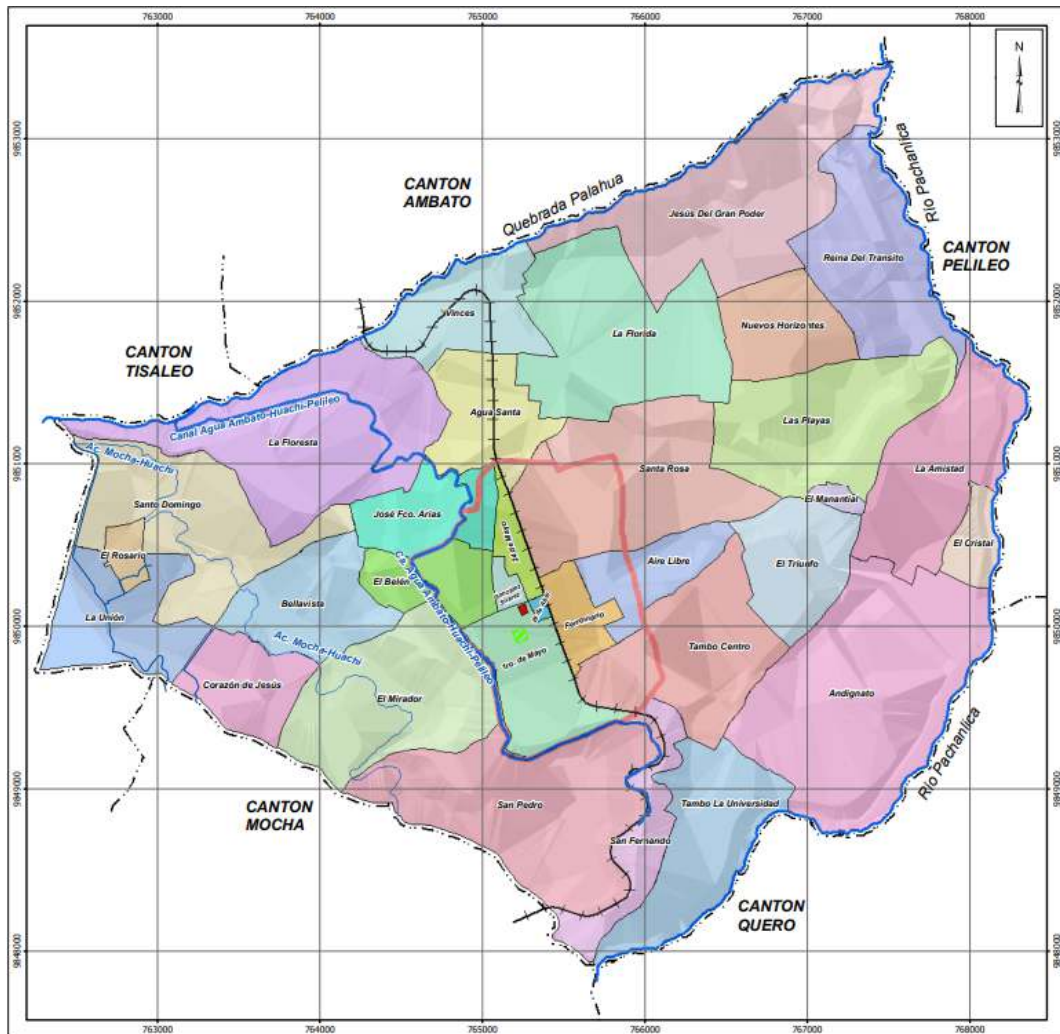
Fuente: Autor.

2.4.1. Etapa 1. Levantamiento de información

Cevallos era llamado en la antigüedad Capote Bajo y era asentamiento de la cultura Panzaleo, de esta cultura han sido hallados objetos arqueológicos de cerámica en la zona de Andignato-Pachanlica. El 29 de abril de 1892, mediante Acuerdo del Concejo Municipal de Ambato se crea la parroquia Cevallos, en el sector donde antes pertenecía a la parroquia Tisaleo, posteriormente se cantoniza el 13 de mayo de 1986.[29]

El cantón Cevallos está ubicado en centro-sur de la provincia de Tungurahua y al sur-orientado de Ambato; cuenta con una superficie de 18,78km², sus límites son: POR EL NORTE: Con Ambato; POR EL SUR: Con Mocha y Quero; POR EL ESTE: Con Pelileo; y, POR EL OESTE: Con Tisaleo y Mocha; su actividad económica principal es la agricultura que se orienta a la fruticultura en huertos, esta se complementa con la ganadería menor como los son cuyes, conejos y avicultura doméstica, además también cabe recalcar la artesanía de calzados y afines; actualmente según datos proporcionados por el INEC para el 2022 hay una población de 10.233 habitantes; es conocido también como el cantón más pequeño de la República del Ecuador, y es el décimo tercer cantón con mayor densidad poblacional con 429,63 hab/km². [29]

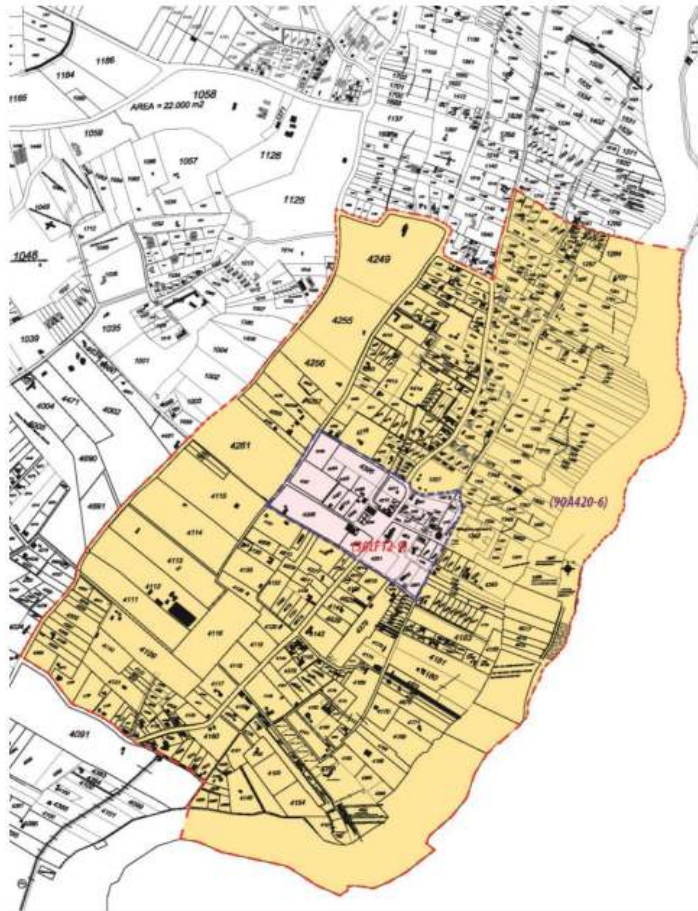
Ilustración 11: Mapa político de Cevallos.



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cevallos.

El caserío Andignato según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cevallos, tiene 158,35 hectáreas, que equivale al 9,31% de la totalidad de la superficie del cantón Cevallos, y conjuntamente con los barrios Tambo La Universidad y Aire Libre, y se encuentra delimitado al norte por la vía a Pelileo, al sur y al este por el río Pachanlica y al oeste con el límite urbano de la cabecera cantonal y la vía que conduce a Quero.[29]

Ilustración 12: Núcleo de desarrollo urbanizable Andignato.



Fuente: PDOT Cevallos 2014.

La PTAP se encuentra ubicada en la jurisdicción de la parroquia Pingulí, del cantón Mocha, provincia de Tungurahua, la misma que se encuentra funcionando en la actualidad. La planta fue construida en el año 1998 por pedido de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, con estas referencias se determinó los siguientes datos:

Tabla 21: Datos de la planta de tratamiento.

Datos de la PTAP de Andignato	
Número de usuarios	475

Empleo de agua potable	Doméstico
Tanques de almacenamiento	1
Caseta de cloración	1
Vertientes	4
Tanque desarenador	1

Fuente: Autor.

La Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, a la presente fecha no cuenta con los planos de diseño ni mucho menos con la memoria técnica de cálculo, que evidencie el funcionamiento de los elementos de la planta, al no tener estos datos es de vital importancia realizar el cálculo que demuestre el estado actual de la PTAP para así poder conocer su actual funcionalidad operacional.

2.4.2. Etapa 2: Investigación de campo

La planta de tratamiento de agua potable en la actualidad se encuentra en funcionamiento constante, se evidencio que cada elemento cumple su función respectiva con ciertas dificultades.

Como lugares estratégicos se georreferenciaron los siguientes puntos:

- Punto de Captación de Vertiente (vP): punto en el cual se receipta el agua para llevarla a la PTAP
- Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP): construcción donde se realiza el tratamiento y la potabilización del agua de donde proviene el agua cruda.
- Tanque de almacenamiento (TA): obra civil donde se almacena el agua tratada y se envía a la red de distribución.

2.4.2.1.Punto de captación de vertientes

La captación principal para el abastecimiento de agua para la Planta de Tratamiento de Andignato se la realiza de aguas de vertiente y son 4 captaciones ubicadas en los siguientes puntos:

Tabla 22: Ubicación Geográfica Vertientes.

Vertiente	Este	Norte	Altura (m.s.n.m)
1	0763064	9844056	3065
2	0763052	9844053	3065
3	0763052	9844052	3065
4	0763060	9844056	3065

Fuente: Autor.

2.4.2.2.Ubicación de la caseta de cloración y tanque de almacenamiento

La planta donde se recibe el agua a ser tratada y el tanque de almacenamiento, se ubican en las siguientes coordenadas:

Tabla 23: Georreferencia PTAP y Tanque de almacenamiento.

Descripción	Este	Norte	Altura (m.s.n.m)
PTAP	0765585	9847855	2953
Tanque de almacenamiento	0765590	9847855	2952

Fuente: Autor.

2.4.2.3.Toma de Muestras para los análisis en laboratorio

Para el manejo correcto de las muestras tomadas para el respectivo análisis y así conseguir los valores sobre el control de calidad de los distintos tipos de agua, se sujeta a la norma NTE INEN 2176:2013. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.[30]

En cuanto a las medidas preventivas que hay que seguir para el transporte y conserva de las muestras de agua, además de las técnicas de conservación más notables, se usará la normativa NTE INEN 2 169:98. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.[31]

2.4.3. Etapa3: Investigación de laboratorio

Una vez que se han realizado los análisis físicos, químicos, y microbiológicos, en el laboratorio químico privado “SAQMIC”, ubicado en la ciudad de Riobamba, se compara con los parámetros que establece la norma NTE INEN 1108, para consumo humano, y se presenta los parámetros a continuación:

Tabla 24: Parámetros físicos y químicos de calidad para agua potable según INEN 1108.

Parámetros	Unidades	Límites
Color	UND Co/Pt	<15
Sabor		Inobjetable
Temperatura	°C	<25
pH	U	6.5-8.5
Conductividad	μSiems/cm	<1250
Turbiedad	UNT	5
Cloro libre	mg/l	0.5-1.5
Cloruros	mg/l	250
Dureza	mg/l	300
Amonios	mg/l	0.5
Nitritos	mg/l	3
Nitratos	mg/l	50
Fluoruros	mg/l	<1.5
Sólidos Disueltos	mg/l	500
Sólidos Totales	mg/l	1000

Fuente: NTE INEN 1108.

Según los análisis de laboratorio realizados de las muestras tomadas de una de las vertientes y el tanque de almacenamiento, el agua natural sometida al proceso de

cloración es apta para consumo humano, y cumple con los parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 1 108.

2.4.4. Etapa 4: Evaluación y verificación de funcionamiento

La planta que actualmente existe en el caserío Andignato no cumple con los procesos de coagulación, floculación, tiene un tanque de sedimentación que cumple con su cometido y finalmente tiene su proceso de desinfección para posterior almacenamiento y distribución. Las estructuras de la caseta de cloración y tanque de almacenamiento principal si bien se les realiza mantenimiento continuo ya han cumplido con su tiempo de vida útil y de igual manera la tubería en tramos cortos presenta reparaciones, así como en algunos tramos ya ha sido reemplazada.

2.5. Plan de procesamiento y análisis de la información

2.5.1. Plan de procesamiento de la información

- Efectuar la recopilación de información en medios confiables sobre el sector de estudio y los métodos estadísticos empleados, para la determinación de un nuevo diseño de la caseta de cloración y tanque de almacenamiento.
- Definir un plan de recolección de información en campo para la definición del volumen de agua consumido por la comunidad de Andignato.
- Realizar la toma de muestras del agua que se está captando y posteriormente se distribuye a los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, y cumpla los parámetros para que sea considerada potable conforme a la normativa vigente.
- Reunir y estructurar la información obtenida en campo sobre la calidad y el volumen de agua, consumidos por los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato.
- Comprobar la confiabilidad de la información, comparar y establecer si existen irregularidades en la calidad del agua que se está distribuyendo a la comunidad de Andignato.
- Análisis y tabulación de resultados mediante tablas y gráficas representativas.

2.5.2. Plan de análisis de información

- Ratificar la información recolectada mediante métodos estadísticos que permitan verificar la fidelidad de los datos.
- Organizar y procesar la información con respecto al sector de estudio y los objetivos planteados.
- Establecer el método estadístico a utilizar de acuerdo a la fiabilidad de los datos para la obtención de resultados que sean representativos del sector.
- Representar los resultados obtenidos mediante tablas y gráficas que muestren un patrón de consumo representativo del sector.
- Establecer el método de interpolación de consumos futuros más acertado para cada periodo de diseño de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia.
- Comparar la información obtenida e implementar los diferentes métodos estadísticos requeridos para la determinación de la calidad del agua potable que se distribuye en el sector, conforme a los parámetros que se establecen en la normativa vigente.
- Realizar una propuesta para mejorar la calidad del agua potable a partir del diseño estructural de una nueva caseta de cloración y un nuevo tanque de almacenamiento.
- Verificación de la Hipótesis, y realización de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO III. –

RESULTADOS

3.1. Análisis comparativo de las PTAP (Convencional vs Captación-Cloración)

3.1.1. PTAP Convencional

Una planta de tratamiento convencional es un sistema de tratamiento integrado que abarca todos los procesos para la potabilización del agua que son: 1.) prefiltración 2.) coagulación; 3.) floculación; 4.) sedimentación; 5.) filtración; 6.) desinfección. [32]

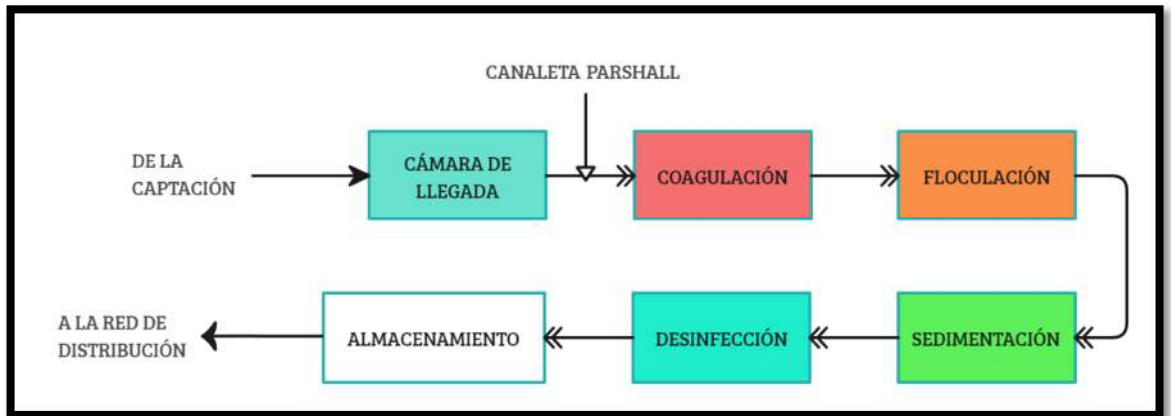
Dependiendo del tipo de agua que se vaya a tratar se determinará si se requiere un sistema de filtración simple o doble, este último es recomendable aplicar cuando el agua tiene color alto y altos contenidos de manganeso y hierro, este tipo de plantas deben tener su tanque destinado únicamente para la filtración que lo conforma grava, arena, antracita, carbón activado y/o resinas especializadas, en el caso que haya altos niveles de hierro se necesita un tratamiento de oxidación previo, realizado por torres de aireación o pre-cloración.[32]

- **Prefiltración:** Para que las aguas superficiales estén acondicionadas para su tratamiento con filtros lentos, se usa pre filtros de grava, siempre y cuando la turbiedad media del agua cruda no sea mayor que 250 NTU y la capacidad de la PTAP sea pequeña. [32]
- **Cámara de llegada:** Esta cámara sirve para que no existan presiones tan altas que puedan averiar las tuberías y de esta forma trabajar el agua con una velocidad mínima y presiones menores. [32]
- **Canaleta Parshall:** Esta canaleta consta con una garganta que ayuda para la medición del caudal aproximado que ingresa, para que se cumpla con este propósito se utiliza un tanque que está conectado a la canaleta. [32]
- **Coagulación:** En esta etapa se desestabiliza las partículas suspendidas de tal modo que se reduzcan la fuerza de separación entre las mismas, para que se dé este fenómeno se tiene que añadir compuestos químicos que permitan las

reacciones necesarias; en el Ecuador los compuestos más comunes son: sulfato férrico, policloruro de aluminio, sulfato de aluminio. [32]

- **Floculación:** Una vez que se realiza la coagulación las partículas desestabilizadas que entran en contacto formarán flóculos de mayor tamaño mismos que serán sedimentados por la acción de la gravedad, para mayor facilidad de la creación de los flóculos de mayor dimensión y su sedimentación, se usan determinados productos químicos floculantes, de naturaleza polimérica. [32]
- **Sedimentación:** El agua que ha sido sometida a los procesos de coagulación y floculación, esta se somete al proceso de sedimentación de los flóculos generados para que se eliminen estos, existe diferentes modelos de sedimentadores que son: de flujo horizontal, de flujo vertical, unidades con manto de lodos (de suspensión hidráulica y suspensión mecánica); y, de alta tasa. [32]
- **Filtración:** En esta etapa puede realizarse la filtración rápida o filtración lenta. La filtración rápida se divide en ascendente y descendente. Puede realizarse filtración por gravedad o por presión, el lavado puede ser intermitente o continuo. La filtración lenta puede emplearse sola o con diversas etapas de prefiltración. [32]
- **Desinfección:** Este proceso tiene como finalidad eliminar microorganismos patógenos que afecten la salud humana. El compuesto químico que comúnmente se usa es el hipoclorito de sodio, también hay métodos con la implementación de ozono y rayos UV. En lo que respecta al cloro, su acción se da en primera instancia cuando se mezcla con el agua y también se considera cloro residual que va a prevenir la proliferación de microorganismos a lo largo de la red de distribución. [32]

Ilustración 13: Esquema PTAP convencional.



Fuente: Autor.

3.1.2. PTAP Captación-Cloración

Este tipo de planta de PTAP a diferencia de una convencional tiene un proceso simplificado que consiste en: 1.) captación; 2.) sedimentación; 3.) desinfección; y 4.) almacenamiento; este tipo de plantas son más comunes para poblaciones y caudales pequeños, al igual que depende de la calidad del agua natural y que ésta cumpla con los parámetros de la normativa CPE INEN 5, esto es la calidad tanto física, química y microbiológica, estén dentro de los límites que se establecen la referida norma, para así someter a un proceso de desinfección como lo es la cloración mediante plaqueta de hipoclorito de calcio, para que el agua sea considerada potable y se dirija a la red de distribución. [32]

Ilustración 14: Esquema PTAP Captación-Cloración.



Fuente: Autor.

3.2. Análisis comparativo de la calidad del agua

Con los resultados obtenidos por el laboratorio SAQMIC, de las muestras de agua de la vertiente y del tanque de almacenamiento, se comparan con las normas: NTE INEN 1 108 para los parámetros de calidad de agua potable y TULSMA para la calidad de agua de la vertiente.

Tabla 25: Análisis comparativo de agua de vertiente con TULSMA Libro VI.

Parámetros	Unidades	Límites	Resultados	Cumple
Color	<i>und Co/Pt</i>	<i>20,0</i>	<i>24</i>	<i>No</i>
Sabor	-	<i>Inobjetable</i>	<i>Inobjetable</i>	<i>Si</i>
pH	<i>Unid</i>	<i>6-9</i>	<i>6.83</i>	<i>Si</i>
Conductividad	<i>μSiems/cm</i>	<i>1250</i>	<i>494.8</i>	<i>Si</i>
Turbiedad	<i>UNT</i>	<i>10</i>	<i>0.8</i>	<i>Si</i>
Dureza	<i>mg/L</i>	<i>500</i>	<i>272</i>	<i>Si</i>
Amonios	<i>mg/L</i>	<i>0,50</i>	<i>0.09</i>	<i>Si</i>
Nitritos	<i>mg/L</i>	<i>0,1</i>	<i>0.03</i>	<i>Si</i>
Nitratos	<i>mg/L</i>	<i>10</i>	<i>2.30</i>	<i>Si</i>
Fluoruros	<i>mg/L</i>	<i>1,5</i>	<i>0.34</i>	<i>Si</i>
Fosfatos	<i>mg/L</i>	<i><0.30</i>	<i>1.13</i>	<i>No</i>
Sólidos Totales	<i>mg/L</i>	<i>1500</i>	<i>332</i>	<i>Si</i>
Sólidos Disueltos	<i>mg/L</i>	<i>500</i>	<i>307.6</i>	<i>Si</i>
Coliformes totales	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>500</i>	<i>No</i>
Coliformes fecales	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>No</i>
Aerobios Mesófilos	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Incontable</i>	<i>No</i>
Mohos y levaduras	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Incontable</i>	<i>No</i>

Fuente: Autor.

Tabla 26: Análisis comparativo de parámetros de agua potable conforme a NTE INEN 1 108.

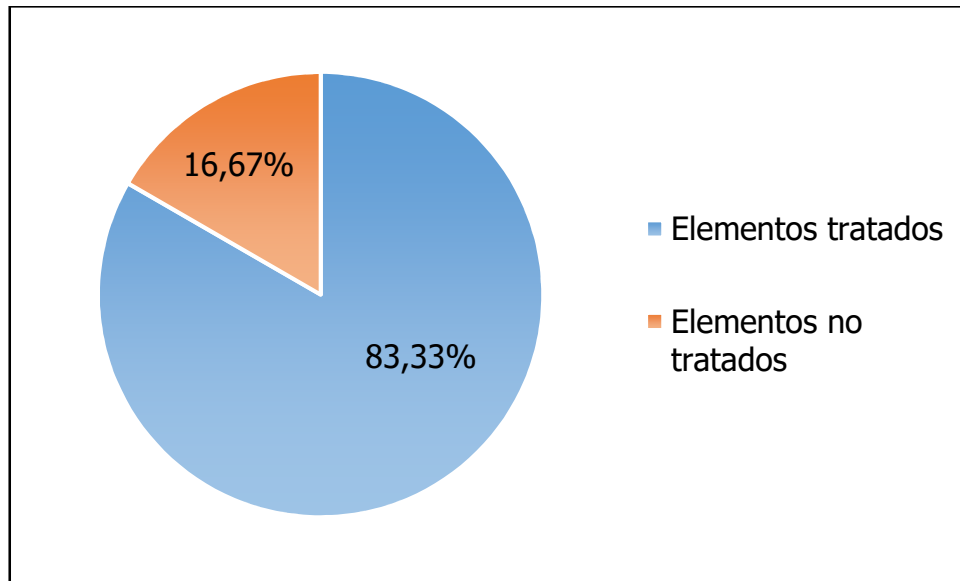
Parámetros	Unidades	Límites	Resultados	Cumple
Color	<i>und Co/Pt</i>	<i>15</i>	<i>22</i>	<i>No</i>

Sabor	-	<i>Inobjetable</i>	<i>Inobjetable</i>	<i>Si</i>
pH	<i>Unid</i>	<i>6.5-8.5</i>	<i>6.97</i>	<i>Si</i>
Conductividad	<i>μSiems/cm</i>	<i><1250</i>	<i>487.7</i>	<i>Si</i>
Turbiedad	<i>UNT</i>	<i>5</i>	<i>0.9</i>	<i>Si</i>
Cloro residual	<i>mg/L</i>	<i>0.3-1.5</i>	<i>1.2</i>	<i>Si</i>
Dureza	<i>mg/L</i>	<i>500</i>	<i>220</i>	<i>Si</i>
Amonios	<i>mg/L</i>	<i><0.50</i>	<i>0.01</i>	<i>Si</i>
Nitritos	<i>mg/L</i>	<i>0,2</i>	<i>0.01</i>	<i>Si</i>
Nitratos	<i>mg/L</i>	<i>50</i>	<i>2.7</i>	<i>Si</i>
Fluoruros	<i>mg/L</i>	<i>1,5</i>	<i>0.34</i>	<i>Si</i>
Fosfatos	<i>mg/L</i>	<i><0.30</i>	<i>0.97</i>	<i>No</i>
Sólidos Totales	<i>mg/L</i>	<i>1000</i>	<i>344</i>	<i>Si</i>
Sólidos Disueltos	<i>mg/L</i>	<i>500</i>	<i>296.3</i>	<i>Si</i>
Coliformes totales	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Si</i>
Coliformes fecales	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Si</i>
Aerobios Mesófilos	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>165</i>	<i>No</i>
Mohos y levaduras	<i>UFC/ml</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Ausencia</i>	<i>Si</i>

Fuente: Autor.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos de la desinfección mediante hipoclorito de calcio que se aplica en el agua natural y posterior distribución a los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato se tiene que el 83.33% de los elementos son tratados y el 16.67% no se logran tratar, estos valores hacen referencia a los parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 1 108, para calidad del agua potable, como se muestra en la siguiente figura:

Ilustración 15: Cuantificación de parámetros que se cumplen con la desinfección.



Fuente: Autor.

3.3.Diagnóstico de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato

La Planta de tratamiento de Andignato que existe y actualmente se encuentra en funcionamiento cumple con los procesos de: captación, sedimentación, desinfección, almacenamiento y por último distribución; la captación se la realiza de 4 vertientes ubicadas en el sector Cacuango, que se originan a la margen derecha e izquierda del río Pachanlica, los caudales recogidos por las cuatro vertientes se almacenan en un tanque sedimentador, que ayuda a retener las partículas sólidas provenientes de las vertientes, el agua natural llega a un tanque de mezcla en el cual se desinfecta por medio de briquetas de hipoclorito de calcio, para posteriormente almacenarse y se dirige a la red de distribución de los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato.

Para el diagnóstico de las etapas que se realizan en la PTAP de Andignato, se basó en los fundamentos de normas técnicas ecuatorianas, que actualmente rigen en el Ecuador y son las siguientes: CÓDIGO DE PRACTICA ECUATORIANO CPE INEN 5 Parte 9-1:1992, esta norma tiene como fin que los sistemas de abastecimientos de agua potable y de eliminación de aguas residuales se hagan dentro de un marco técnico conforme a la realidad ecuatoriana.

CÓDIGO DE PRACTICA ECUATORIANO CPE INEN 5 Parte 9-2:1997, en esta norma da a conocer como se realiza los diseños de los sistemas de agua potable, la disposición de excretas y residuos líquidos, dentro de un margen apropiado a la realidad de las poblaciones rurales del Ecuador, por lo que se toma en cuenta la planificación, construcción, operación, mantenimiento y administración de los sistemas.

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2011, mediante esta norma se establecen los parámetros que debe cumplir el agua potable que va a ser destinada al consumo humano, y se aplica al agua de los sistemas de abastecimiento públicos y privados por medio de redes de distribución y tanqueros.

3.3.1. Elementos y dimensiones actuales de la planta de tratamiento de agua potable

3.3.1.1. Vertientes

Según la concesión de agua emitida por la Secretaria del Agua a favor de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato el caudal que se recoge de las 4 vertientes es de 4 lt/s permanente, pero se realizó el aforo in situ de cada una de las vertientes se tiene que en la actualidad hay un caudal de 3,5 lt/s, y se encuentran ubicadas en los puntos georreferenciados a continuación:

Tabla 27: Coordenadas geográficas y caudales de vertientes.

Vertiente	Longitud	Latitud	Cota (m.s.n.m)	Caudal lt/s (Concesión)	Caudal lt/seg (In situ)
1	763351	9844435	3042	0,08	0,06
2	763351	9844435	3042	0,18	0,15
3	763276	9844427	3042	0,22	0,20
4	763327	9844436	3042	3,52	3,09

Fuente: Autor.

3.3.1.2. Tanque sedimentador

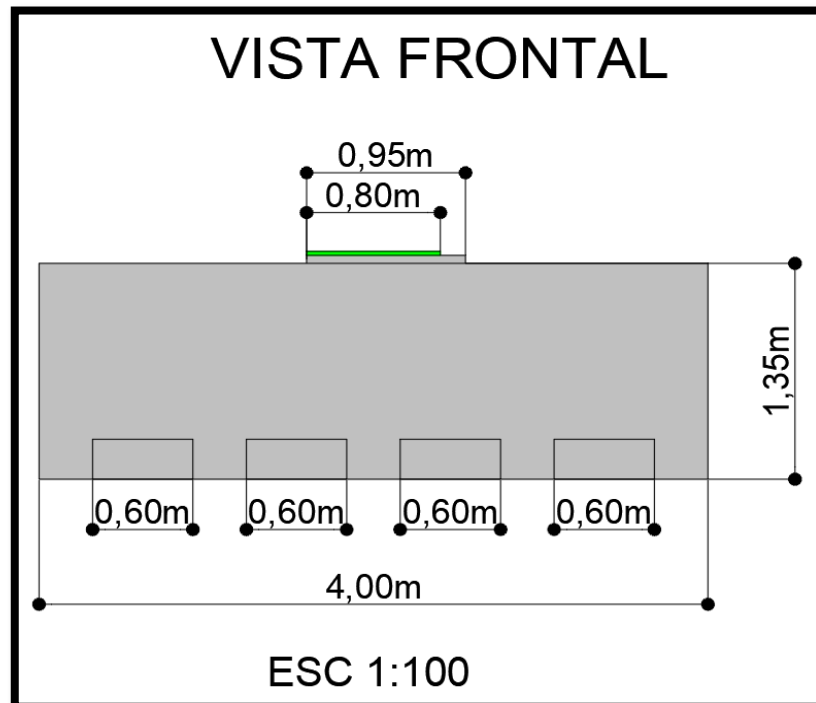
Tanque de hormigón ciclópeo que cumple con la función de retener los sedimentos provenientes de las vertientes por medio de una tubería de 3 pulgadas de diámetro, que son evacuados por tuberías de desagüe incorporadas en la misma edificación, el tanque tiene una capacidad de 7.67m³, la salida del agua se la conduce por una tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, las dimensiones del tanque son las siguientes:

Tabla 28: Dimensiones de tanque de sedimentación.

DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDADES
Ancho	1,42	m
Altura	1,35	m
Largo	4,00	m
Boca de visita	0,77x0,95	m
Tapa metálica	0,80x0,80	m

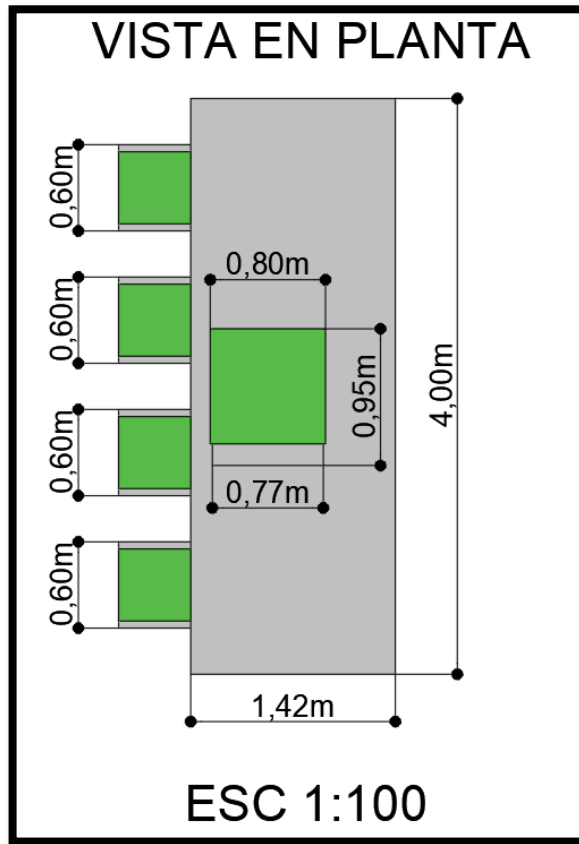
Fuente: Autor.

Ilustración 16: Vista frontal tanque sedimentador.



Fuente: Autor.

Ilustración 17: Vista en planta tanque sedimentador.



Fuente: Autor.

3.3.1.3. Caseta de desinfección

La caseta de desinfección se encuentra a lado de un tanque de mezcla en el cual se añade cloro al agua natural mediante briquetas de hipoclorito de calcio para que posteriormente el agua tratada sea depositada en un tanque de almacenamiento, la caseta de desinfección cuenta con lo siguiente:

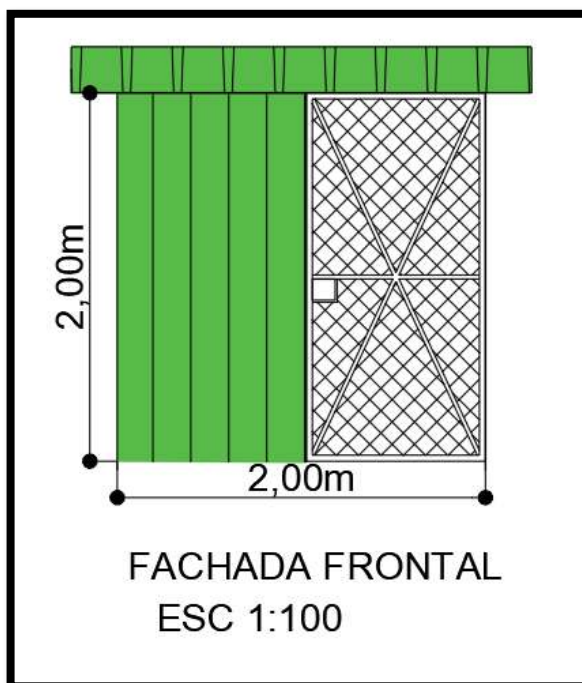
Tabla 29: Elementos de la caseta de cloración.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD
Equipo clorador (dosificador)	1 u	CLORAVID	9 lb

Briquetas de Hipoclorito de calcio	45 kg	CONSTANT CHLOR PLUS	45 kg
Caja metálica de acero inoxidable y accesorios de instalación	1 u		

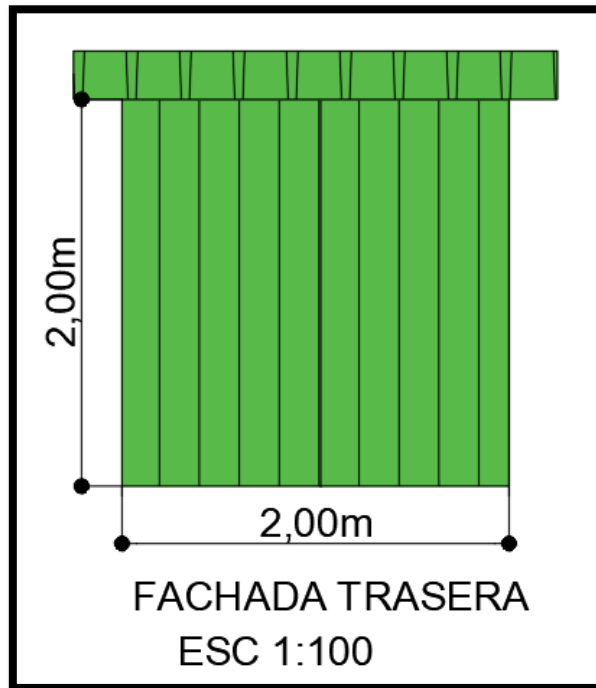
Fuente: Autor.

Ilustración 18: Fachada frontal caseta metálica.



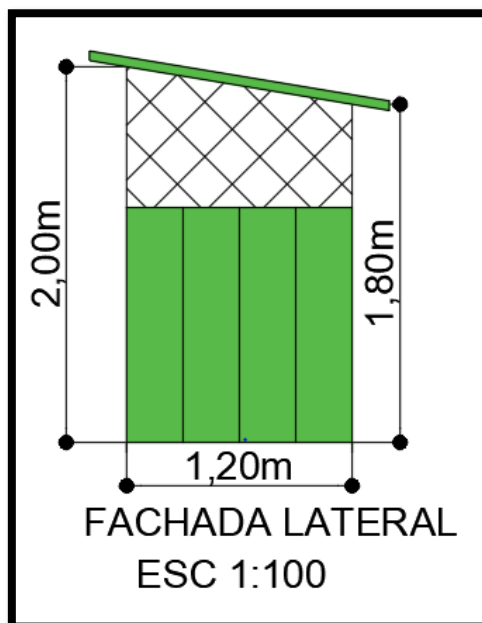
Fuente: Autor.

Ilustración 19: Vista trasera caseta metálica.



Fuente: Autor.

Ilustración 20: Vista lateral caseta metálica.

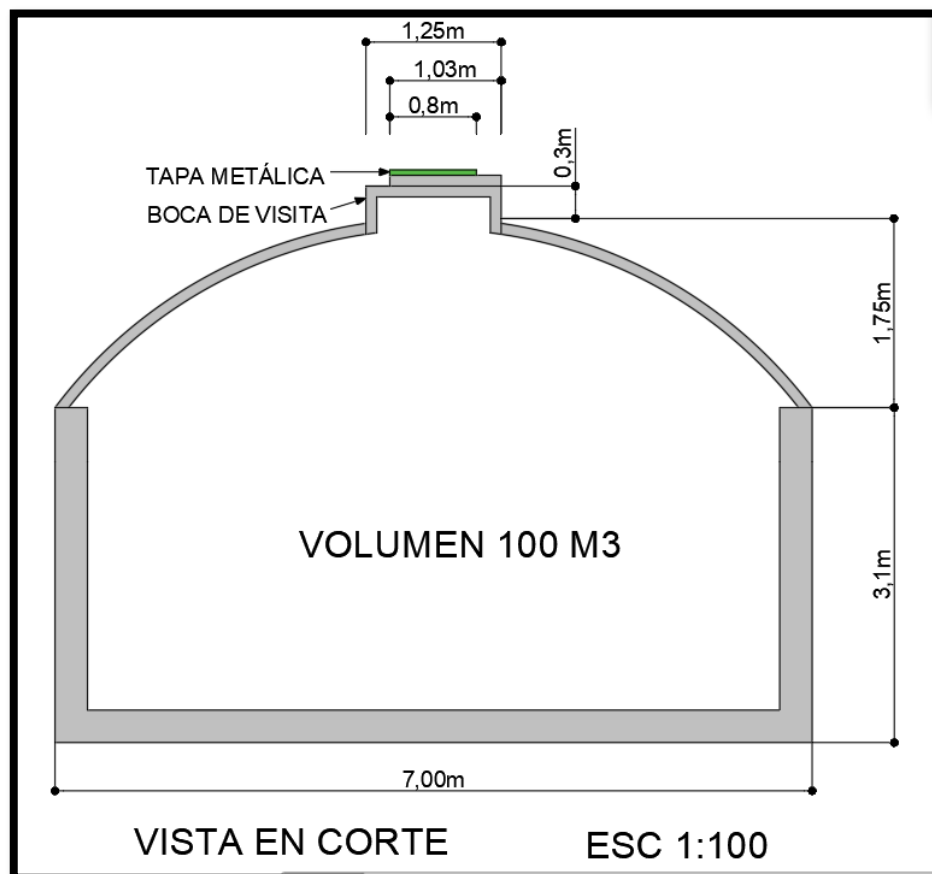


Fuente: Autor.

3.3.1.4. Tanque de almacenamiento

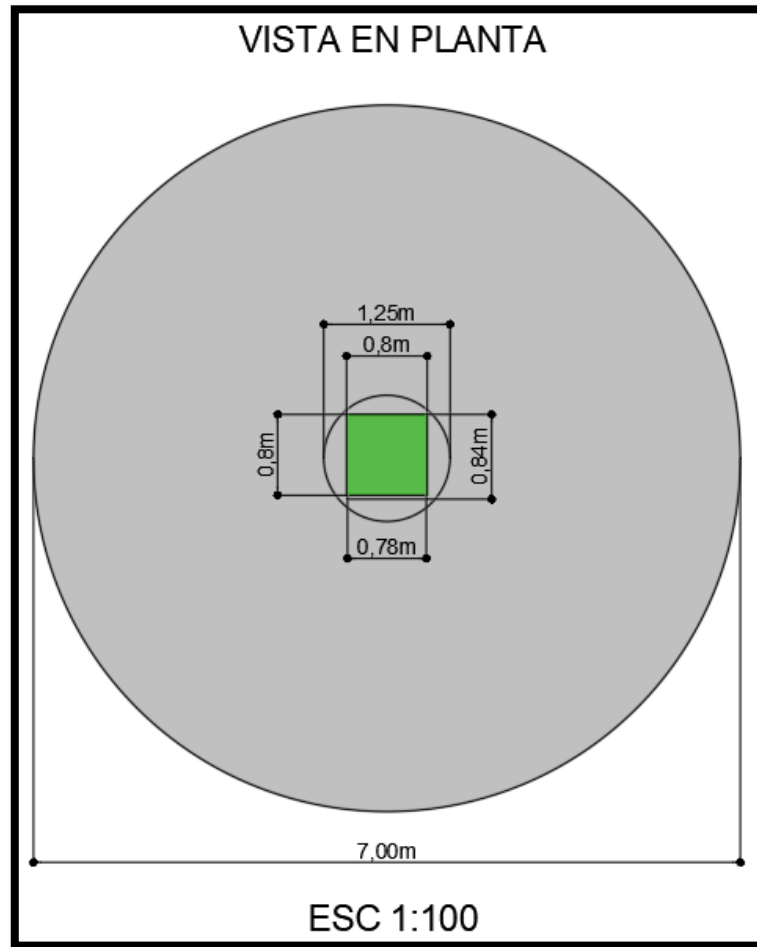
El tanque que actualmente se encuentra en funcionamiento está construido con hormigón armado y tiene una capacidad de almacenamiento de 100m^3 , en el cual se almacena el agua tratada con cloro, y se dirige a la red de distribución para los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, este tanque se encuentra a lado del tanque de mezcla y la caseta de cloración, estos elementos se encuentran en un cerramiento de 300 m^2 aproximadamente; un informe técnico realizado en el año 2019 sobre el estado del tanque de almacenamiento concluyó que el tanque necesitaba mantenimiento así como el revestimiento del mismo, y que su vida útil está por fenecer por lo que se recomendó realizar los estudios de un nuevo tanque.

Ilustración 21: Vista en corte de tanque de almacenamiento.



Fuente: Autor.

Ilustración 22: Vista en planta de tanque de almacenamiento.



Fuente: Autor.

3.4. Anunciamiento de hipótesis

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua; actualmente no cumple con su funcionamiento óptimo, puesto que el almacenamiento ya cumplió su vida útil.

3.5. Propuesta de mejora

La propuesta es realizar el diseño estructural de un nuevo tanque de almacenamiento conjuntamente con una nueva caseta de cloración, conforme a la normativa vigente, la capacidad del nuevo tanque se calculará sustentándose en la población futura, consecuentemente se hallará el caudal de diseño para esa población; el tanque de

almacenamiento que existe en la actualidad fue construido sin ninguna dirección técnica hace más de 20 años y a pesar del mantenimiento que se ha dado y un informe técnico realizado en el año 2019 el tanque de ya ha cumplido su vida útil.

3.5.1. Determinación del caudal de diseño

3.5.1.1. Periodo de diseño

Conforme en el “código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural”, NTE-INEN 5 Parte 9.2, el periodo de diseño que se recomienda utilizar para estructuras de abastecimiento de agua potable será un lapso de tiempo de 30 años.[25]

$$\eta = 30 \text{ años}$$

De igual manera un punto vital para poder seleccionar el periodo de diseño es el incremento de la población de Andignato, mismo que es considerado un lugar turístico del cantón Cevallos, y por esta misma razón hay que considerar un crecimiento.

3.5.1.2. Población

Debido a la importancia de este proyecto es necesario tener una población estimada hasta el fin del periodo de diseño esto quiere decir que la PTAP, se debe diseñar para 20 años, y para lograr esto se lleva a cabo estudios de las tendencias del crecimiento poblacional del sector de Andignato en el transcurso del tiempo, obtenido mediante fuentes oficiales tales como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

En este caso en específico, la población de Andignato no cuenta con datos exactos, puesto que en el INEC únicamente se cuenta con datos generales del cantón Cevallos, por lo que se toma estimado en base a la cantidad de usuarios que cuenta actualmente la PTAP de Andignato, son 475 socios, y conforme al Censo de Viviendas efectuado por el INEC en 2001 en cada casa del sector rural habitan 4 personas por vivienda, además también se da a conocer que uno de los usuarios de este servicio es la Universidad Técnica de Ambato campus de Querochaca en donde se albergan

alrededor de 1000 personas durante el día, por lo que tenemos una población actual estimada de la siguiente manera.

3.5.1.3.Población Flotante

La población flotante es aquella que se encuentra parcialmente una parte del día, como pueden ser entidades gubernamentales, educativas, de salud, etcétera, y en este caso tenemos una población flotante de alrededor de 1000 personas.

3.5.1.4.Población actual

El cálculo de la población actual se tomará en base a los datos que se obtuvieron del INEC, el número de usuarios facilitados por la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, y el 15% de la población que se halla en la Universidad Técnica de Ambato campus Querochaca, de la siguiente manera:

$$Pa = 474 * (4) + 15\% (1000).$$

$$Pa = (1896 + 150) \text{ hab.}$$

$$Pa = 2046 \text{ hab.}$$

3.5.1.5.Población Futura

Para poder tener nuestra población futura o población de diseño, la obtuvimos mediante el método geométrico la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde

Pf= Población futura o población de diseño

Pa= Población actual

r= tasa crecimiento poblacional

n= periodo de diseño en años

Según datos recolectados del INEC la tasa de crecimiento poblacional, a nivel nacional y en la década desde el 2001 al 2010 ha sido del 2.636%, mismo que será utilizado en este proyecto.

$$Pf = 2046 \text{ hab} * (1 + 0.02636)^{30}$$

$$Pf = 4465,778 \cong 4466 \text{ habitantes.}$$

3.5.1.6. Medición del caudal actual

3.5.1.6.1. Dotación Actual

Para el diseño de la PTAP hay parámetros importantes que tomar en cuenta entre estos parámetros está la toma de caudales, una Planta de Tratamiento de Agua Potable se diseña acorde al caudal máximo horario el cual es fundamental para el dimensionamiento de los procesos y operaciones que la conforman.

La Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato cuenta con un libro de lecturas mensuales, mediante el cual se determinará el consumo de agua por los usuarios, como se muestra en el anexo correspondiente.

De las lecturas se obtiene un promedio de la cantidad de agua que consumen mensualmente los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato; también se hallará la cantidad de líquido que se distribuye a cada habitante, y como se detalló en líneas anteriores los ocupantes por casa se da en un promedio de 4 personas por vivienda.

De la muestra analizada se determina en promedio una dotación actual de:

$$\text{Dot. Actual} = 115,91 \text{ lt/hab/día.}$$

3.5.1.7. Dotación Futura

$$\text{Dot. Fut.} = \text{Dot. Actual} + 1 \text{ lt/hab/día} * (n)$$

$$\text{Dot. Fut.} = 115.91 \text{ lt/hab/dia} + 1 \text{ lt/hab/día} * (30)$$

$$\text{Dot. Fut.} = 145.91 \text{ lt/hab/dia.}$$

3.5.1.8.Caudal Máximo Diario (QMD)

El valor de K1 se lo selecciona mediante el valor que se obtuvo en la población futura ya que, a mayor población, menor valor de k1

$$K1(1,3 - 1,5)$$

$$QMD = K1 * \text{Dot. Fut.} * \text{Población diseño}$$

$$QMD = \frac{1,3 (145.91 \text{ Lt/hab/dia} * 4466 \text{ hab})}{86400 \frac{\text{sg}}{\text{d}}}$$

$$QMD = 9,80 \frac{\text{lt}}{\text{sg}}$$

3.5.1.9.Caudal Máximo Horario (QMH)

El valor de K2 se lo selecciona mediante el valor que se obtuvo en la población futura ya que, a mayor población, menor valor de k2.

$$K2 (2,0 - 2,3)$$

$$QMH = K2(\text{Dot. Fut.} * \text{Población diseño})$$

$$QMH = \frac{2,0(145.91 \text{ Lt/hab/dia} * 4466 \text{ hab})}{86400 \frac{\text{sg}}{\text{d}}}$$

$$QMH = 15,08 \frac{\text{lt}}{\text{sg}}$$

3.5.1.10. Caudales de diseño

Los caudales necesarios para realizar el diseño de la PTAP, se usarán conforme a la norma CPE INEN 5 y que tomamos acorde a las solicitudes que se tiene en campo, tomando en cuenta que la captación se la hace de agua de vertiente:

Tabla 30: Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de agua subterráneas	Máximo diario + 5%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10%
Conducción de agua subterráneas	Máximo diario + 5%
Red de distribución	Máximo diario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10%

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

3.5.1.10.1. Caudal de diseño para la PTAP

$$Q_{DT} = QMD + 10\%$$

Donde:

$$Q_{DT} = \text{Caudal para la planta de tratamiento (lt/sg)}$$

$$QMD = \text{Caudal Medio Diario (lt/sg)}$$

$$Q_{DT} = 9,80 + 0.1 * (9,80)$$

$$Q_{DT} = 10.78 \frac{lt}{sg}$$

3.5.1.10.2. Caudal de diseño para captación de aguas superficiales

$$Q_{DC} = QMD + 20\%$$

Donde:

Q_{DC} = Caudal para captación de agua subterráneas (lt/sg)

Q_{MD} = Caudal Medio Diario (lt/sg)

$$Q_{DC} = 9,80 + 0.2 * (9,80)$$

$$Q_{DC} = 11,76 \frac{lt}{sg}$$

3.5.1.10.3. Caudal de diseño para conducción

$$Q_{DCO} = Q_{MD} + 10\%$$

Donde:

Q_{DCO} = Caudal para la conducción (lt/sg)

Q_{MD} = Caudal Medio Diario (lt/sg)

$$Q_{DCO} = 9,80 + 0.05 * (9,80)$$

$$Q_{DCO} = 10,29 \frac{lt}{sg}$$

3.5.1.10.4. Caudal de diseño para la red de distribución

$$Q_{RD} = Q_{MH}$$

Donde:

Q_{RD} = Caudal para la red de distribución (lt/sg)

$Q_{MH} = \text{Caudal Máximo Horario (lt/sg)}$

$$Q_{RD} = 15,08 \frac{lt}{sg}$$

3.5.1.11. Volumen de Almacenamiento

Según la norma CPE INEN 5, el volumen del almacenamiento, deberá ser el 50% del volumen medio diario futuro, y bajo ninguna situación el volumen de almacenamiento no deberá ser menor a 10 m³, también ayudará en varias situaciones tales como:

- Compensación de variaciones de consumo.
- Extinción de incendios.
- Cubrir la dotación a la población en caso de una suspensión abrupta.
- Preservar una adecuada presión para la red de distribución.

Para el volumen de regulación como lo expresa la norma CPE INEN 5, si la población es menor a 5000 habitantes, se adoptará para el volumen de regulación el 30% del volumen que se consume en un día. En cuanto al volumen contra incendios como lo expresa la norma y para el proyecto que se está realizando, la población que se obtuvo mediante cculo es menor a 5000 habitantes y no se considera el volumen contra incendios, y en lo que respecta al volumen de emergencia no se tomará en cuenta porque no es necesario su cculo para la población de diseño que se ha calculado anteriormente.

3.5.1.11.1. Cculo de Volumen de Almacenamiento

$$VA = VR + VCI + VE$$

Donde:

VA: Volumen de Almacenamiento

VR: Volumen de Regulación

VCI: Volumen Contra Incendios (no lo consideramos)

VE: Volumen de Emergencia (no lo consideramos)

$$VR = 30\% Cmd$$

$$Cmd = \frac{q * N}{86400}$$

Donde:

Cmd: Consumo medio diario

q: Dotación media futura

N: Número de habitantes

$$Cmd = \frac{145,91 \frac{lt}{hab} * 4466 hab}{86400}$$

$$Cmd = 7,54 \frac{lt}{sg}$$

$$VR = 30\% \left(\frac{\left(7,54 \frac{lt}{sg} \right) * 86400}{1000} \right)$$

$$VR = 195,44 m^3$$

La capacidad calculada para el tanque de almacenamiento será de 195,44m³, por lo que el volumen de almacenamiento se estimará en 200 m³.

$$VA = VR \cong 200 m^3$$

3.5.2. Base de diseño del tanque de almacenamiento

3.5.2.1. Dimensiones y materiales para el tanque de almacenamiento

Se asumirá un tanque circular debido a que es más conveniente por su desgaste menor y para optimizar su limpieza, de igual manera se usará hormigón armado de 280 kg/cm².

3.5.2.2. Diámetro del tanque.

Tomando en cuenta que el tanque será circular tenemos las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$V = A * h$$

Despejando y reemplazando obtenemos la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\pi * d^2}{4} * h$$

Donde:

A= área del tanque

V= volumen de almacenamiento

d= diámetro del tanque

h= altura del tanque

La altura del tanque de almacenamiento de la PTAP, se estimará en 4 metros.

Despejando d tenemos la siguiente ecuación.

$$d = \sqrt{\frac{4 * V}{\pi * h}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 200 \text{ m}^3}{\pi * 4 \text{ m}}}$$

$$d = 7,978 \text{ m} \cong 8 \text{ m}$$

- Se verifica la altura de calado reemplazando en la siguiente fórmula:

$$h = \frac{4 * V}{\pi * d^2}$$

$$h = 3,98 \text{ m} \cong 4.00 \text{ m}$$

3.5.2.3. Altura de seguridad (s)

Conforme a la normativa INEN la altura de seguridad que se recomienda es 30 cm o el 30 por ciento de la altura de calado, dicha altura servirá para el rebose del agua, y se expresará de la siguiente manera:

$$0,30 \text{ m} \leq s \leq 30\% h$$

$$0,30 \text{ m} \leq s \leq 1,2 \text{ m}$$

$$s = 50 \text{ cm} \cong 0,5 \text{ m}$$

3.5.2.4. Altura Real del tanque de almacenamiento

$$H_{real} = h + s$$

$$H_{real} = 4,00 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$$

$$H_{real} = 4,50 \text{ m}$$

Resumiendo, las dimensiones del tanque de almacenamiento tenemos los datos de la siguiente manera:

Tabla 31: Dimensiones para tanque de almacenamiento.

Diámetro (d)	8 metros
Altura (h)	4 metros
Altura de seguridad (s)	0.50 metros
Altura real (Hr)	4.50 metros

Fuente: Autor.

3.5.3. Diseño estructural del tanque de almacenamiento

3.5.3.1. Normativa aplicable

Para el análisis y diseño estructural del tanque se usarán las siguientes normas constructivas que rigen a nivel nacional:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15.
- ACI-American Concrete Institute (2019).

3.5.3.2. Tanques de almacenamiento

Son elementos estructurales que el acopio de agua para cubrir el caudal en horas pico de la red de distribución, en base a la necesidad que se va a ocupar se requiere un tanque de 200m³ de capacidad, tal será construido con hormigón armado y de forma circular.

3.5.3.3. Diseño estructural

El tanque de almacenamiento será de hormigón armado, de sección circular con una capacidad de 200m³.

Materiales:

Hormigón ($f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Acero ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$)

Altura total ($h_t = 4.50 \text{ m}$)

Diámetro ($d = 8.00 \text{ m}$)

Peso específico del agua ($\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$)

Tensión de tracción en los anillos ($T = \gamma * h_t * \Delta h * D / 2$)

3.5.3.4. Cortante basal de diseño V

El cortante basal se determinará en base a la fórmula establecida por la NEC-15 (NEC-SE-DS, PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE):[33]

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

Ilustración 23: Fórmula de cortante basal de diseño V.

$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\theta_P\theta_E} W$	
Dónde	
$S_a(T_a)$	Espectro de diseño en aceleración; véase en la sección [3.3.2]
θ_P y θ_E	Coefficientes de configuración en planta y elevación; véase en la sección [5.3]
I	Coefficiente de importancia; se determina en la sección [4.1]
R	Factor de reducción de resistencia sísmica; véase en la sección [6.3.4]
V	Cortante basal total de diseño
W	Carga sísmica reactiva; véase en la sección [6.1.7]
T_a	Periodo de vibración; véase en la sección [6.3.3]

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

Ilustración 24: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R.

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras, sean de hormigón o acero laminado en caliente.	7
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

Conforme la NEC-15 en la sección 3.3.1. con respecto al espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones S_a , se somete a una fracción de amortiguamiento con respecto al del 5% y para periodos de vibración estructural T, correspondientes a 2 rangos:[33]

Ilustración 25: Fórmula para hallar el cálculo de respuesta elástico de aceleraciones.

$S_a = \eta Z F_a$	para $0 \leq T \leq T_c$
$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$	para $T > T_c$
Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.
r	Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
$r = 1$	para tipo de suelo A, B o C
$r = 1.5$	para tipo de suelo D o E.
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del periodo o modo de vibración de la estructura
T	Periodo fundamental de vibración de la estructura
T_c	Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

Los valores de η que es la relación de amplificación espectral, según la NEC dependen de la región en la que se va a emplazar la edificación, y para este proyecto la región Sierra tiene el siguiente valor:[33]

Ilustración 26: Valores de la relación de amplificación espectral.

<ul style="list-style-type: none">• $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),• $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos• $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

El factor Z que se selecciona en función de la zona sísmica y de acuerdo a la Norma NEC-SE-DS, dice que todo el territorio ecuatoriano está determinado como una zona

de amenaza sísmica alta con excepción del Nororiente que tiene una amenaza sísmica intermedia y la región Litoral que presenta una zona sísmica muy alta, a continuación, la NEC, facilita una tabla de los factores que se pueden utilizar dependiendo de la zona en se vaya a emplazar la estructura:[33]

Tabla 32: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	$\geq 0,50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

En el presente trabajo experimental se tomará en cuenta el mapa de zonificación sísmica del Ecuador que provee la NEC, y respecto a la localización del proyecto este se encuentra en la zona 5 y el valor de $Z= 0,40$, que corresponde a una alta peligrosidad sísmica.

Tabla 33: Consideraciones para toma de valor de Z.

Provincia	Tungurahua
Cantón	Cevallos
Sector	Andignato
Valor de Z	0,40
Peligro sísmico	Alta

Fuente: Autor.

El tipo de suelo se asume que es de clase D según la norma NEC, puesto que el cantón Cevallos no cuenta con una microzonificación sísmica, y los coeficientes de suelo F_a ,

Fd, y Fs, los tomaremos de las tablas proporcionadas por la misma norma y se muestra a continuación:[33]

Tabla 34: Coeficientes de perfil de suelo para proyecto.

Fa	1,2
Fd	1,4
Fs	1,5
R	6

Fuente: Autor.

3.5.3.5.Determinación del periodo de vibración (Ta)

El periodo de vibración conforme la NEC-SE-DS, podrá ser calculado a partir de la siguiente manera:[33]

$$T_a = C_t h_n^{\alpha}$$

Donde:

Ta= Periodo de vibración

h_n= Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

C_t= Coeficiente que depende del tipo de edificio

Ilustración 27: Valores de coeficiente C_t y α para periodo de vibración.

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.047	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.049	0.75

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

Por lo que reemplazando los valores tenemos:

$$T_a = (0.049) * (4,50)^{0.75}$$

$$T_a = 0,1514$$

3.5.3.6. Determinación de los límites de periodo de vibración (T_C y T_0)

Para obtener estos límites la NEC, señala que se deben utilizar las siguientes fórmulas:[33]

$$T_C = 0.55 * F_s * \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$$

$$T_C = 0.55 * 1.5 * \left(\frac{1.4}{1.2}\right)$$

$$T_C = 0,9625$$

$$T_0 = 0.10 * F_s * \left(\frac{F_d}{F_a}\right)$$

$$T_0 = 0.1 * 1.5 * \left(\frac{1.4}{1.2}\right)$$

$$T_0 = 0,1750$$

Según la NEC el espectro de respuesta elástico de aceleraciones, si T_a se encuentra entre los siguientes valores $0 \leq T \leq T_c$:[33]

$$0 \leq 0,1514 \leq 0,9625$$

Se usa la siguiente fórmula

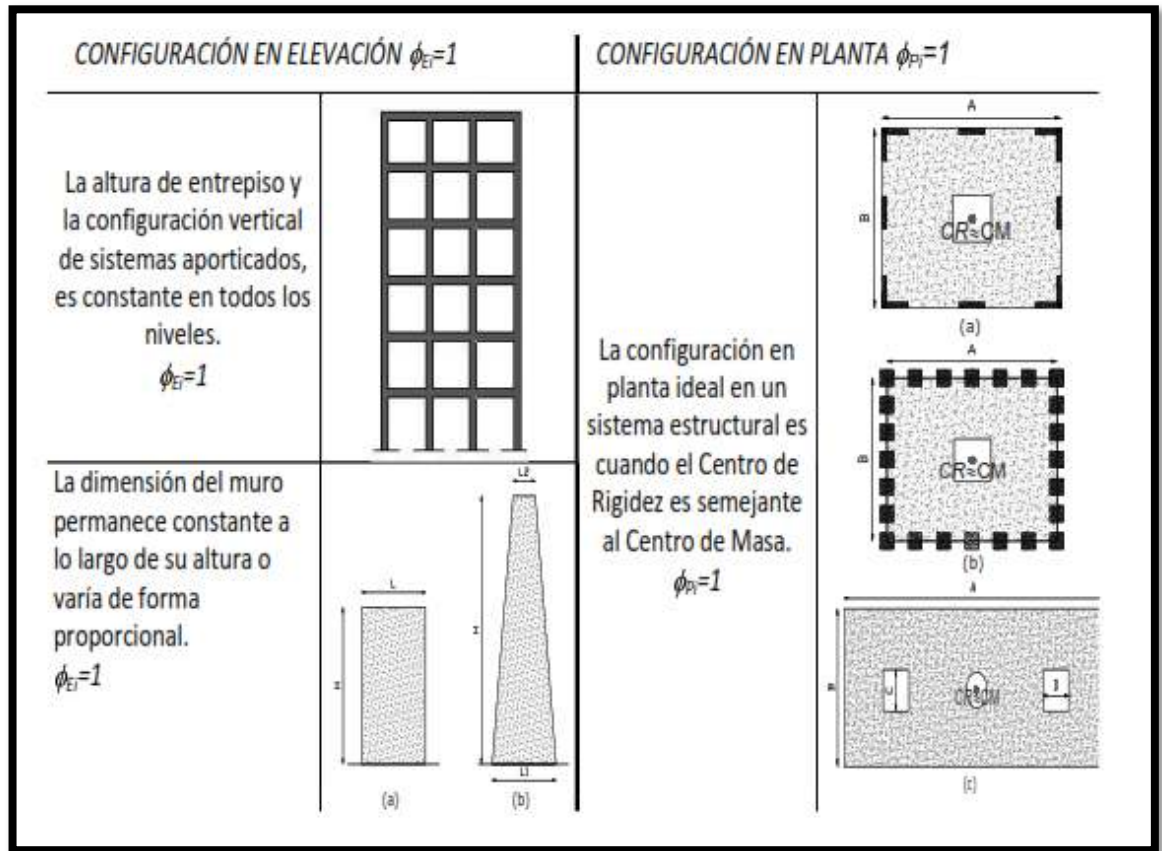
$$Sa(Ta) = \eta * Z * Fa$$

$$Sa(Ta) = 2,48 * 0,4 * 1,2$$

$$Sa(Ta) = 1,1904$$

Según los resultados obtenidos y la normativa NEC los coeficientes de configuración en planta, en elevación y el tipo de uso e importancia del tanque de almacenamiento quedan representados de la siguiente manera:[33]

Ilustración 28: Configuraciones estructurales recomendadas.



Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

- **Coefficiente de configuración en planta**

$$\phi_P = 1$$

- **Coefficiente de configuración en elevación**

$$\phi_E = 1$$

- **Categoría de edificio y coeficiente de importancia I**

La finalidad de este coeficiente es para aumentar la demanda sísmica de diseño para las estructuras, ya que, por sus características, usos o importancia deben mantenerse funcionales o tener daños mínimos mientras sucede el sismo de diseño y aun después de que este ocurra.[33]

Tabla 35: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti- incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3

Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0
--------------------------	--	-----

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS).

Conforme a la normativa en uso el coeficiente de importancia del tanque de almacenamiento será igual a:

$$I = 1.5$$

3.5.3.7. Cálculo del corte basal V

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi_P * \phi_E} W$$

$$V = \frac{1.5 * 1.1904}{6 * 1 * 1} W$$

$$V = 0.298W$$

3.5.3.8. Peso del agua

$$P_{H2O} = V * \gamma_{H2O}$$

$$P_{H2O} = 200m^3 * 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_{H2O} = 200000 kg \approx 200 ton$$

3.5.4. Diseño del muro del tanque:

Para el diseño del tanque se debe considerar:

- El empuje hidrostático del agua
- La altura media del tanque

- El nivel de desplante y la altura máxima de implantación
- El área de influencia y la geometría del tanque

Para los efectos de empuje hidrostático se considerará que afectan directamente al tanque, no se considerarán los efectos sísmicos al muro, no se considera tampoco niveles freáticos excesivos, pero si aguas lluvias, por lo cual se colocará un drenaje que elimine el agua hacia una alcantarilla o acequia adecuada.

3.5.4.1. Diseño del muro

a) Prediseño geométrico del muro:

$$H = 4.50 \text{ m}$$

$$e = 30 \text{ cm (min)}$$

$$Df = \text{min } 0,60 \text{ m (emplazamiento)}$$

$$\text{Base muro} = 0,5 * H = 1.35 \text{ m}$$

$$\text{Ángulo del muro con respecto a la horizontal } \beta = 90^\circ$$

$$\text{Peso específico } 1,5 \text{ TON/m}^3$$

$$\text{Peso específico } 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ángulo del muro con respecto a la horizontal } \beta = 90^\circ$$

$$\text{Ancho útil considerado } B = 1 \text{ m}$$

3.5.4.2. Cálculo de esfuerzos:

Se considera que la carga a soportar por el muro corresponde a la presión hidrostática producida por el volumen de agua que se planea almacenar

- **EMPUJE HIDROSTÁTICO:**

○ **Empuje Horizontal a Nivel 0+00:**

$$P_{A\ 0+00} = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * B * K_a$$

$$P_{A\ 0+00} = \frac{1}{2} * \gamma * 0^2 * B * K_a$$

$$P_{A\ 0+00} = 0$$

$K_a = 1$ para fluidos, según Coulomb

○ **Empuje Horizontal de suelo a Nivel 4.50:**

$$P_A = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * K_a + P_{A\ 4+50} * K_a$$

H = Altura total del muro

Entonces el empuje será:

$$P_a = \frac{1}{2} * 1000 \frac{Kg}{m^3} * (4.5m)^2 * 1 * 1m \text{ de diseño}$$

$$P_{ae} = 10125 \text{ Kg/m}$$

• **Cálculo de fuerza puntual sobre el muro:**

$$P_e = \frac{P_a}{2} * h$$

$$P_e = \frac{10125}{2} * 4.5m$$

$$P_e = 22781.25 \text{ Kg}$$

• **Cálculo de altura de incidencia de fuerza hidrostática**

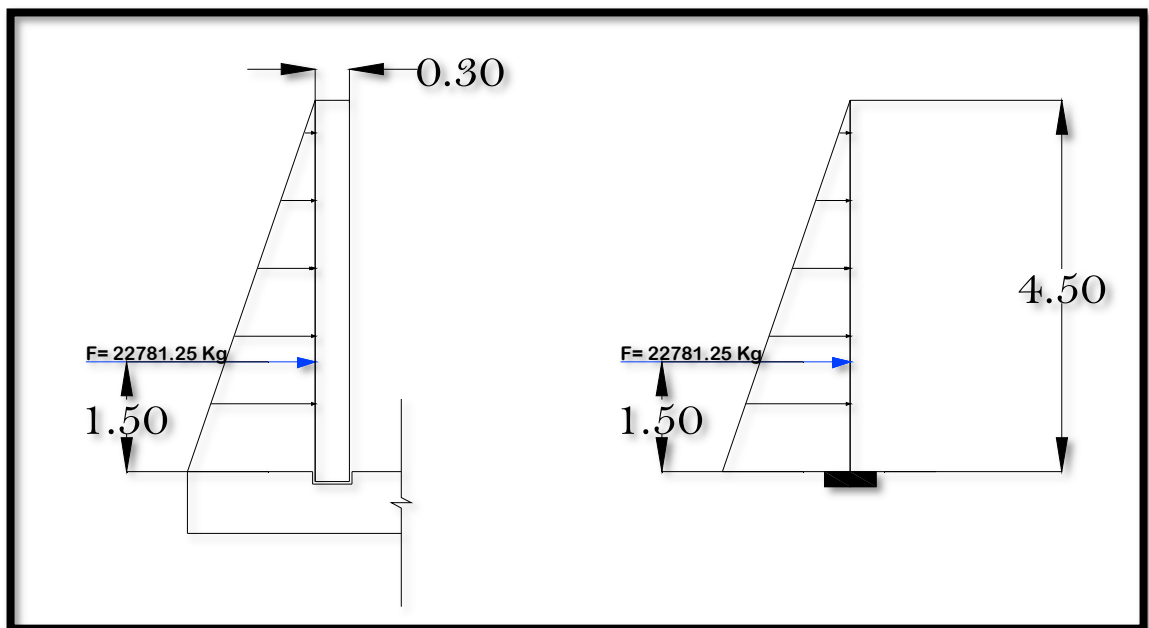
$$S_e = \frac{2}{3} * H$$

$$Se = \frac{2}{3} * 4.5$$

$$\underline{\underline{Se = 3.00m}}$$

Para el cálculo de los esfuerzos es necesario conocer los valores de presión que actúan en el muro, y el modelo matemático, por lo cual se considera una condición empotrada en la base y libre en la corona, por lo cual se asemeja a la condición de un muro en cantiléver o muro en voladizo.

Ilustración 29: Fuerzas sometidas al muro del tanque de almacenamiento.



Fuente: Autor.

Resolviendo el sistema, se obtienen las acciones de corte y momento:

$$V = 22781.25 \text{ Kg}$$

$$M = 37589.06 \text{ Kg-m}$$

3.5.4.3. Cálculo de áreas de acero del muro

Se diseñará para cada metro de muro.

Mediante los métodos de diseño basados en la norma ACI, obtendremos:

$$Mu = 37.589 \text{ Ton}\cdot\text{m}$$

$$r = 7,5 \text{ cm}$$

$$d = 30 - 7.5 = 22.5 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.9$$

- **Cuantía de acero:**

$$k = 0.85 * f'c * b * d$$

$$k = 0.85 * \frac{280\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 100\text{cm} * 22.5\text{cm}$$

$$k = 535500$$

$$As = \frac{k}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.9 * k * d}}\right)$$

$$As = \frac{535500}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 37.59 * 10^5 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{0.9 * 535500 * 22.5}}\right)$$

$$As = 56.88\text{cm}^2$$

$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

$$\rho = \frac{56.88}{100 * 22.5}$$

$$\rho = 0.02528$$

- **Área de acero recalculada:**

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 56.88\text{cm}^2$$

- Distribución de acero:

$$A_{S_{\text{trasdos}}} = \frac{2}{3} * 56.88 \text{cm}^2 \qquad A_{S_{\text{intrados}}}$$

$$= \frac{1}{3} * 56.88 \text{cm}^2$$

$$A_{S_{\text{trasdos}}} = 37.92 \text{cm}^2$$

$$A_{S_{\text{intrados}}} = 18.96 \text{cm}^2$$

$$\underline{A_{S_{\text{trasdos}}} = 37.92 \text{cm}^2 \text{ corresponden a } 15 \text{ } \emptyset 18 = 38.17 \text{cm}^2}$$

$$\underline{A_{S_{\text{intrados}}} = 18.96 \text{cm}^2 \text{ corresponden a } 8 \text{ } \emptyset 18 = 20.36 \text{cm}^2}$$

Acero de corte:

$$V_u = 22.781 \text{ ton}$$

$$\emptyset V_n \geq V_u$$

$$V_n = \frac{V_u}{\emptyset}$$

$$V_n = \frac{22781 \text{ kg}}{0.85} = 26801.18 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{cm} * 22.5 \text{cm}$$

$$V_c = 19.95 \text{ Ton}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 26.801 - 19.957 \text{Ton}$$

$$V_s = 6.85 \text{Ton}$$

3.5.4.4. Chequeo de suficiencia a corte del muro

$$V_c > V_u$$

$$18,47 \text{Ton} > 12,52 \text{Ton ok}$$

Los resultados indican que necesita acero de corte.

Podemos utilizar el área de acero mínimo considerando

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14}{4200} * 100 * 22.5$$

$$A_{smin} = 7,55 \text{cm}^2$$

Distribución de acero:

$$A_{s_{trasdos}} = \frac{2}{3} * A_s$$

$$A_{s_{intrados}} = \frac{1}{3} * A_s$$

$$A_{s_{trasdos}} = \frac{2}{3} * 7,55 \text{cm}^2$$

$$A_{s_{intrados}} = \frac{1}{3} * 7,55 \text{cm}^2$$

$$\underline{A_{s_{trasdos}} = 5 \text{cm}^2 \text{ corresponden a } 8 \text{ } \emptyset 10 @ 12.5 \text{cm} = 6,32 \text{cm}^2}$$

$$\underline{A_{s_{intrados}} = 2,5 \text{cm}^2 \text{ corresponden a } 4 \text{ } \emptyset 10 @ 25 \text{cm} = 3,14 \text{cm}^2}$$

Las áreas de acero calculadas son distribuidas en metro de diseño, tanto en altura como en longitud.

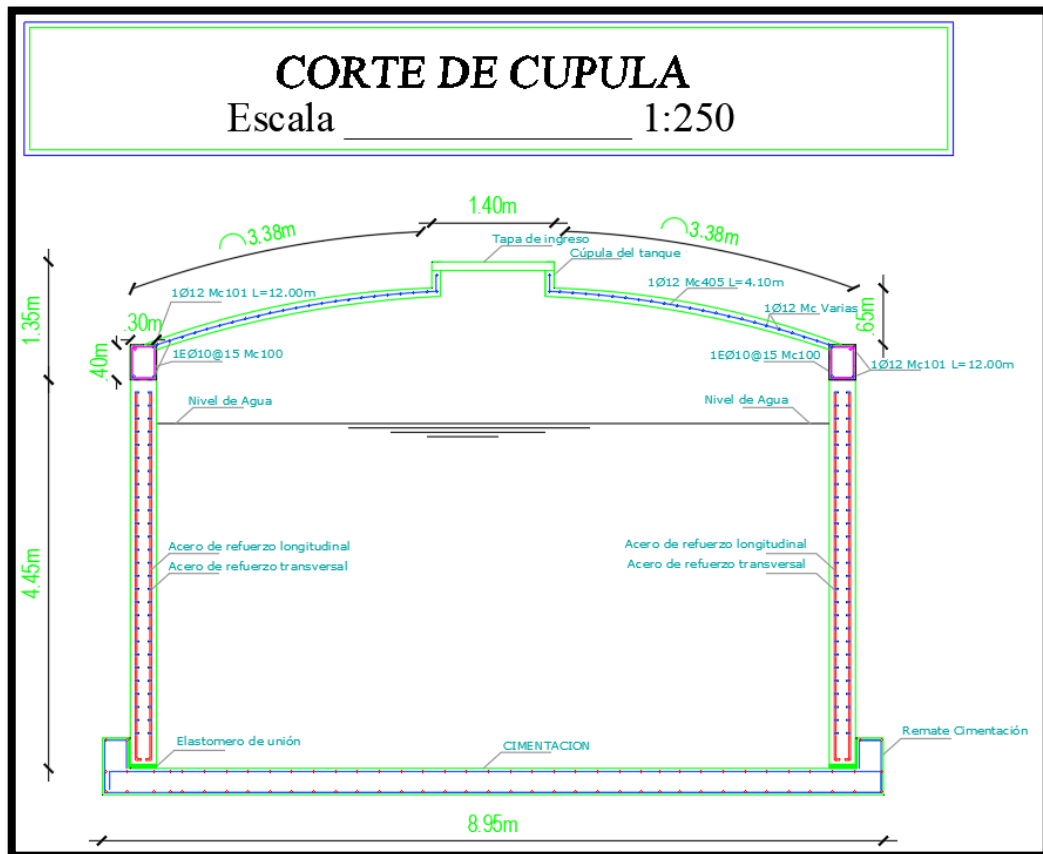
Todas estas dimensiones quedarán detalladas en los planos estructurales adjuntos en el anexo correspondiente.

3.5.5. Diseño de la cúpula del tanque

$P_p = \text{peso propio de la cúpula} + \text{sobrecarga} = 0,50 \text{ t/m}^2 \text{ (asumido)}$

$$\text{Peso Total} = \frac{\pi * D^2}{4} * P_p = \frac{(\pi * 8^2)}{4} * 0,50 = 25,13 \text{ t}$$

Ilustración 30: Dimensiones del tanque de almacenamiento.



Fuente: Autor.

Flecha= 1/6 de diámetro= 1/6 *8.00m = 1,33m ≈ 1.35m

α = ángulo de inclinación de la cúpula.

$$tg(\alpha) = \frac{flecha}{radio} = \frac{1.35}{4} = 0.3375$$

Resolviendo

$$\alpha = 18.65^\circ$$

3.5.5.1.Cálculo de tracción en la cúpula

En el apoyo de la cúpula se presenta una fuerza de tracción que debe ser contrarrestada con acero.

$$Tracción = \frac{P}{2 * \pi * tg(\alpha)}$$

$$Tracción = \frac{25.13t}{2 * \pi * tg(18.65^\circ)}$$

$$Tracción = 11,85 \text{ ton}$$

En la tracción última se aumenta el 60%, y queda de la siguiente manera:

$$Tracción \text{ Última} = Tracción * 1.6 = 18.96 \text{ t}$$

$$As = \frac{Tracción \text{ Última}}{\phi * fy} = \frac{18.96 * 1000}{0.9 * 4200} = 5.02 \text{ cm}^2$$

Se selecciona para efectos constructivos, 5 varillas de 12mm equivalentes a 5.65cm²

Por lo cual tendremos en el detalle una viga cadena alrededor del tanque con un armado de 5 Ø 12 y 1 estribo de corte mínimo @15cm.

3.5.5.2.Cálculo de la compresión de la cúpula

$$Compresión = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{25.13 \text{ ton}}{\sin(18.65^\circ)} = 75.58 \text{ ton}$$

$$\text{Perímetro} = \pi * D = \pi * 8.00m = 25.133 m$$

$$\text{Carga} = \frac{\text{compresión}}{\text{perímetro}} = \frac{75.58 \text{ ton}}{25.133 m} = 3.13 \frac{\text{ton}}{m}$$

Factor de reducción de resistencia ϕ según la ACI-318-19 para elementos de concreto simple es igual a 0.6 establecido en la tabla 21.2.1.

$$F_c = 0.85 * \phi * f'_c$$

$$F_c = 0.85 * 0.6 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 142.80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Con la carga calculada establecemos el espesor del eje interno de la cúpula.

$$E1 = \frac{\text{carga}}{\text{distancia} * F_c} = \frac{3.13 * 1000 * 1.6}{100 * 142.80} = 3.51 \text{ cm}$$

Además, se produce un esfuerzo de corte por la carga P, por esto se puede determinar el espesor de la cúpula con en este parámetro.

$$C2 = \frac{P}{\text{perímetro}} = \frac{25.13}{25.133} = 0,99989 \frac{t}{m}$$

$$V_{adm} = 0.435 \sqrt{f'_c} = 0.435 * \sqrt{280} = 7.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$E2 = \frac{0,99989 * 1000 * 1,6}{0,75 * 7,28 * 100} = 2.93 \text{ cm}$$

Este espesor lo corregimos en función del radio de la esfera y se toma el más crítico.

$$E3 = 2.93 * \cos(18.65) = 2.78 \text{ cm}$$

Para seguridad y facilidad de construcción el espesor de la cúpula se estimará en 10 cm, y se colocará acero para el armado de temperatura para contrarrestar cargas asimétricas debido a que la carga vertical no requiere ningún tipo de armado.

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 * 10 = 1.80 \text{ cm}^2 = 2 \text{ } \phi 12mm$$

3.5.5.3.Chequeo

$$\text{Peso cúpula} = \frac{(D + ep + ep)^2 * \pi * ec * 2.4}{4.0}$$

$$\text{Peso cúpula} = \frac{(8.00 + 0.30 + 0.30)^2 * \pi * 0.10 * 2.4}{4.0}$$

$$\text{Peso cúpula} = 13.94 \text{ ton}$$

$$\text{Peso acabados} = \frac{(D + ep + ep)^2 * \pi * e_{\text{enlucido}} * 2.0}{4.0}$$

$$\text{Peso acabados} = \frac{(8.00 + 0.30 + 0.30)^2 * \pi * 0.05 * 2.0}{4.0}$$

$$\text{Peso acabados} = 5.81 \text{ ton}$$

$$\text{Total} = (\text{Peso cúpula} + \text{Peso acabados}) * 1.15$$

$$\text{Total} = 22.71 \text{ ton}$$

El peso considerado para el prediseño fue de 25.13 ton, y el peso que se halló es de 22.71 ton, por esta razón no se realiza ningún tipo correcciones.

3.5.5.4.Cálculo del peso del tanque

$$H^\circ \text{ paredes} = (D + e_p) * \pi * h * e_p * 2.4$$

$$H^\circ \text{ paredes} = (8,00 + 0,30) * \pi * 4,00 * 0,30 * 2.4$$

$$H^\circ \text{ paredes} = 75,097 \text{ ton}$$

$$H^\circ \text{ base} = \frac{(D^2 * \pi)}{4} * hb * 2.40$$

$$H^{\circ} \text{ base} = \frac{((8,00m)^2 * \pi)}{4} * 0,25 * 2.40$$

$$H^{\circ} \text{ base} = 30.16 \text{ ton}$$

$$\text{Total} = H^{\circ} \text{ paredes} + H^{\circ} \text{ base} + \text{Peso total cúpula}$$

$$\text{Total} = (75,097 + 30,16 + 22,71)\text{ton}$$

$$\text{Total} = 127.97 \text{ ton}$$

3.5.5.5.Carga sísmica reactiva W

Esta carga representa la carga reactiva por sismo.

Tabla 36: Valores para cálculo de y.

ELEMENTO	PESO W (Ton)	BRAZO DE PALANCA (m)	MOMENTO (Ton-m)
CÚPULA	22,71	4,47	101,51
PARED	75,097	2,25	168,97
BASE	30,16	0,125	3,77
AGUA	200	2,25	450,00
	Σ1		Σ2
	327,97		724,25

Fuente: Autor.

$$\bar{y} = \frac{\sum 2}{\sum 1} = \frac{724,25}{327,97} = 2,21m$$

$$\bar{y} = 2,21m$$

Para hallar esta carga la NEC-SE-DS, usa en el caso de almacenaje la siguiente fórmula:

$$W = D + 0.5 Li$$

Donde:

D= carga muerta total de la estructura

Li= carga viva del piso i (agua)

$$W = 127,97 \text{ ton} + 0.5 (200)$$

$$W = 227,97 \text{ ton}$$

- **Cortante basal de diseño**

$$V = 0.298 (W) = 0.298 (227.97 \text{ ton})$$

$$V = 67.94 \text{ ton}$$

3.5.5.6.Momento del sismo

$$M_{sismo} = V * \bar{y}$$

$$M_{sismo} = 67.94 \text{ ton} * 2.21 \text{ m}$$

$$M_{sismo} = 150,15 \text{ ton} - m$$

Este momento sísmico se transmitirá al suelo sobre el cual se emplazará el tanque de almacenamiento.

3.5.5.7.Esfuerzo de sismo en el suelo

$$\sigma_f = \frac{\text{Peso}}{\text{Área}} \pm \frac{M_{sismo}}{I}$$

- **Inercia**

$$I = \frac{\pi * D^4}{64} = \frac{\pi * (8,00\text{m})^4}{64}$$

$$I = 201,062 \text{ m}^4$$

- **Cálculo de C**

$$C = \frac{D}{2} = \frac{8,00 \text{ m}}{2}$$

$$C = 4,00 \text{ m}$$

- **Área**

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (8,00\text{m})^2}{4}$$

$$A = 50,27 \text{ m}^2$$

$$Peso = \text{Peso total} + \text{agua} + \text{accesorios}$$

$$Peso = 127,97 \text{ ton} + 200 \text{ ton} + 5.81 \text{ ton}$$

$$Peso = 333,78 \text{ ton}$$

- **Esfuerzo final**

$$\sigma_f = \frac{333,78 \text{ ton}}{50,27 \text{ m}^2} \pm \frac{150,15 \text{ ton} - m}{\frac{201,062 \text{ m}^4}{4,00 \text{ m}}}$$

$$\sigma_{f1} = 9,63 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

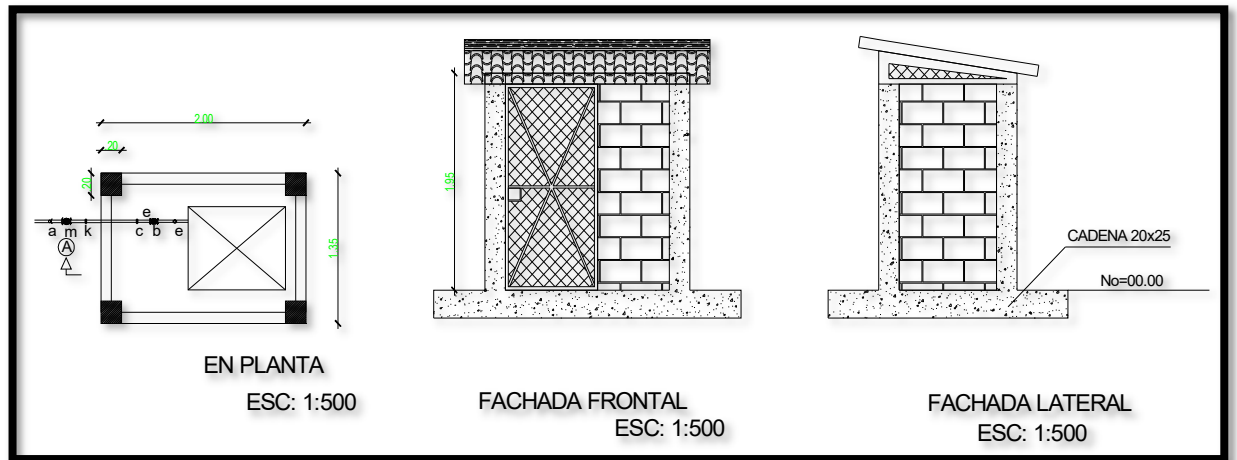
$$\sigma_{f2} = 3,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

En conclusión, se tiene que realizar un estudio de suelos del lugar donde se vaya a emplazar el tanque de almacenamiento para verificar que la capacidad de carga sea menor al esfuerzo final que se ha hallado, caso contrario realizar el mejoramiento de suelo correspondiente.

3.5.6. Diseño de la cubierta para la caseta de cloración

Para el diseño de la cubierta tendremos en consideración las siguientes medidas:

Ilustración 31: Caseta de cloración.



Fuente: Autor.

DONDE:

Altura de la estructura: 1.95m

Altura de cubierta: 2.25m

Distancia a la parte media de la estructura: 0.675m

Pendiente: 15%

Separación entre estructuras: 2m

Longitud total: 2m

3.5.6.1. Cuantificación de cargas

Usaremos dentro de la estructura techado de espesor 0.60 (AR-2000)-

Ilustración 32: Espesores, peso y distancia entre apoyos.

AR – 2000						
Cuadro de espesores, peso y distancia máxima entre apoyos						
Espesor (mm)	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
Peso (kg/m ²)	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50	5.40
Distancia (m)	1.20	1.60	1.80	2.10	2.40	2.60

Ancho útil = 1040 mm.
 Altura de onda = 37mm.
 Usos
 Cubiertas y Paredes
 Longitud
 Según la necesidad del cliente
 Pendiente mínima
 4°
 Accesorios
 Conectores Omega
 y Pernos Autoperforantes

Fuente: Autor.

Seleccionamos el peso especificado y la separación para el espesor seleccionado.

Del resultado de la cuantificación de cargas tenemos el resumen siguiente:

Tabla 37: Cuadro de cargas actuantes sobre la cubierta de caseta de cloración.

Peso Propio de la estructura:	30 Kg/m ²
Peso techo:	5.4 Kg/m ²
Carga Viva:	0 Kg/m ²
Carga de Ceniza:	102 Kg/m ²

Fuente: Autor.

3.5.6.2. Mayoración de cargas

Según la NEC:

$$U = 1.2D + 1.6L$$

Asumimos la carga viva por carga de ceniza, y la carga muerta como la sumatoria de la carga permanente:

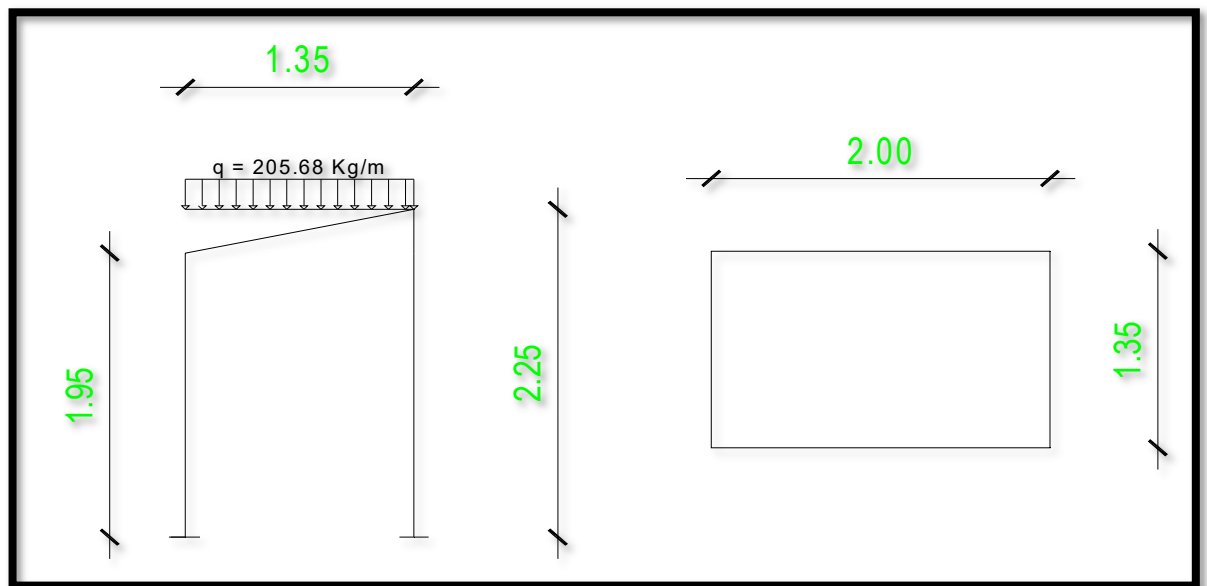
$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2\left(\frac{35.4kg}{m^2}\right)D + 1.6\left(\frac{102kg}{m^2}\right)$$

$$U = 205.68 \text{ Kg/m}^2$$

3.5.6.3. Cálculo de la carga distribuida en la caseta de cloración

Ilustración 33: Fuerzas actuantes sobre la cubierta.



Fuente: Autor.

$$P = U * \text{Ancho Cooperante}$$

$$P = 223.08 * 1.35$$

$$P = 277.67 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Al ser una carga demasiado baja, se consideran secciones mínimas de prediseño para su armado, constando de vigas y viguetas de apoyo de la cubierta en perfiles tubulares rectangulares, pernos autoperforantes para sujetar la cubierta a la estructura, y columnetas de hormigón de 20x20cm² con armado de refuerzo al 1% de cuantía.

Todas estas dimensiones quedarán detalladas en los planos estructurales adjuntos.

3.6. Plan de Operación y Mantenimiento

Para que la PTAP de Andignato tenga un mejor rendimiento, se realizará el manejo adecuado y por tanto el mantenimiento óptimo de la misma, dando también una limpieza y desinfección adecuadas.

3.6.1. Operación

Son los hechos dirigidos a realizar para que las instalaciones y equipos del Sistema de la PTAP, se encuentren en óptimo rendimiento.

3.6.2. Mantenimiento

Actos preventivos que ayudan a las instalaciones y equipos del Sistema de la PTAP, para arreglarlos o reemplazarlos.

3.6.3. Responsables

La o las personas que estarán a cargo de que la PTAP, tenga un funcionamiento adecuado y óptimos, será la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato y la persona que sea designado como operador de la PTAP, quien será la responsable de que ésta mantenga un rendimiento excelente.

El(La) operador(a), tiene por obligación cumplir y hacer cumplir los siguientes deberes y derechos que se establecen en el presente manual:

- Mantener y manejar de manera correcta la PTAP.
- Mantener una inspección periódica de los componentes y elementos de la PTAP.

- Realizar un informe mensual acerca del funcionamiento, observaciones y rendimiento de la PTAP.
- Informar de las necesidades de materiales, herramientas, insumos y repuestos de la PTAP, para que mantenga su óptimo rendimiento.
- Informar a la junta para la realización de exámenes (físico-químico y bacteriológico) periódicos de la calidad del agua que va a ser distribuida desde la PTAP hacia sus usuarios.

3.6.4. Captación

La persona designada como operador será la inmediata responsable de informar a la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, de sucesos anormales y de importancia que sucedan en las vertientes y de igual manera en las estructuras de captación.

Tabla 38: Operación y mantenimiento de Captación.

Periodo	Tiempo de labor (horas)	Personal Encargado	Actividades
Diario	3	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar y verificar el estado de las vertientes. • Realizar la limpieza del tanque desarenador.
Mensual	8	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de limpieza alrededor del perímetro de las estructuras de captación de las vertientes de agua.
Semestral	8	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y verificación de cámaras de humedad, estado de válvulas y llaves de paso, estado de la tubería de conducción desde las vertientes hasta la PTAP.

			<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un registro acerca del aforo del caudal para la conducción. • Solicitar la elaboración de análisis (físico-químico y bacteriológico), del agua de las vertientes para su tratamiento adecuado.
Anual	8	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mantenimiento de las instalaciones estructurales (captación, tuberías de captación, tanque desarenador), de la PTAP.

Fuente: Autor.

3.6.5. Conducción

El operador tendrá la obligación de informar a la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, los sucesos relevantes que ocurran en las tuberías y demás elementos de la conducción que comprende desde las vertientes hasta la PTAP.

Tabla 39: Operación y mantenimiento de la Conducción.

Periodo	Tiempo de labor	Personal Encargado	Actividades
Mensual	4 horas	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar y verificar que las tuberías de captación y conducción hasta la PTAP, así como la de desagüe, se encuentren en buen estado.
Trimestral	3 días	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección, verificación y limpieza de las válvulas de

			desagüe para liberar los sedimentos acumulados y mantener el óptimo funcionamiento.
Anual	3 días	Operador	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el mantenimiento de la conducción y de ser necesario el cambio de tuberías que se hallen en mal estado. Aperturar válvulas de desagüe por 15 minutos para eliminar depósitos o sedimentos.

Fuente: Autor.

3.6.6. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es aquella estructura de hormigón armado que es construida para almacenar el agua que es tratada con cloro y que servirá para la distribución de la comunidad de Andignato, y quien está a cargo de regular e inspeccionar dicho tanque es el Operador, mismo que deberá mantener el tanque en óptimas condiciones para cumplir con su cometido.

Tabla 40: Operación y mantenimiento del Tanque de Almacenamiento.

Periodo	Tiempo de labor (horas)	Personal Encargado	Actividades
Diario	3	Operador	<ul style="list-style-type: none"> Verificar el funcionamiento de la Caseta de cloración, así como sus elementos. Colocar las tabletas de hipoclorito de calcio, en el dispensador.
Mensual	4	Operador	<ul style="list-style-type: none"> Realizar trabajos de limpieza alrededor del perímetro de las

			estructuras de almacenamiento del agua ya tratada.
Semestral	8	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y verificación del tanque de almacenamiento, al igual que aireadores, válvulas de desagüe y válvula de paso. • Realizar la limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento. • Solicitar la elaboración de análisis (físico-químico y bacteriológico), del agua de consumo para la distribución hacia los usuarios.
Anual	8	Operador	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mantenimiento de las instalaciones estructurales (tanque de almacenamiento, tuberías de conducción), de la PTAP. • Realizar el mantenimiento del equipo de cloración de la PTAP.

Fuente: Autor.

3.6.7. Limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento

- Limpieza del área circundante del tanque de almacenamiento y eliminación de cualquier foco de suciedad y contaminación que pudiera llegar afectar el agua almacenada.
- Limpieza de las paredes del tanque y eliminación de sedimentos que se hallen acumulados, la frecuencia de este proceso dependerá de la calidad del agua que se está abasteciendo a la comunidad y se dará a conocer mediante los análisis de laboratorio respectivos.
- Revisión y verificación de fugas o grietas en el tanque y reparación en caso de existir.

- La limpieza del tanque se realizará con espátula, cepillo de cerdas metálicas y esta limpieza se la realizará sin ningún tipo de jabón.
- Revisión y verificación de válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso, mismas que deberán estar libres de corrosión y para esto se deberá usar pintura anticorrosiva cuando sea necesario.
- Realizar un programa de limpieza para que no afecte la presión en las tuberías de la red de distribución, y no haya suspensión total del servicio de agua a la población.

CAPÍTULO IV. –

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó las etapas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, y se concluyó que no es una planta de tratamiento convencional al no contar con todos los procesos de pretratamiento de agua natural, solamente con sedimentación, desinfección y almacenamiento.
- Se realizó el levantamiento de la información mediante la toma de muestras de agua potable, toma de datos informativos al consumo de agua de los pobladores el sector y de los elementos estructurales que componen la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, del cantón Cevallos, de la provincia de Tungurahua, y se evidenció que la misma se encuentra en funcionamiento desde el año 1998, en convenio con el GAD Municipal del Cevallos, además se dio a conocer que ésta planta de tratamiento de agua potable no cuenta con planos ni memoria de cálculo que sustente su funcionalidad.
- Se evaluó el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, donde se halló que solo acoge un caudal de 3.5lt/seg, que se usó durante toda la evaluación de la planta de tratamiento de agua potable, dicho caudal es insuficiente para cubrir la demanda actual del servicio, por lo que la directiva de Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato, están buscando una nueva vertiente de agua natural para aumentar el caudal y así solventar la deficiencia de este.
- Se realizó los análisis de agua físico, químico, y bacteriológico donde se determinó que la PTAP no cumple con su función operacional siendo que solamente trata el 83.33% de los elementos son tratados y el 16.67% son elementos que no se logran tratar, aun a pesar de estos resultados el agua es apta para el consumo humano, pero no cumple con todos los parámetros

establecidos en la norma NTE INEN 1 108; el agua se caracteriza por ser una fuente superficial con alta mineralización, por ser incolora pero en el presente proyecto tiene un valor de 22 UCP, de baja turbiedad menor a 5NTU, con un pH de 6.83 tendiente a la acidez pero dentro de los parámetros establecidos. De acuerdo al análisis bacteriológico hay un buen proceso de desinfección, pero se requiere mejorar, por la presencia de Aerobios Mesófilos.

- Se comprobó las dimensiones de las unidades de la PTAP, y se concluye que las instalaciones y elementos de la misma son obsoletas por lo que se necesita el diseño de una nueva PTAP y de sus componentes.
- Se propuso mejoras en la PTAP de Andignato, debido a que actual ha cumplido su vida útil y se realizó un nuevo diseño estructural de la caseta de cloración y el tanque de almacenamiento con la capacidad para 200m³, para un periodo de 30 años, que cumplan con las necesidades de la población y sobre todo que se de abastecimiento de agua potable de buena calidad a los usuarios.
- Se elaboró un manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP de Andignato, para tener un manejo adecuado y rendimiento óptimo.

4.2. RECOMENDACIONES

- Luego de la evaluación de la PTAP de Andignato se recomienda construir una nueva planta de agua potable de tipo convencional en base a las normas de diseño y estudio, de las etapas del agua potable (CPE INEN 5).
- Para el levantamiento de información se recomienda tener los equipos de monitores y de control de operaciones para pruebas in situ de color, pH, alcalinidad-acidez, turbiedad, hierro, cloruros, manganesos, nitritos y sulfatos, además al ser un sector con actividad agrícola se recomienda determinar la existencia de nitrógeno y fósforo en el agua.
- Se recomienda realizar la búsqueda de una nueva fuente de agua natural y que se realice el diseño de la conducción desde la nueva vertiente hasta la nueva PTAP.
- Conforme a los análisis de laboratorio realizados del agua del Tanque de Almacenamiento, se recomienda tener un control y proceso de desinfección; además se desprende el factor de fosfatos altos lo cual es un factor peligroso para la salud, por lo que se recomienda realizar un proceso de aireación para su eliminación.
- Según los datos facilitados por la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Andignato el tanque de almacenamiento principal ya ha cumplido su vida útil y se recomienda construir un nuevo tanque de almacenamiento con la capacidad de 200m³ conjuntamente con una nueva caseta de cloración de hormigón armado, que irán acompañados con sus respectivos planos estructurales y planilla de hierros.
- Para la construcción de la nueva PTAP se recomienda realizar estudios de suelos, estudios topográficos, estudio socio económico del sector y estudio del impacto ambiental que vayan acorde a las normativas vigentes de la República del Ecuador.
- Se recomienda guiarse en El Manual de Operación y Mantenimiento para la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Andignato, para que la nueva PTAP, mantenga un rendimiento óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Fernández Cirelli and C. Du Mortier, “Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica,” *Tecnol. solares para la desinfección y descontaminación del agua*, pp. 1–16, 2012, [Online]. Available: https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/01_Capitulo_01.pdf
- [2] J. L. Berdonces, “La problemática del tratamiento del agua potable,” *Med. Natur.*, vol. 2, no. 2, pp. 69–75, 2008.
- [3] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Agua potable. Requisitos,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, p. 9, 2011, [Online]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- [4] L. Hora, “Tungurahua: no todos los cantones tienen sistemas de agua potable – Diario La Hora.” 2022. [Online]. Available: <https://www.lahora.com.ec/tungurahua/tungurahua-segunda-provincia-menos-sistemas-agua-potable/>
- [5] C. M. Villanueva, M. Kogevinas, and J. O. Grimalt, “Cloración del agua potable y efectos sobre la salud: revisión de estudios epidemiológicos,” *Med. Clin. (Barc.)*, vol. 117, no. 1, pp. 27–35, 2001, doi: 10.1016/S0025-7753(01)72000-3.
- [6] D. González-Zeas, D. Rosero-López, T. Muñoz, R. Osorio, B. De Bièvre, and O. Dangles, “Making thirsty cities sustainable: A nexus approach for water provisioning in Quito, Ecuador,” *J. Environ. Manage.*, vol. 320, p. 115880, 2022, doi: 10.1016/J.JENVMAN.2022.115880.
- [7] OMS, “Agua para consumo humano.” 2022. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- [8] R. Baque Mite, L. Simba Ochoa, B. Gonzalez Osorio, P. Suatunce, E. Diaz Ocampo, and L. Cadme Arevalo, “Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador,” *Cienc. UNEMI*, vol. 9, no. 20, pp. 109–117, Sep. 2016, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p.
- [9] F. N. Kemmer and J. McCallion, *Manual del agua : su naturaleza, tratamiento*

y aplicaciones. TOMO II, 1º Edición. México, D.F.: McGraw-Hill, 1890.

- [10] F. Ramírez, “Tratamiento del agua,” *22 de junio del 2022*, Jun. 2022. http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm (accessed Jul. 16, 2022).
- [11] M. Romero, “Tratamientos Utilizados En La Potabilización De Agua,” *Bol. Electron. Fac. Ing. - Univ. Rafael Landívar*, vol. 8, no. 08, pp. 1–12, Jun. 2008.
- [12] J. Doménech, “Depuración y potabilización del agua,” *Offarm*, vol. 22, no. 8, pp. 110–116, 2003, [Online]. Available: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-depuracion-potabilizacion-del-agua-13051504>
- [13] K. Zhang *et al.*, “Heavy metals in influent and effluent from 146 drinking water treatment plants across China: Occurrence, explanatory factors, probabilistic health risk, and removal efficiency,” *J. Hazard. Mater.*, vol. 450, p. 131003, 2023, doi: 10.1016/J.JHAZMAT.2023.131003.
- [14] H. Li *et al.*, “Extended chloramination significantly enriched intracellular antibiotic resistance genes in drinking water treatment plants,” *Water Res.*, vol. 232, p. 119689, 2023, doi: 10.1016/J.WATRES.2023.119689.
- [15] M. Molinos-Senante and A. Maziotis, “Influence of environmental variables on the energy efficiency of drinking water treatment plants,” *Sci. Total Environ.*, vol. 833, p. 155246, 2022, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2022.155246.
- [16] M. A. B. Cruz, “Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable en el Municipio de Cumaral - Meta.” Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020. doi: 10.1/JQUERY.MIN.JS.
- [17] A. M. C. Zapata and M. E. C. Álvarez, “Evaluación de la eficiencia de la Planta de Tratamiento del Agua Potable y propuesta de repotenciación en la Loma de Alcoceres del Barrio San Martín de la Parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi en el período octubre 2018-.” Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2019. [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5740>
- [18] J. A. P. Fernández, “Evaluación hidráulica-sanitaria de la planta de tratamiento de agua potable del cantón El Tambo-Cañar.” 2019. [Online]. Available:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32501>

- [19] J. Arizaga, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE VINCES.” 2016. [Online]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15356>
- [20] J. D. M. Tigmasa, “Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la parroquia La Victoria, cantón Pujilí.” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/36286>
- [21] D. L. Cárdenas Jaramillo and F. E. Patiño Guaraca, “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE TUTUCÁN, CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY,” UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2010. [Online]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- [22] M. B. C. García, “Control y evaluación de la planta de tratamiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de Caluma Nuevo del cantón Caluma – provincia de Bolívar.” Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil, 2014. [Online]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/7413>
- [23] Instituto Ecuatoriano de Normalización, *Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Ecuador, 1992, p. 291.
- [24] CEPIS/OPS, “Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades,” Perú, 2009.
- [25] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural,” *Inst. Ecuatoriano Norm.*, vol. Primera Ed, p. 21, 2006, [Online]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf

- [26] “Descontaminación del agua con electrocoagulación | Universidad de Lima,” 2018. <https://www.ulima.edu.pe/node/11871> (accessed Dec. 12, 2022).
- [27] PureWater SAS., “Turbidez, Floculación y Sedimentación – PureWater Colombia | Tecnología en Tratamiento de Aguas|,” 2019. <https://purewater.com.co/turbidez-floculacion-y-sedimentacion/> (accessed Mar. 12, 2023).
- [28] L. Herrera, A. Medina, and G. Naranjo, *Tutoría de la Investigación Científica*, Quinta Edi. Ambato, 2014.
- [29] Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cevallos, “Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cevallos,” p. 220, 2015, [Online]. Available: <http://www.cevallos.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/170-plan-de-ordenamiento-y-desarrollo-territorial-pdot#>
- [30] Instituto Ecuatoriano De Normalización, “NTE INEN 2176:2013. Agua, calidad del agua, muestreo y técnicas de muestreo,” 2013, vol. NTE INEN 2. pp. 1–15, 2013. [Online]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Protocolos_muestreo_biologico_con_portada_tcm30-214764.pdf
- [31] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 2169 : 1998 : Agua. Calidad Del Agua. Muestreo. Manejo Y Conservación De Muestras,” pp. 1–23, 1998, [Online]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2169.pdf>
- [32] Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*, vol. 3, no. April. 2015, pp. 49–58.
- [33] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, *Norma Ecuatoriana de la Contrucción NEC-SE-DS*. Ecuador, 2014, p. 139. [Online]. Available: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf

ANEXOS

**ANEXO A. –
ANALISIS DE
LABORATORIO.**



saqmic

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

EXAMEN FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUA

CÓDIGO: 040-23

CLIENTE: Sr. Jonathan Lascano

TIPO DE MUESTRA: Agua de vertiente

FECHA DE RECEPCIÓN: 24 de abril del 2023

LOCALIDAD: Andignato- Cantón Cevallos – Provincia de Tungurahua

Determinaciones	Unidades	*Límites	Resultados
Color	und Co/Pt	< 5	24
Sabor	-	Inobjetable	Inobjetable
pH	Unid	6.5 - 8.5	6.83
Conductividad	μSiems/cm	< 1250	494.8
Turbiedad	UNT	5	0.80
Dureza	mg/L	200	272
Amonios	mg/L	< 0.50	0.09
Nitritos	mg/L	0,01	0.03
Nitratos	mg/L	< 40	2.30
Fluoruros	mg/L	1,5	0.34
Fosfatos	mg/L	< 0.30	1.13
Sólidos Totales	mg/L	1000	332
Sólidos Disueltos	mg/L	500	307.6
Coliformes totales	UFC/ ml	Ausencia	500
Coliformes fecales	UFC/ ml	Ausencia	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Ausencia	Incontable
Mohos	UFC/ml	Ausencia	Incontable

* Valores referenciales para aguas de consumo doméstico

Observaciones:

Atentamente:

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

El resultado de análisis afecta solo la muestra analizada

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322

Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

saqmic



saqmic

LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

EXAMEN FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO DE AGUA

CÓDIGO: 041-23

CLIENTE: Sr. Jonathan Lascano

TIPO DE MUESTRA: Agua del tanque de almacenamiento

FECHA DE RECEPCIÓN: 24 de abril del 2023

LOCALIDAD: Andignato- Cantón Cevallos – Provincia de Tungurahua

Determinaciones	Unidades	*Límites	Resultados
Color	und Co/Pt	< 5	22
Sabor	-	Inobjetable	Inobjetable
pH	Unid	6.5 - 8.5	6.97
Conductividad	μSiems/cm	< 1250	487.7
Turbiedad	UNT	5	0.9
Cloro residual	mg/L	0.3-1.5	1.2
Dureza	mg/L	200	220
Amonios	mg/L	< 0.50	0.01
Nitritos	mg/L	0,01	0.01
Nitratos	mg/L	< 40	2.7
Fluoruros	mg/L	1,5	0.34
Fosfatos	mg/L	< 0.30	0.97
Sólidos Totales	mg/L	1000	344
Sólidos Disueltos	mg/L	500	296.3
Coliformes totales	UFC/ 100 ml	Ausencia	Ausencia
Coliformes fecales	UFC/ 100 ml	Ausencia	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC/ ml	Ausencia	165
Mohos y leva	UFC/ml	Ausencia	Ausencia

* Valores referenciales para aguas de consumo doméstico

Observaciones:

Atentamente:

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

El resultado de análisis afecta solo la muestra analizada

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322

Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

saqmic

**ANEXO B. -
EVIDENCIA
FOTOGRAFICA.**



Fotografía 1: Revisión de agua después de desinfección.



Fotografía 2: Levantamiento de información de tanque de almacenamiento y Caseta de cloración.



Fotografía 3: Levantamiento de información de las vertientes de agua subterránea.



Fotografía 4: Levantamiento de información del tanque desarenador.



Fotografía 5: Unión de las tuberías provenientes de las 4 vertientes.



Fotografía 6: Tubería de salida del tanque desarenador hacia la PTAP.



Fotografía 7: Las instalaciones sanitarias del estadio de Andignato es beneficiaria del servicio.



Fotografía 8: Lectura de medidores para la determinación del consumo del agua potable.



Fotografía 9: Identificación de posicionamiento georreferenciado de las vertientes de agua cruda



Fotografía 10: Identificación de la salida de las tuberías hacia el tanque desarenador



Fotografía 11: Toma de muestras para análisis de laboratorio y medición de caudal de vertientes.



Fotografía 12: Transporte de muestras de agua para análisis de laboratorio.



Fotografía 13: Tanque principal de almacenamiento del agua desinfectada.



Fotografía 14: Boca de visita del tanque de almacenamiento.



Fotografía 15: Tanque de llegada y mezcla de agua natural.



Fotografía 16: Caseta metálica de cloración.



Fotografía 17: Equipo hipoclorador con briquetas de hipoclorito de calcio.



Fotografía 18: Obra de captación de vertientes aledañas al Río Pachanlica.

**ANEXO C. –
LECTURAS DE
CONSUMO DE
AGUA.**

# muestra	# Medidor	Consumo Dic-2022 (m3)	Consumo Ene-2023 (m3)	Consumo Feb-2023 (m3)	Promedio de Consumo mensual (m3)	Habitante s/Domicilio	Consumo en m3/hab	Consumo en (lt/hab/día)
1	1496	3,00	1,00	0,00	1,33	4,00	0,33	11,11
2	1080	7,00	1,00	1,00	3,00	4,00	0,75	25,00
3	1089	113,00	11,00	101,00	75,00	4,00	18,75	625,00
4	1291	6,00	12,00	7,00	8,33	4,00	2,08	69,44
5	1369	11,00	11,00	13,00	11,67	4,00	2,92	97,22
6	1044	9,00	11,00	11,00	10,33	4,00	2,58	86,11
7	1189	11,00	13,00	12,00	12,00	4,00	3,00	100,00
8	1040	17,00	20,00	16,00	17,67	4,00	4,42	147,22
9	1041	21,00	32,00	26,00	26,33	4,00	6,58	219,44
10	1042	12,00	13,00	13,00	12,67	4,00	3,17	105,56
11	1067	14,00	15,00	16,00	15,00	4,00	3,75	125,00
12	1393	0,00	17,00	5,00	7,33	4,00	1,83	61,11
13	1525	9,00	16,00	7,00	10,67	4,00	2,67	88,89
14	1360	7,00	9,00	8,00	8,00	4,00	2,00	66,67
15	1043	9,00	15,00	15,00	13,00	4,00	3,25	108,33
16	1377	10,00	10,00	11,00	10,33	4,00	2,58	86,11
17	1356	33,00	36,00	29,00	32,67	4,00	8,17	272,22
18	1408	18,00	24,00	19,00	20,33	4,00	5,08	169,44
19	1045	5,00	6,00	4,00	5,00	4,00	1,25	41,67
20	1093	3,00	5,00	3,00	3,67	4,00	0,92	30,56
21	1046	8,00	9,00	8,00	8,33	4,00	2,08	69,44
22	1051	4,00	10,00	3,00	5,67	4,00	1,42	47,22
23	1047	17,00	20,00	17,00	18,00	4,00	4,50	150,00
24	1049	32,00	51,00	88,00	57,00	4,00	14,25	475,00
25	1050	13,00	12,00	11,00	12,00	4,00	3,00	100,00
26	1344	12,00	7,00	10,00	9,67	4,00	2,42	80,56
27	1465	2,00	16,00	13,00	10,33	4,00	2,58	86,11
28	1320	15,00	18,00	29,00	20,67	4,00	5,17	172,22
29	1549	5,00	1,00	3,00	3,00	4,00	0,75	25,00
30	1139	19,00	24,00	22,00	21,67	4,00	5,42	180,56
31	1055	9,00	11,00	11,00	10,33	4,00	2,58	86,11
32	1056	0,00	2,00	3,00	1,67	4,00	0,42	13,89
33	1054	14,00	12,00	10,00	12,00	4,00	3,00	100,00
34	1326	21,00	27,00	17,00	21,67	4,00	5,42	180,56
35	1521	1,00	1,00	9,00	3,67	4,00	0,92	30,56
36	1438	0,00	32,00	14,00	15,33	4,00	3,83	127,78
37	1058	66,00	76,00	69,00	70,33	4,00	17,58	586,11
38	1059	2,00	5,00	4,00	3,67	4,00	0,92	30,56
39	1502	4,00	3,00	5,00	4,00	4,00	1,00	33,33
40	1380	9,00	10,00	9,00	9,33	4,00	2,33	77,78
41	1501	10,00	13,00	8,00	10,33	4,00	2,58	86,11
42	1258	11,00	8,00	9,00	9,33	4,00	2,33	77,78
43	1406	11,00	13,00	5,00	9,67	4,00	2,42	80,56
44	1063	26,00	33,00	27,00	28,67	4,00	7,17	238,89
45	1470	6,00	9,00	13,00	9,33	4,00	2,33	77,78
46	1066	1,00	3,00	2,00	2,00	4,00	0,50	16,67
47	1068	15,00	18,00	14,00	15,67	4,00	3,92	130,56
48	1546	61,00	62,00	60,00	61,00	4,00	15,25	508,33
49	1069	12,00	12,00	11,00	11,67	4,00	2,92	97,22
50	1346	2,00	8,00	21,00	10,33	4,00	2,58	86,11
51	1351	5,00	7,00	8,00	6,67	4,00	1,67	55,56
52	1073	7,00	7,00	6,00	6,67	4,00	1,67	55,56
53	1075	14,00	19,00	15,00	16,00	4,00	4,00	133,33
54	1076	19,00	24,00	23,00	22,00	4,00	5,50	183,33
55	1078	30,00	26,00	22,00	26,00	4,00	6,50	216,67
56	1456	11,00	13,00	12,00	12,00	4,00	3,00	100,00
57	1487	13,00	13,00	11,00	12,33	4,00	3,08	102,78
58	1526	5,00	0,00	10,00	5,00	4,00	1,25	41,67
59	1443	28,00	28,00	24,00	26,67	4,00	6,67	222,22
60	1085	17,00	20,00	19,00	18,67	4,00	4,67	155,56
61	1039	13,00	13,00	16,00	14,00	4,00	3,50	116,67
62	1362	13,00	13,00	14,00	13,33	4,00	3,33	111,11
63	1508	14,00	22,00	15,00	17,00	4,00	4,25	141,67

64	1242	3,00	3,00	2,00	2,67	4,00	0,67	22,22
65	1431	8,00	12,00	15,00	11,67	4,00	2,92	97,22
66	1523	30,00	36,00	32,00	32,67	4,00	8,17	272,22
67	1100	32,00	40,00	33,00	35,00	4,00	8,75	291,67
68	1429	3,00	9,00	2,00	4,67	4,00	1,17	38,89
69	1087	13,00	13,00	10,00	12,00	4,00	3,00	100,00
70	1090	21,00	22,00	19,00	20,67	4,00	5,17	172,22
71	1403	8,00	9,00	9,00	8,67	4,00	2,17	72,22
72	1435	6,00	8,00	5,00	6,33	4,00	1,58	52,78
73	1094	19,00	25,00	16,00	20,00	4,00	5,00	166,67
74	1099	9,00	13,00	9,00	10,33	4,00	2,58	86,11
75	1098	17,00	17,00	13,00	15,67	4,00	3,92	130,56
76	1532	7,00	9,00	6,00	7,33	4,00	1,83	61,11
77	1101	16,00	16,00	13,00	15,00	4,00	3,75	125,00
78	1110	5,00	4,00	3,00	4,00	4,00	1,00	33,33
79	1116	10,00	10,00	12,00	10,67	4,00	2,67	88,89
80	1102	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,25	8,33
81	1108	14,00	17,00	16,00	15,67	4,00	3,92	130,56
82	1048	9,00	10,00	10,00	9,67	4,00	2,42	80,56
83	1503	15,00	5,00	15,00	11,67	4,00	2,92	97,22
84	1112	18,00	23,00	18,00	19,67	4,00	4,92	163,89
85	1504	22,00	24,00	18,00	21,33	4,00	5,33	177,78
86	1259	10,00	24,00	16,00	16,67	4,00	4,17	138,89
87	1114	2,00	14,00	17,00	11,00	4,00	2,75	91,67
88	1115	31,00	17,00	12,00	20,00	4,00	5,00	166,67
89	1342	2,00	6,00	11,00	6,33	4,00	1,58	52,78
90	1117	4,00	5,00	4,00	4,33	4,00	1,08	36,11
91	1119	5,00	6,00	6,00	5,67	4,00	1,42	47,22
92	1120	17,00	17,00	17,00	17,00	4,00	4,25	141,67
93	1113	2,00	1,00	1,00	1,33	4,00	0,33	11,11
94	1266	19,00	16,00	13,00	16,00	4,00	4,00	133,33
95	1547	4,00	22,00	14,00	13,33	4,00	3,33	111,11
96	1488	8,00	25,00	18,00	17,00	4,00	4,25	141,67
97	1484	27,00	31,00	22,00	26,67	4,00	6,67	222,22
98	1125	10,00	14,00	7,00	10,33	4,00	2,58	86,11
99	1126	13,00	13,00	11,00	12,33	4,00	3,08	102,78
100	1267	10,00	19,00	17,00	15,33	4,00	3,83	127,78
101	1123	17,00	21,00	18,00	18,67	4,00	4,67	155,56
102	1127	6,00	5,00	12,00	7,67	4,00	1,92	63,89
103	1440	6,00	9,00	5,00	6,67	4,00	1,67	55,56
104	1353	9,00	13,00	9,00	10,33	4,00	2,58	86,11
105	1419	20,00	24,00	21,00	21,67	4,00	5,42	180,56
106	1371	18,00	22,00	21,00	20,33	4,00	5,08	169,44
107	1131	40,00	45,00	39,00	41,33	4,00	10,33	344,44
108	1130	16,00	10,00	14,00	13,33	4,00	3,33	111,11
109	1214	2,00	4,00	5,00	3,67	4,00	0,92	30,56
110	1186	27,00	32,00	33,00	30,67	4,00	7,67	255,56
111	1455	10,00	8,00	12,00	10,00	4,00	2,50	83,33
112	1132	8,00	12,00	7,00	9,00	4,00	2,25	75,00
113	1134	6,00	11,00	10,00	9,00	4,00	2,25	75,00
114	1221	14,00	19,00	11,00	14,67	4,00	3,67	122,22
115	1135	13,00	14,00	13,00	13,33	4,00	3,33	111,11
116	1323	19,00	25,00	25,00	23,00	4,00	5,75	191,67
117	1136	16,00	16,00	14,00	15,33	4,00	3,83	127,78
118	1545	14,00	17,00	12,00	14,33	4,00	3,58	119,44
119	1141	20,00	21,00	19,00	20,00	4,00	5,00	166,67
120	1143	12,00	16,00	11,00	13,00	4,00	3,25	108,33
121	1140	14,00	20,00	11,00	15,00	4,00	3,75	125,00
122	1363	15,00	14,00	10,00	13,00	4,00	3,25	108,33
123	1367	5,00	27,00	22,00	18,00	4,00	4,50	150,00
124	1147	16,00	13,00	6,00	11,67	4,00	2,92	97,22
125	1064	13,00	15,00	11,00	13,00	4,00	3,25	108,33
126	1294	29,00	35,00	23,00	29,00	4,00	7,25	241,67
127	1091	18,00	21,00	17,00	18,67	4,00	4,67	155,56
128	1152	7,00	2,00	9,00	6,00	4,00	1,50	50,00
129	1149	20,00	21,00	19,00	20,00	4,00	5,00	166,67

130	1151	8,00	12,00	8,00	9,33	4,00	2,33	77,78
131	1150	7,00	7,00	7,00	7,00	4,00	1,75	58,33
132	1450	25,00	30,00	34,00	29,67	4,00	7,42	247,22
133	1541	8,00	9,00	11,00	9,33	4,00	2,33	77,78
134	1392	12,00	17,00	8,00	12,33	4,00	3,08	102,78
135	1334	11,00	6,00	7,00	8,00	4,00	2,00	66,67
136	1161	8,00	9,00	7,00	8,00	4,00	2,00	66,67
137	1421	9,00	13,00	9,00	10,33	4,00	2,58	86,11
138	1426	20,00	22,00	23,00	21,67	4,00	5,42	180,56
139	1155	14,00	17,00	13,00	14,67	4,00	3,67	122,22
140	1154	16,00	44,00	39,00	33,00	4,00	8,25	275,00
141	1065	19,00	15,00	18,00	17,33	4,00	4,33	144,44
142	1196	16,00	4,00	0,00	6,67	4,00	1,67	55,56
143	1158	13,00	16,00	12,00	13,67	4,00	3,42	113,89
144	1156	16,00	23,00	22,00	20,33	4,00	5,08	169,44
145	1472	5,00	8,00	6,00	6,33	4,00	1,58	52,78
146	1157	19,00	22,00	25,00	22,00	4,00	5,50	183,33
147	1160	7,00	10,00	7,00	8,00	4,00	2,00	66,67
148	1348	4,00	22,00	0,00	8,67	4,00	2,17	72,22
149	1538	9,00	8,00	3,00	6,67	4,00	1,67	55,56
150	1261	8,00	11,00	12,00	10,33	4,00	2,58	86,11
151	1357	3,00	4,00	4,00	3,67	4,00	0,92	30,56
152	1162	12,00	18,00	19,00	16,33	4,00	4,08	136,11
153	1461	23,00	27,00	19,00	23,00	4,00	5,75	191,67
154	1471	1,00	2,00	1,00	1,33	4,00	0,33	11,11
155	1164	11,00	14,00	9,00	11,33	4,00	2,83	94,44
156	1223	22,00	24,00	25,00	23,67	4,00	5,92	197,22
157	1370	23,00	19,00	17,00	19,67	4,00	4,92	163,89
158	1373	17,00	15,00	14,00	15,33	4,00	3,83	127,78
159	1481	14,00	19,00	18,00	17,00	4,00	4,25	141,67
160	1507	0,00	1,00	1,00	0,67	4,00	0,17	5,56
161	1174	9,00	15,00	11,00	11,67	4,00	2,92	97,22
162	1468	8,00	11,00	9,00	9,33	4,00	2,33	77,78
163	1166	1,00	3,00	0,00	1,33	4,00	0,33	11,11
164	1168	40,00	44,00	65,00	49,67	4,00	12,42	413,89
165	1349	14,00	15,00	11,00	13,33	4,00	3,33	111,11
166	1171	0,00	2,00	0,00	0,67	4,00	0,17	5,56
167	1173	0,00	1,00	4,00	1,67	4,00	0,42	13,89
168	1533	19,00	16,00	14,00	16,33	4,00	4,08	136,11
169	1467	13,00	14,00	11,00	12,67	4,00	3,17	105,56
170	1366	15,00	5,00	0,00	6,67	4,00	1,67	55,56
171	1198	9,00	23,00	18,00	16,67	4,00	4,17	138,89
172	1197	2,00	1,00	1,00	1,33	4,00	0,33	11,11
173	1324	10,00	15,00	16,00	13,67	4,00	3,42	113,89
174	1248	12,00	10,00	9,00	10,33	4,00	2,58	86,11
175	1477	6,00	7,00	5,00	6,00	4,00	1,50	50,00
176	1201	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,25	8,33
177	1463	5,00	10,00	4,00	6,33	4,00	1,58	52,78
178	1407	7,00	11,00	10,00	9,33	4,00	2,33	77,78
179	1053	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	33,33
180	1206	7,00	4,00	3,00	4,67	4,00	1,17	38,89
181	1205	10,00	10,00	11,00	10,33	4,00	2,58	86,11
182	1210	22,00	30,00	34,00	28,67	4,00	7,17	238,89
183	1209	26,00	27,00	22,00	25,00	4,00	6,25	208,33
184	1339	12,00	11,00	10,00	11,00	4,00	2,75	91,67
185	1207	20,00	43,00	30,00	31,00	4,00	7,75	258,33
186	1208	7,00	2,00	4,00	4,33	4,00	1,08	36,11
187	1211	0,00	1,00	2,00	1,00	4,00	0,25	8,33
188	1378	22,00	17,00	17,00	18,67	4,00	4,67	155,56
189	1337	24,00	35,00	35,00	31,33	4,00	7,83	261,11
190	1402	14,00	16,00	12,00	14,00	4,00	3,50	116,67
191	1052	6,00	7,00	5,00	6,00	4,00	1,50	50,00
192	1300	16,00	19,00	12,00	15,67	4,00	3,92	130,56
193	1441	7,00	23,00	0,00	10,00	4,00	2,50	83,33
194	1495	7,00	10,00	9,00	8,67	4,00	2,17	72,22
195	1433	3,00	2,00	3,00	2,67	4,00	0,67	22,22

196	1374	2,00	5,00	8,00	5,00	4,00	1,25	41,67
197	1499	34,00	43,00	21,00	32,67	4,00	8,17	272,22
198	1218	17,00	7,00	24,00	16,00	4,00	4,00	133,33
199	1220	9,00	13,00	9,00	10,33	4,00	2,58	86,11
200	1485	4,00	6,00	6,00	5,33	4,00	1,33	44,44
201	1219	13,00	9,00	7,00	9,67	4,00	2,42	80,56
202	1217	8,00	9,00	2,00	6,33	4,00	1,58	52,78
203	1322	14,00	6,00	0,00	6,67	4,00	1,67	55,56
204	1183	19,00	19,00	24,00	20,67	4,00	5,17	172,22
205	1338	29,00	29,00	24,00	27,33	4,00	6,83	227,78
206	1381	15,00	13,00	10,00	12,67	4,00	3,17	105,56
207	1111	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	97,22
208	1222	6,00	6,00	5,00	5,67	4,00	1,42	47,22
209	1185	10,00	9,00	10,00	9,67	4,00	2,42	80,56
210	1486	19,00	21,00	24,00	21,33	4,00	5,33	177,78
211	1226	32,00	31,00	28,00	30,33	4,00	7,58	252,78
212	1416	9,00	14,00	15,00	12,67	4,00	3,17	105,56
213	1230	2,00	21,00	10,00	11,00	4,00	2,75	91,67
214	1229	11,00	10,00	7,00	9,33	4,00	2,33	77,78
215	1231	14,00	17,00	17,00	16,00	4,00	4,00	133,33
216	1457	4,00	1,00	4,00	3,00	4,00	0,75	25,00
217	1343	23,00	18,00	17,00	19,33	4,00	4,83	161,11
218	1422	16,00	24,00	20,00	20,00	4,00	5,00	166,67
219	1543	12,00	14,00	11,00	12,33	4,00	3,08	102,78
220	1478	5,00	6,00	4,00	5,00	4,00	1,25	41,67
221	1234	17,00	20,00	17,00	18,00	4,00	4,50	150,00
222	1233	10,00	15,00	12,00	12,33	4,00	3,08	102,78
223	1142	18,00	19,00	17,00	18,00	4,00	4,50	150,00
224	1235	10,00	9,00	8,00	9,00	4,00	2,25	75,00
225	1535	0,00	0,00	8,00	2,67	4,00	0,67	22,22
226	1159	10,00	14,00	13,00	12,33	4,00	3,08	102,78
227	1415	7,00	10,00	13,00	10,00	4,00	2,50	83,33
228	1241	11,00	10,00	15,00	12,00	4,00	3,00	100,00
229	1237	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,25	8,33
230	1286	17,00	16,00	18,00	17,00	4,00	4,25	141,67
231	1236	3,00	1,00	0,00	1,33	4,00	0,33	11,11
232	1238	1,00	2,00	1,00	1,33	4,00	0,33	11,11
233	1193	23,00	19,00	29,00	23,67	4,00	5,92	197,22
234	1505	4,00	8,00	0,00	4,00	4,00	1,00	33,33
235	1244	21,00	24,00	17,00	20,67	4,00	5,17	172,22
236	1243	19,00	27,00	19,00	21,67	4,00	5,42	180,56
237	1245	13,00	12,00	12,00	12,33	4,00	3,08	102,78
238	1528	19,00	33,00	27,00	26,33	4,00	6,58	219,44
239	1249	5,00	12,00	11,00	9,33	4,00	2,33	77,78
240	1246	26,00	30,00	30,00	28,67	4,00	7,17	238,89
241	1332	8,00	9,00	8,00	8,33	4,00	2,08	69,44
242	1518	14,00	13,00	13,00	13,33	4,00	3,33	111,11
243	1228	5,00	6,00	5,00	5,33	4,00	1,33	44,44
244	1387	16,00	16,00	13,00	15,00	4,00	3,75	125,00
245	1239	9,00	5,00	8,00	7,33	4,00	1,83	61,11
246	1240	10,00	9,00	7,00	8,67	4,00	2,17	72,22
247	1428	18,00	22,00	10,00	16,67	4,00	4,17	138,89
248	1539	7,00	10,00	8,00	8,33	4,00	2,08	69,44
249	1247	3,00	2,00	1,00	2,00	4,00	0,50	16,67
250	1306	12,00	11,00	15,00	12,67	4,00	3,17	105,56
251	1260	16,00	19,00	14,00	16,33	4,00	4,08	136,11
252	1187	19,00	22,00	15,00	18,67	4,00	4,67	155,56
253	1271	16,00	24,00	12,00	17,33	4,00	4,33	144,44
							Dot. Actual (lt/hb/día)	115,91

**ANEXO D. -
ANALISIS DE
PRECIOS
UNITARIOS Y
PRESUPUESTO DE
OBRA.**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

UBICACIÓN: CASERÍO ANDIGNATO; CANTÓN CEVALLOS
CÁLCULISTA: JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS
REVISOR: ING. MSC. GALO NÚÑEZ
FECHA: abr-23

PRESUPUESTO REFERENCIAL

TABLA DE UNIDADES CANTIDADES Y PRECIOS

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	Km	0,50	926,26	463,13
2	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2	m2	50,26	42,44	2133,07
3	HORMIGÓN SIMPLE f'c= 280 kg/cm2	m3	127,97	222,18	28432,11
4	ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2	Kg	7805,00	5,63	43950,89
5	ENLUCIDO CON MORTERO 1:3 + IMPERMEABILIZANTE	m2	5,81	11,67	67,77
6	CHAMPEADO EXTERIOR INTERIOR 3cm MORTERO 1:5	m2	5,81	5,93	34,42
7	ALISADO PARED Y PISO + IMPERMEABILIZANTE	m2	97,09	6,62	643,19
8	ENCOFRADO CURVO INTERNO Y EXTERNO	m2	52,77	32,71	1726,28
9	PINTURA SATINADA EXTERIOR (2 MANOS) INCL. ANDAMIOS	U	52,77	5,12	269,93
10	SUM.INST. EQUIPO HIPOCLORADOR L-30 CAP. 30lts	U	1,00	1275,72	1275,72
11	ACCESORIOS PARA CASETA DE CLORACIÓN/DESINFECCIÓN	U	1,00	884,23	884,23
12	PINTURA ACRÍLICA SATINADA EXTERIOR - H= 0.00 A 6.00 MTS.	U	2,00	6,21	12,41
13	RELLENO COMPACTADO 25cm	m3	50,26	3,51	176,19
14	ENCOFRADO DE MADERA	m2	52,77	10,83	571,61
15	TAPA H.G. 3mm 0,70x0,70m	U	1,00	167,52	167,52
16	MASILLADO PALETEADO FINO INCL. IMPERMEABILIZANTE	m2	52,77	8,28	437,02
17	AIREADORES DE VENTILACIÓN	U	2,00	27,56	55,13
18	SUM.INST. CAJA DE VÁLVULA H.F.4"	U	1,00	46,62	46,62
19	SUMIN-INST. UNION GIBAULT D=2" ASIMETRICA	U	2,00	31,51	63,01
20	TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16" 0.80X0.80	U	4,00	38,62	154,46
				SUBTOTAL	81564,74

CÁMARAS Y VÁLVULAS DE PRESIÓN

PRESUPUESTO REFERENCIAL

TABLA DE UNIDADES CANTIDADES Y PRECIOS

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
1	SUM.COLOC. VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN DN 110mm (4") BR	U	1,00	1329,79	1329,79
2	CÁMARA DE VÁLVULAS HSº 180kg (0,80X0,80X0,80), INCLUYE TAPA	U	1,00	138,21	138,21
				SUBTOTAL	1468,00
				TOTAL	83032,73

SON: OCHENTA Y TRES MIL TREINTA Y DOS DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA CON 73/100

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA "EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
ELABORADO POR:		JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
RUBRO:		REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO		UNIDAD:	Km	
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)	
Herramienta manual (5% M.O)					19,31	
Estacion Total	1,00	17,75	17,75	19,610	348,08	
SUBTOTAL M					367,38	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Topógrafo (En construcción Estr.Oc.C1)	C1	1,00	4,29	4,29	19,610	84,13
Cadenero	D2	2,00	3,87	7,74	19,610	151,78
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	19,610	150,21
SUBTOTAL N					386,12	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)		
Mojones de H.S.	u	1,00	5,50	5,50		
Clavos	Kg	0,5	5,20	2,60		
Estacas de madera	u	20,0	0,50	10,00		
Esmalte atomix varios colores	4000 cc	0,02	14,05	0,28		
SUBTOTAL O					18,38	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)		
SUBTOTAL P					0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		771,89
Estos valores no incluyen IVA				INDIRECTOS 5%		38,594
				UTILIDAD 15%		115,783
				COSTO TOTAL		926,26
_____ OFERENTE				VALOR OFERTA		926,26

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m2
RUBRO: **REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)

SUBTOTAL M **0,00**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Albañil	D2	3,00	3,87	11,61	0,330	3,83
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1 (Grp.1)	1,00	4,29	4,29	0,330	1,42
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	0,330	2,53

SUBTOTAL N **7,77**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Cemento HOLCIM	kg	3,25	8,49	27,59
Arena	m3	0,65	3,16	2,05
Ripio	m3	0,95	3,16	3,00
Agua	m3	0,22	2,50	0,55

SUBTOTAL O **27,59**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)

SUBTOTAL P **0,00**

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	35,37
	INDIRECTOS 5%	1,77
	UTILIDAD 15%	5,31
	COSTO TOTAL	42,44
	VALOR OFERTA	42,44

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m3
RUBRO: **HORMIGÓN SIMPLE f'c= 280 kg/cm2**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			1,64
Concreteira	1,00	4,29	4,29	1,000	4,29
Vibrador	1,00	18,75	18,75	1,000	18,75

SUBTOTAL M **24,68**

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,50	4,29	2,15	1,000	2,15
Albañil	D2	2,00	3,87	7,74	1,000	7,74
Peón	E2	6,00	3,83	22,98	1,000	22,98

SUBTOTAL N **32,87**

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Hormigo Simple f'c= 280 kg/cm2	m3	1,00	127,60	127,60

SUBTOTAL O **127,60**

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
				0,00

SUBTOTAL P **0,00**

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	185,15
	INDIRECTOS 5%	9,26
	UTILIDAD 15%	27,77
	COSTO TOTAL	222,18
	VALOR OFERTA	222,18

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD: m2

RUBRO: **HORMIGÓN SIMPLE F'C= 280 KG/CM2**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual	1,87	5% M.O			0,09
SUBTOTAL M					0,09

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1 (Grp.1)	0,05	4,29	0,21	0,470	0,10
Peón	E2	4,00	3,83	15,32	0,470	7,20
SUBTOTAL N						7,30

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			7,39
	INDIRECTOS 5%			0,37
	UTILIDAD 15%			1,11
	COSTO TOTAL			8,87
	VALOR OFERTA			8,87

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
UNIDAD: Kg
RUBRO: **ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual	4,90	5% M.O			0,25
SUBTOTAL M					0,25

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,200	0,09
Fierrero	D2	1,00	3,87	3,87	0,200	0,77
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,200	0,77
SUBTOTAL N						1,63

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Varilla corrugada Ø 8-32mm	kg	1,02	2,72	2,7744
Alambre galvanizado #18	kg	0,02	2,37	0,0474
SUBTOTAL O				2,82

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,69
	INDIRECTOS 5%	0,23
	UTILIDAD 15%	0,70
	COSTO TOTAL	5,63
	VALOR OFERTA	5,63

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD: m2

RUBRO: **ENLUCIDO CON MORTERO 1:3 + IMPERMEABILIZANTE**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual	0,10	5% M.O			0,35
SUBTOTAL M					0,35

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	1,00	4,29	4,29	0,800	3,43
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,800	3,10
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,100	0,38
SUBTOTAL N						6,91

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Mortero cemento arena 1:3	m3	0,02	107,92	2,16
Impermeabilizante	kg	0,30	1,02	0,31
SUBTOTAL O				2,46

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			9,72
	INDIRECTOS 5%			0,49
	UTILIDAD 15%			1,46
	COSTO TOTAL			11,67
	VALOR OFERTA			11,67

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR:	JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS				
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			UNIDAD:	m2
RUBRO:	CHAMPEADO EXTERIOR INTERIOR 3cm				
	MORTERO 1:5				

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual					
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,500	0,21
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,500	1,94
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,500	1,92
SUBTOTAL N						4,06

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Carbonato de Calcio Tipo A	lbs.	1,20	0,08	0,10
Cemento Blanco	kg	0,85	0,35	0,30
Resina Resintex 50	lts	0,10	4,47	0,45
Chispa	m3	0,01	3,25	0,03
SUBTOTAL O				0,87

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,94
	INDIRECTOS 5%	0,25
	UTILIDAD 15%	0,74
	COSTO TOTAL	5,93
	VALOR OFERTA	5,93

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m2

RUBRO: **ALISADO PARED Y PISO + IMPERMEABILIZANTE**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual					
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,330	0,14
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,330	1,28
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,330	1,26
SUBTOTAL N						2,68

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Cemento Holcim 50kg	u	0,24	8,49	2,04
Aditivo Impermeabilizante	kg	0,25	2,20	0,55
Arena Fina	m3	0,02	12,15	0,24
Agua	m3	0,01	0,76	0,01
SUBTOTAL O				2,84

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,52
	INDIRECTOS 5%	0,28
	UTILIDAD 15%	0,83
	COSTO TOTAL	6,62
	VALOR OFERTA	6,62

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m2
RUBRO: **ENCOFRADO CURVO INTERNO Y EXTERNO**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual					
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
SUBTOTAL N						0,00

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Alfajía eucalipto 7x7x250(cm) rústica	U	5,03	3,00	15,09
Clavos 2"-2 1/2"- 3"- 3 1/2"	kg	0,29	0,50	0,15
Pingos 5m	u	1,00	4,55	4,55
Alambre galvanizado #18	kg	0,20	2,23	0,45
Triplex 15 mm Tipo B	m2	1,00	6,53	6,53
Estacas	u	2,00	0,25	0,50
SUBTOTAL O				27,26

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	27,26
	INDIRECTOS 5%	1,36
	UTILIDAD 15%	4,09
	COSTO TOTAL	32,71
	VALOR OFERTA	32,71

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U

RUBRO: **PINTURA SATINADA EXTERIOR (2 MANOS)**
INCL. ANDAMIOS

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual					
SUBTOTAL M					0,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,260	0,11
Pintor	D2	1,00	3,87	3,87	0,260	1,01
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,260	1,00
SUBTOTAL N						2,11

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Pintura acrilica satinada (varios colores)	galón	0,07	23,56	1,65
Agua	m3	0,11	2,50	0,28
Lija N°300	hoja	0,20	0,75	0,15
Cemento blanco	kg	0,10	0,35	0,04
Yeso	kg	0,10	0,40	0,04
SUBTOTAL O				2,15

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,26
	INDIRECTOS 5%	0,21
	UTILIDAD 15%	0,64
	COSTO TOTAL	5,12
	VALOR OFERTA	5,12

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U

RUBRO: **SUM.INST. EQUIPO HIPOCLORADOR L-30 CAP.**
30lts

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual	1,41	5% M.O			3,96
SUBTOTAL M					3,96

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,05	4,29	0,21	10,000	2,15
Plomero	D2	1,00	3,87	3,87	10,000	38,70
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	10,000	38,30
SUBTOTAL N						79,15

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
EQUIPO HIPOCLORADOR L-30 CAP. 30lts	U	1,00	980,00	980,00
SUBTOTAL O				980,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1063,10
	INDIRECTOS 5%			53,16
	UTILIDAD 15%			159,47
	COSTO TOTAL			1275,72
	VALOR OFERTA			1275,72

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD: U

RUBRO: **ACCESORIOS PARA CASETA DE**
CLORACIÓN/DESINFECCIÓN

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,08
SUBTOTAL M					0,08

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,05	4,29	0,21	0,200	0,04
Plomero	D2	1,00	3,87	3,87	0,200	0,77
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,200	0,77
SUBTOTAL N						1,58

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Codo PVC 90°	U	4,00	0,37	1,48
Valvula de compuerta H.G. 4"	U	4,00	45,60	182,40
Codo H.G 90°	U	4,00	4,45	17,80
Tubería H.G 4"x6m	M	16,00	2,50	40,00
Unión Universal	U	4,00	8,03	32,12
Tubería PVC 110mm x6m	M	16,00	25,90	414,40
Tee H.G. 2" a 1"	U	5,00	9,40	47,00
SUBTOTAL O				735,20

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			736,86
	INDIRECTOS 5%			36,84
	UTILIDAD 15%			110,53
	COSTO TOTAL			884,23
	VALOR OFERTA			884,23

 OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U
RUBRO: **PINTURA ACRÍLICA SATINADA EXTERIOR - H=**
0.00 A 6.00 MTS. (2 MANOS)

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,14
SUBTOTAL M					0,14

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,350	0,15
Pintor	D2	1,00	3,87	3,87	0,350	1,35
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,350	1,34
SUBTOTAL N						2,85

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Pintura acrilica satinada (Varios colores)	Galón	0,08	23,56	1,88
Agua	m3	0,03	2,50	0,08
Lija N°300	hoja	0,20	0,75	0,15
Cemento blanco	kg	0,10	0,35	0,04
Yeso	kg	0,10	0,40	0,04
SUBTOTAL O				2,18

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5,17
	INDIRECTOS 5%			0,26
	UTILIDAD 15%			0,78
	COSTO TOTAL			6,21
	_____ OFERENTE	VALOR OFERTA		

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
UNIDAD: m3
RUBRO: **RELLENO COMPACTADO 25cm**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,13
Apisonador	1	5,58	5,58	0,05	0,28
SUBTOTAL M					0,40

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	1,00	4,29	4,29	0,050	0,21
Albañil	D2	2,00	3,87	7,74	0,050	0,39
Peón	E2	10,00	3,83	38,30	0,050	1,92
SUBTOTAL N						2,52

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL O				0,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2,92
	INDIRECTOS 5%			0,15
	UTILIDAD 15%			0,44
	COSTO TOTAL			3,51
	VALOR OFERTA			3,51

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m2
RUBRO: **ENCOFRADO DE MADERA**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,20
SUBTOTAL M					0,20

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,20	4,29	0,86	0,250	0,21
Carpintero	D2	2,00	3,87	7,74	0,250	1,94
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	0,250	1,92
SUBTOTAL N						4,06

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Taba de eucalipto 3m preparada	U	1,00	4,74	4,74
Clavos	kg	0,01	1,90	0,02
SUBTOTAL O				4,76

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,03
	INDIRECTOS 5%	0,45
	UTILIDAD 15%	1,35
	COSTO TOTAL	10,83
	VALOR OFERTA	10,83

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U
RUBRO: **TAPA H.G. 3mm 0,70x0,70m**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,58
SUBTOTAL M					0,58

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	1,000	3,87
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	1,000	7,66
SUBTOTAL N						11,53

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Tapa de hierro con seguridades	U	1,00	120,00	120,00
Arena	m3	0,11	10,00	1,11
Cemento Portland	saco	0,90	7,02	6,32
Agua	m3	0,03	2,50	0,06
SUBTOTAL O				127,49

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	139,60
	INDIRECTOS 5%	6,98
	UTILIDAD 15%	20,94
	COSTO TOTAL	167,52
	VALOR OFERTA	167,52

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: m2
RUBRO: **MASILLADO PALETEADO FINO INCL.**
IMPERMEABILIZANTE

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,23
SUBTOTAL M					0,23

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,571	0,25
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,571	2,21
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,571	2,19
SUBTOTAL N						4,64

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Cemento Portland Gris	Saco	0,18	8,49	1,53
Arena Fina	m3	0,02	13,50	0,27
Agua	m3	0,01	2,50	0,03
Impermeabilizante	kg	0,10	2,01	0,20
SUBTOTAL O				2,02

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			6,90
	INDIRECTOS 5%			0,35
	UTILIDAD 15%			1,04
	COSTO TOTAL			8,28
	VALOR OFERTA			8,28

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U
RUBRO: **AIREADORES DE VENTILACIÓN**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,39
SUBTOTAL M					0,39

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,02	4,29	0,09	1,000	0,09
Plomero	D2	1,00	3,87	3,87	1,000	3,87
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	1,000	3,83
SUBTOTAL N						7,79

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Sifón desagüe 50mm	U	1,00	6,58	6,58
Polilimpia	galón	0,01	27,25	0,27
Polipega	galón	0,01	58,02	0,58
Codo desagüe PVC 50mm*90	u	1,00	1,56	1,56
Tubería de acero corrugado d= 1,50m e=2,0mm	m	0,10	58,02	5,80
SUBTOTAL O				14,79

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			22,97
	INDIRECTOS 5%			1,15
	UTILIDAD 15%			3,45
	COSTO TOTAL			27,56
	VALOR OFERTA			27,56

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U
RUBRO: **SUM.INST. CAJA DE VÁLVULA H.F.4"**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,12
SUBTOTAL M					0,12

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,05	4,29	0,21	0,300	0,06
Plomero	D2	1,00	3,87	3,87	0,300	1,16
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	0,300	1,15
SUBTOTAL N						2,37

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Caja de Válvula H.F 4"	U	1,00	28,00	28,00
Tubo PVC DN 160mm	roll.	1,00	8,36	8,36
SUBTOTAL O				36,36

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	38,85
	INDIRECTOS 5%	1,94
	UTILIDAD 15%	5,83
	COSTO TOTAL	46,62
	VALOR OFERTA	46,62

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
 RUBRO: **SUMIN-INST. UNION GIBALULT D=2"**
ASIMETRICA
 UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,06
SUBTOTAL M					0,06

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,10	4,29	0,43	0,100	0,04
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,100	0,39
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	0,100	0,77
SUBTOTAL N					1,20	

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Union GIBALULT 2" asimétrica	u	1,00	25,00	25,00
SUBTOTAL O				25,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA _____ OFERENTE	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	26,26
	INDIRECTOS 5%	1,31
	UTILIDAD 15%	3,94
	COSTO TOTAL	31,51
	VALOR OFERTA	31,51

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U
RUBRO: **TAPA DE BOCA DE VISITA TOL 1/16" 0.80X0.80**

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,34
SUBTOTAL M					0,34

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,50	4,29	2,15	0,500	1,07
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	0,500	1,94
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	0,500	3,83
SUBTOTAL N						6,84

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Tapa sanitaria de tool 1/16" de 0.80 x 0.80 m.	U	1,00	25,00	25,00
SUBTOTAL O				25,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			32,18
	INDIRECTOS 5%			1,61
	UTILIDAD 15%			4,83
	COSTO TOTAL			38,62
	VALOR OFERTA			38,62

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS UNIDAD: U

RUBRO: **SUM.COLOC. VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN**
DN 110mm (4") BR

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			0,86
SUBTOTAL M					0,86

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Plomero	D2	1,00	3,87	3,87	1,500	5,81
Peón	E2	2,00	3,83	7,66	1,500	11,49
SUBTOTAL N						17,30

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Válvula reductora de presión DN 110mm (4") BR	U	1,00	890,00	890,00
Accesorios de instalación	galón	1,00	200,00	200,00
SUBTOTAL O				1090,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1108,16
	INDIRECTOS 5%			55,41
	UTILIDAD 15%			166,22
	COSTO TOTAL			1329,79
	VALOR OFERTA			1329,79

OFERENTE

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
"EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
ANDIGNATO, DEL CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ELABORADO POR: **JONATHAN GABRIEL LASCANO BAYAS**
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD: U

RUBRO: **CÁMARA DE VÁLVULAS HSº 180kg**
(0,80X0,80X0,80), INCLUYE TAPA

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta manual		5% M.O			3,08
SUBTOTAL M					3,08

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	CANTIDAD (A)	TARIFA/H (B)	COSTO/H (C=A*B)	RENDIMIENTO/H (R)	COSTO (D=C*R)
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	C1	0,50	4,29	2,15	8,000	17,16
Albañil	D2	1,00	3,87	3,87	8,000	30,96
Peón	E2	1,00	3,83	3,83	8,000	30,64
SUBTOTAL N						61,60

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
Ladrillo	u	20,00	0,3	6,00
Cemento	kg	50,00	0,17	8,50
Arena	m3	0,50	13,00	6,50
Agua	m3	0,20	0,50	0,10
Ripio Triturado	m3	0,50	12,50	6,25
Tabla de monte para encofrado	u	4,00	4,74	18,96
Acero de refuerzo	kg	1,20	1,46	1,75
Alambre No.8 para amarre	rollo	1,00	2,43	2,43
SUBTOTAL O				50,49

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)
SUBTOTAL P				0,00

Estos valores no incluyen IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	115,17
	INDIRECTOS 5%	5,76
	UTILIDAD 15%	17,28
	COSTO TOTAL	138,21
	VALOR OFERTA	138,21

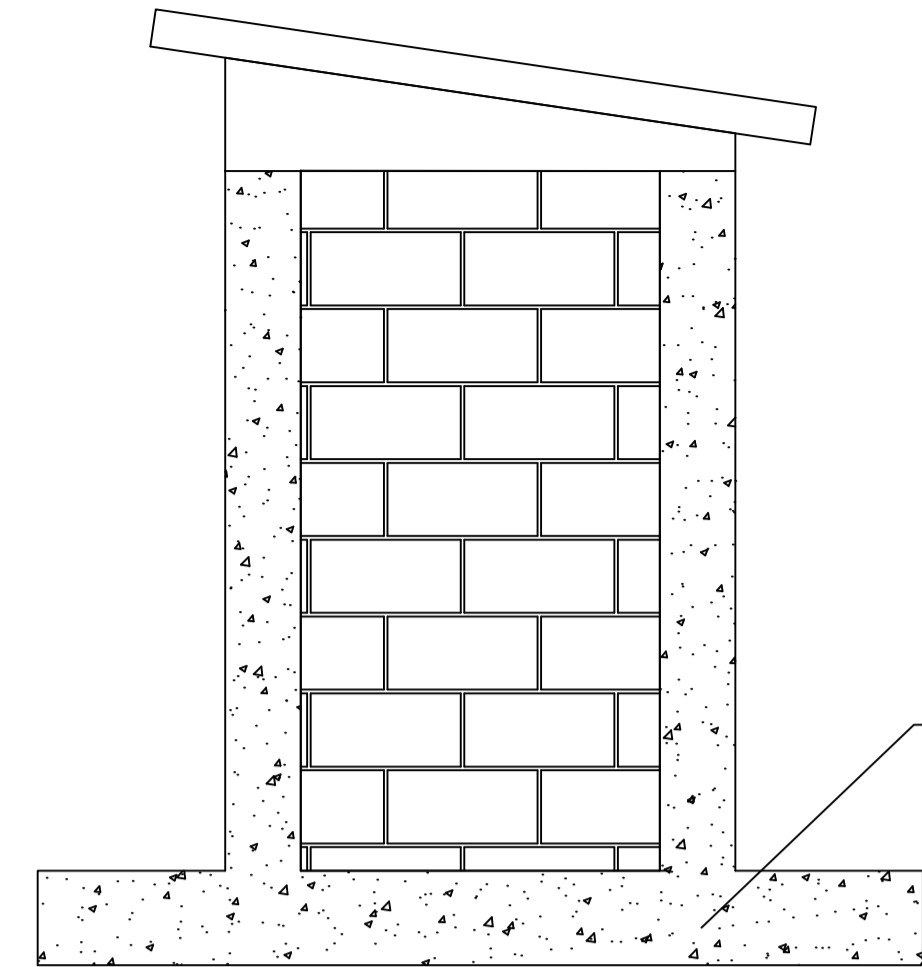
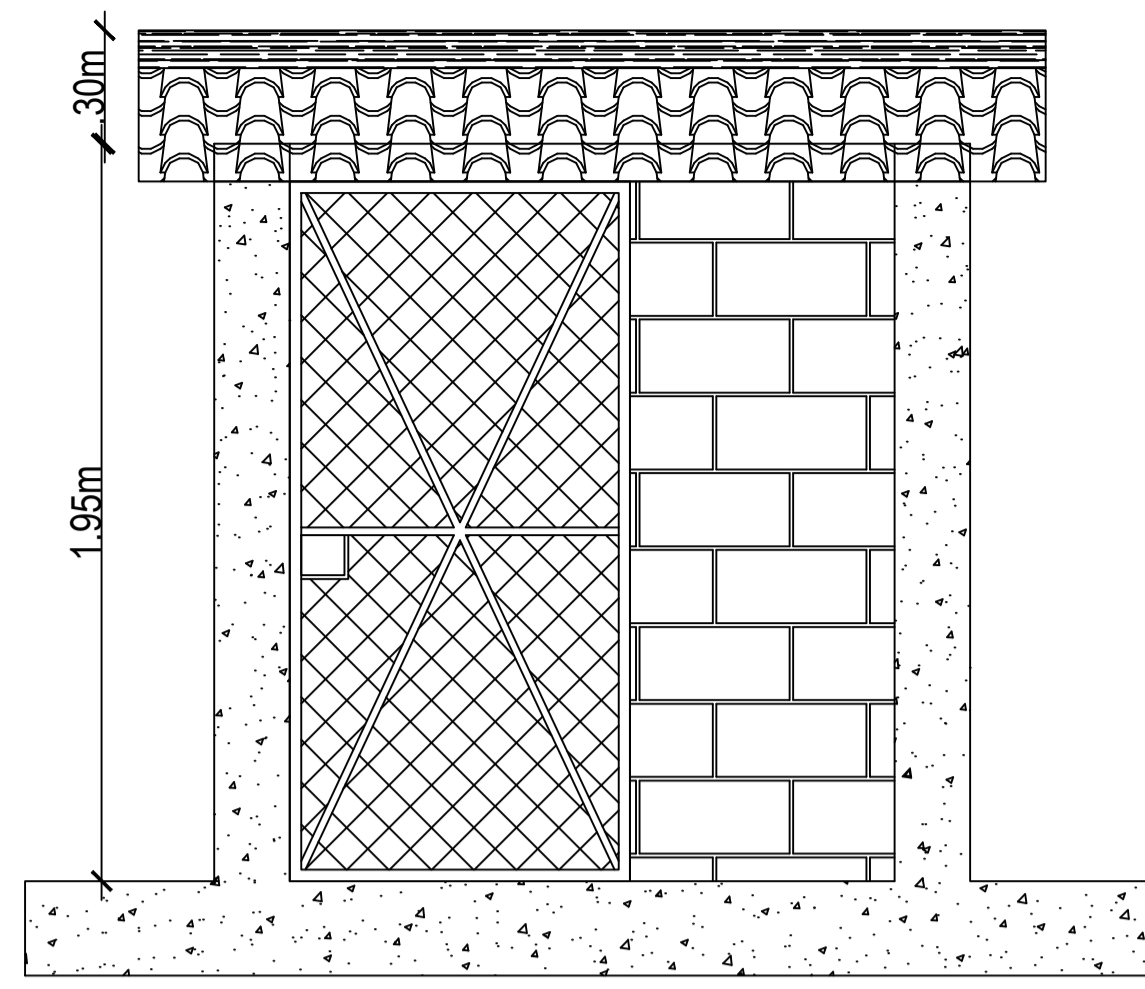
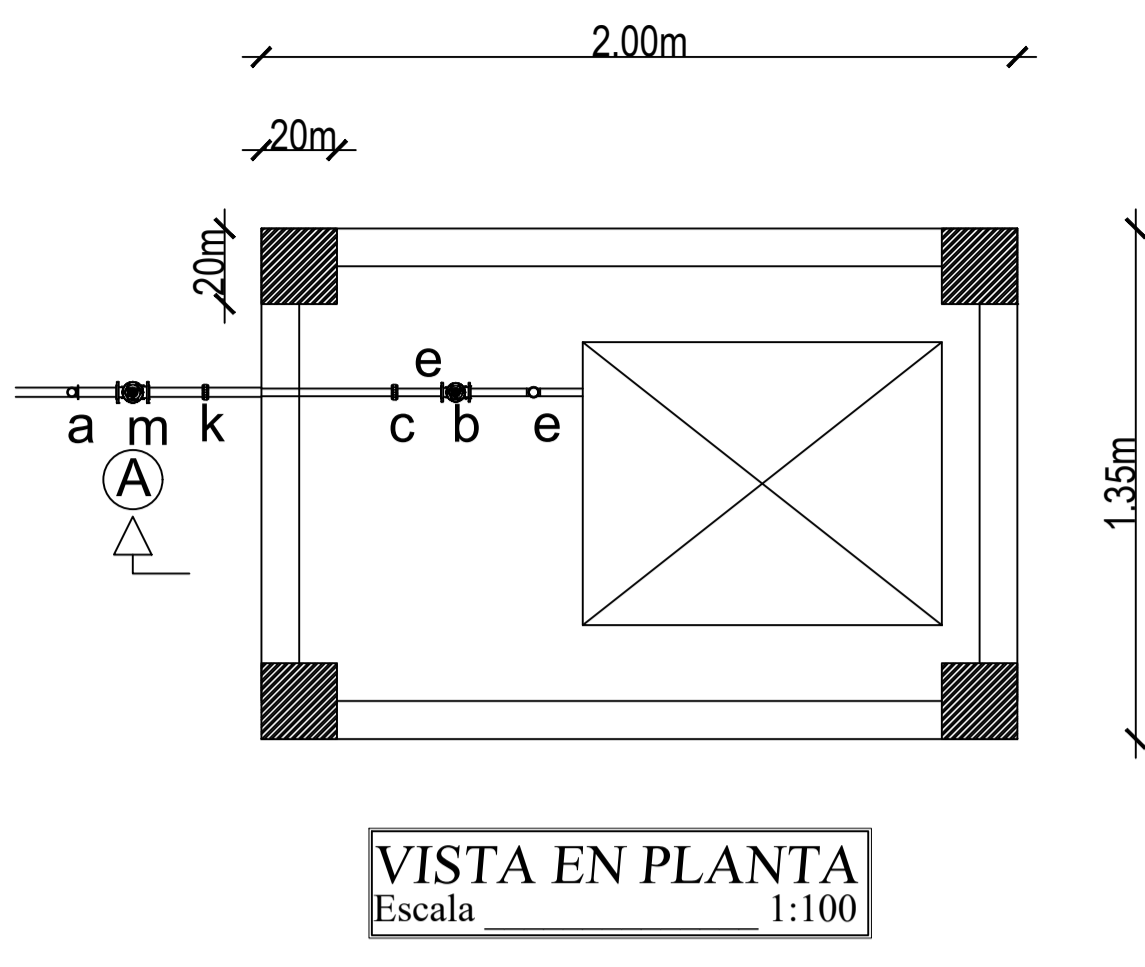
 OFERENTE

ANEXO E. – GLOSARIO.

A	Área de tanque
Cmd	Consumo medio diario
CPE	Código de Práctica Ecuatoriano
d	Diámetro de tanque
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
h	Altura de tanque
Hr	Altura real de tanque
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
N	Número de habitantes
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
PTA	Planta de Tratamiento de Agua
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
q	Dotación media futura
QDC	Caudal para la captación de aguas subterráneas
QDCO	Caudal para la conducción
QDT	Caudal para la Planta de Tratamiento
QMD	Caudal Máximo Diario
QMH	Caudal Máximo Horario
s	Altura de seguridad
TA	Tanque de Almacenamiento
VA	Volumen de Almacenamiento
VCI	Volumen Contra Incendios
VE	Volumen de Emergencia
vP	Vertiente

VR Volumen de Regulación

ANEXO F. – PLANOS.

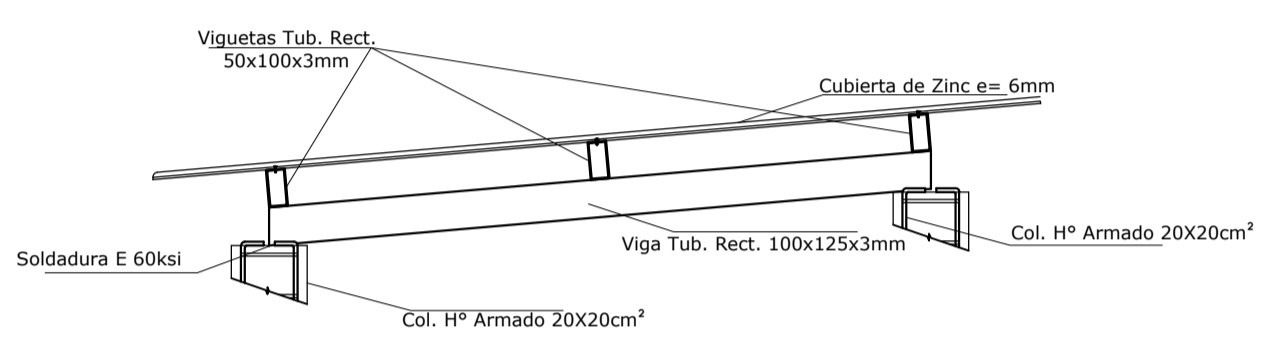
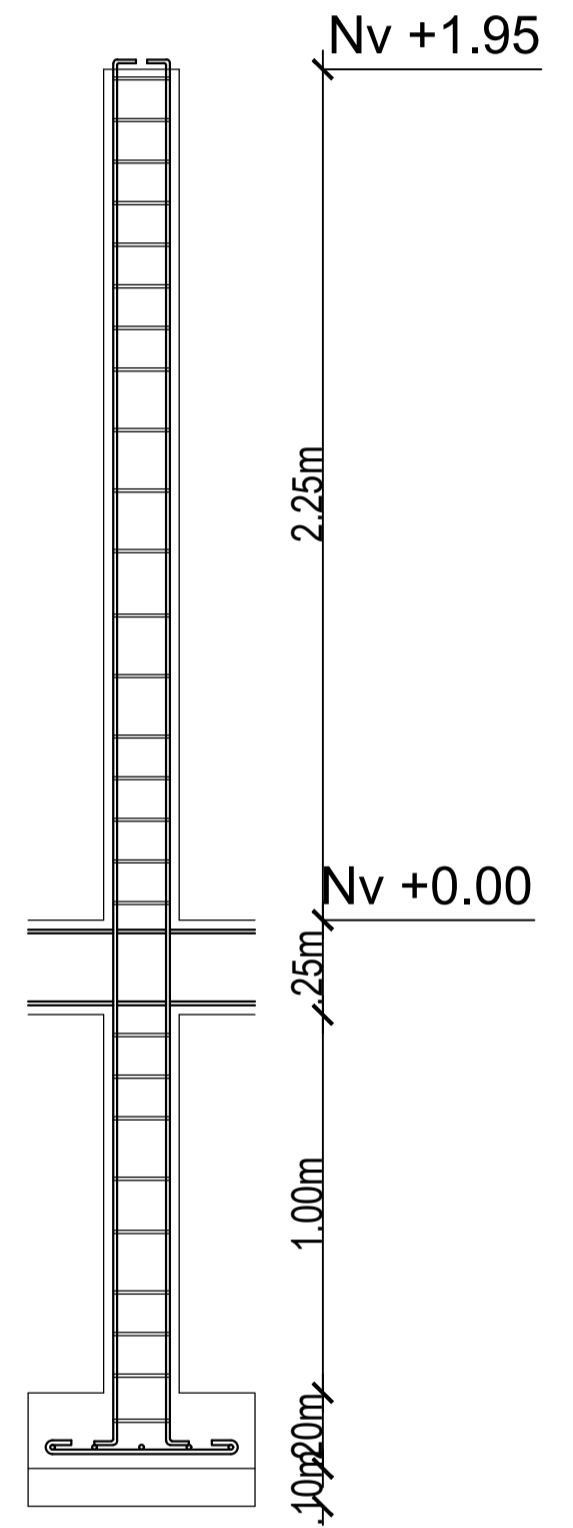
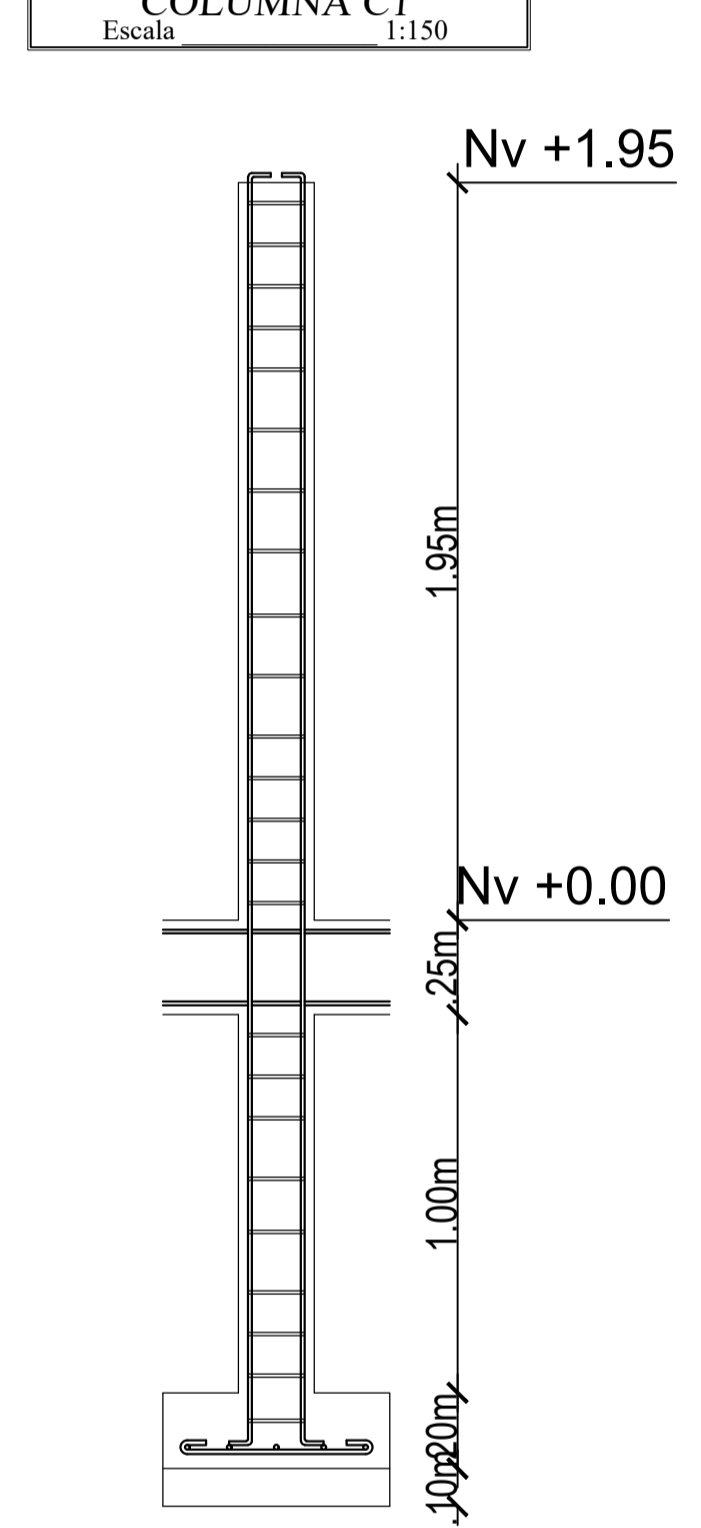


COLUMNA C1
Escala 1:150

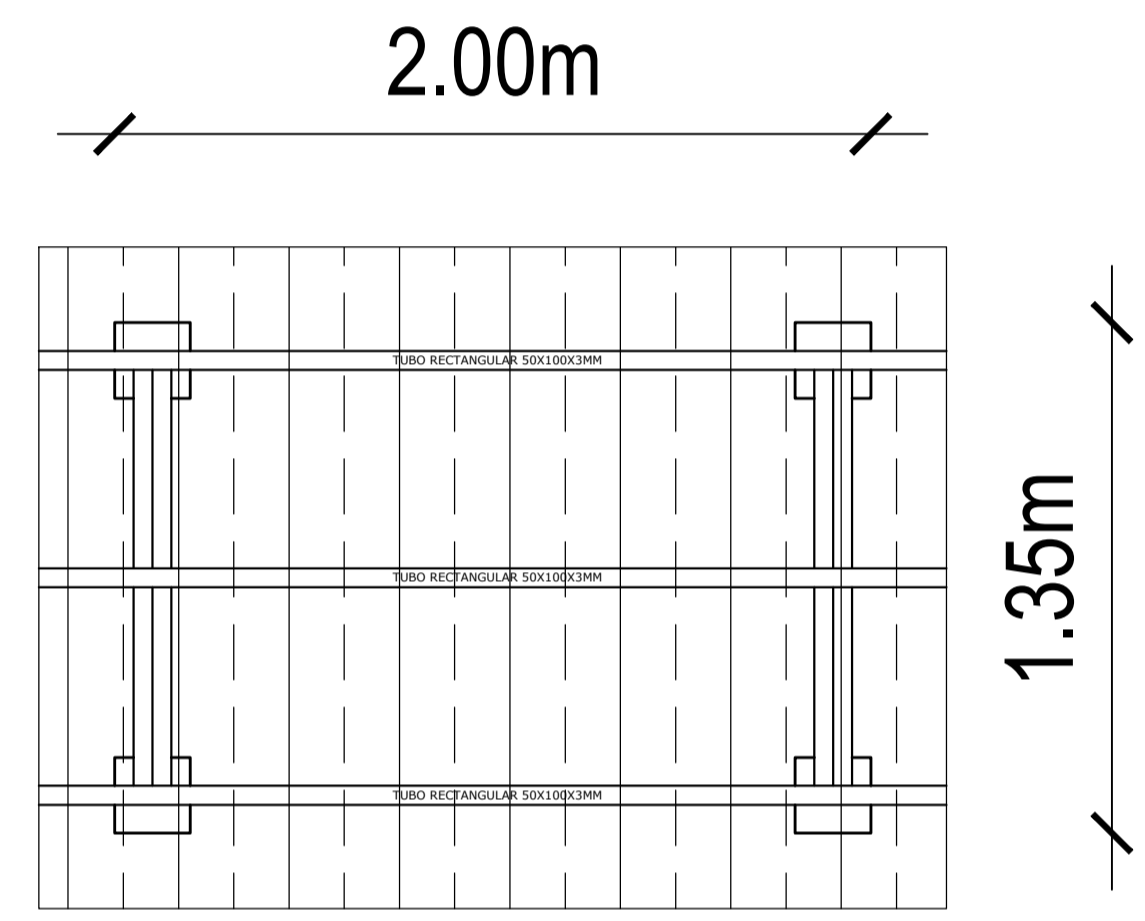
COLUMNA C2
Escala 1:150

VISTA FRONTAL
Escala 1:100

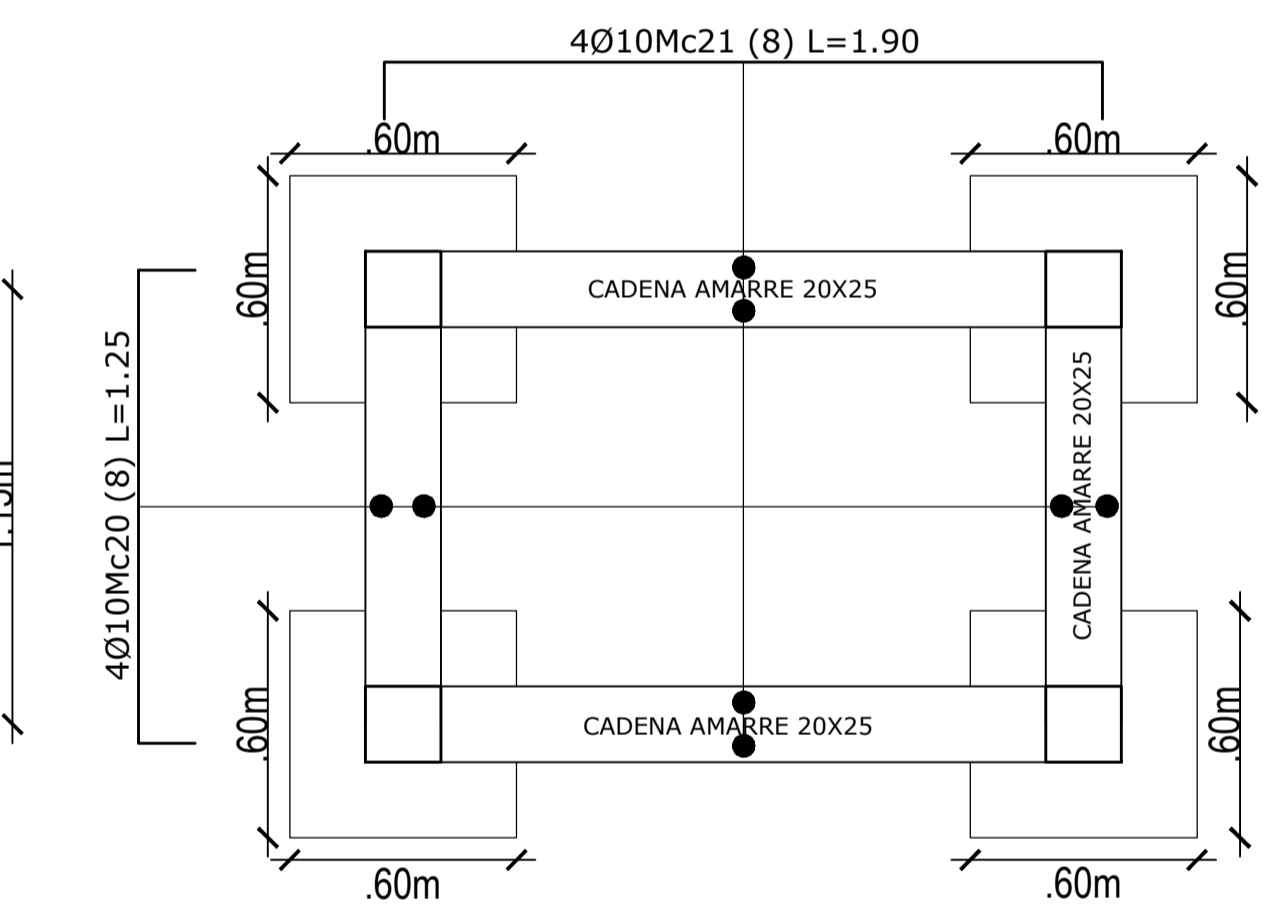
VISTA LATERAL
Escala 1:100



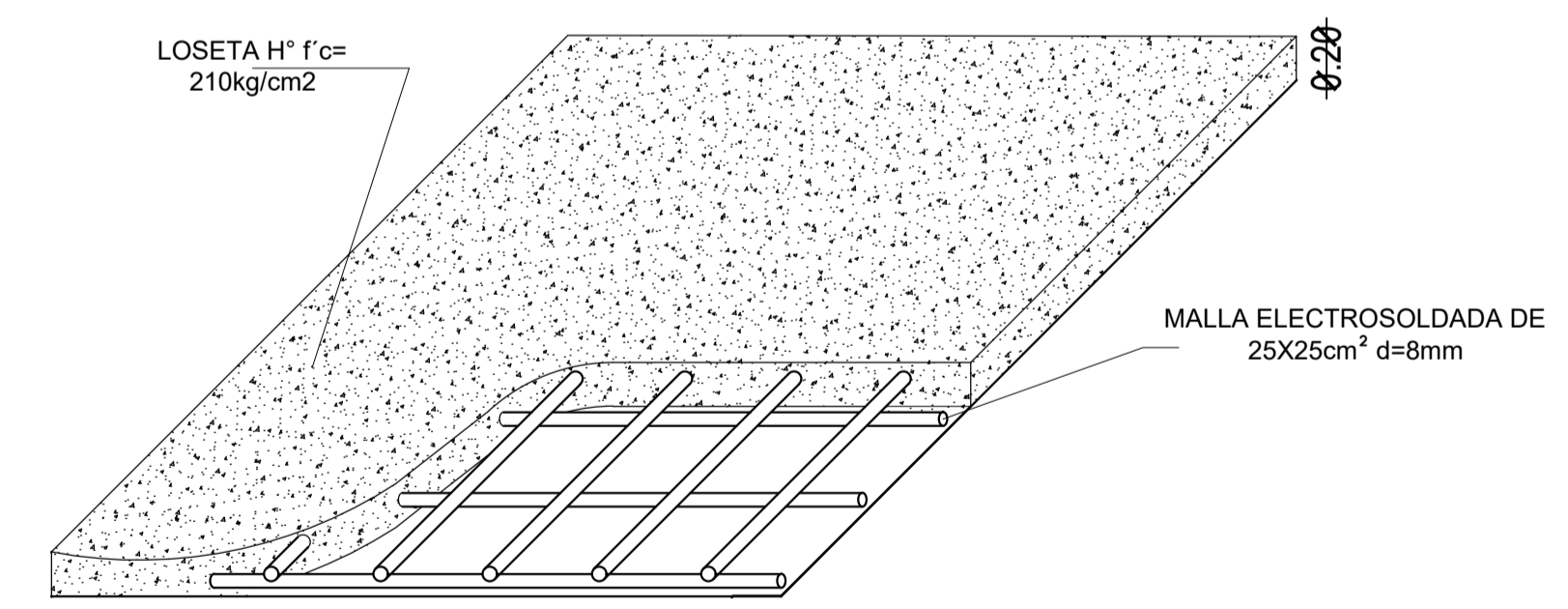
CORTE LATERAL DE CUBIERTA
Escala 1:100



PLANTA DE CUBIERTA
Escala 1:100



PLANTA DE CIMENTACIÓN
Escala 1:100



DETALLE CONTRAPISO

ESC.: S/E

PERFIL ESTRUCTURAL						
Mc	Tipo	No.	Long. mm	Peso/m Kg	Peso Total Kg	Observaciones
ESTRUCTURA						
VIGAS						
T1	TUBO RECT. 50X100X3	3	2400.00	8.88	63.94	ASTM A 36 GRADO B
T2	TUBO RECT. 100X125X3	2	1750.00	11.50	40.25	ASTM A 500 GRADO B
					$\Sigma =$	104.19 Kg

PLACAS								
Mc	Tipo	No.	L1 mm	L2 mm	e mm	Peso Kg	Peso Total	Observaciones
P1	Placa Anclaje	4.00	200	200	4	1.26	5.024	
							$\Sigma =$	5.02 Kg

RESUMEN DE ELEMENTOS ELECTROSOLDADOS		RESUMEN DE PLACA COLABORANTE	
TIPO	CANTIDAD KG	TIPO	CANTIDAD m²
TUBO RECT. 50X100X3	63.94	Cubierta tipo Zinc e=65mm	4.20
TUBO RECT. 100X125X3	40.25		
		Total=	4.20

RESUMEN DE PERNOS	
TIPO	CANTIDAD U
Conectores de corte Tipo NS 625/250	18,00
Tuercas 1/2" ASTM A194 +Rodela	18,00

RESUMEN DE HORMIGON		TRASLAPES MINIMOS			RECUBRIMIENTOS	
TIPO	CANTIDAD m³	DIAMETRO mm	LONG. plg.	LONG. cm	Elemento	cm
Plintos	3.46	10	3/8	60	Columna	3
Cadenas	1.64	12	1/2	72	Vigas	2,5
Columnetas	1.48	14	5/8	84	Losetas	2,5
Loseta	7.59	16	5/8	96	Cimentaciones	7,5
Muro:	7.39	18	3/4	108	Contacto con Agua	7,5
		20	3/4	120		
		22	7/8	132		
HORMIGON f'c= 210 kg/cm²	Total= 21.56	25	1	150		
HORMIGON f'c= 240 kg/cm²	Total= 0.00	32	1 1/4	192		
HORMIGON f'c= 250 kg/cm²	Total= 0.00					

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- El límite de fluencia del acero de refuerzo será $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- El límite de fluencia de los estribos será $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
- Cualquier cambio en la estructura deberá ser aprobada por el calculista, por escrito.
- Las dimensiones indicadas en los planos prevalecen a las medidas a escala.
- El esfuerzo unitario a compresión del hormigón a los 28 días en cilindros standar será $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los traslapes se harán en la zona de compresión con los valores especificados.
- El diseño del hormigón armado cumple con las normas del código ACI-318-05.

la construcción, los detalles que no consten deberán regirse por los mismos códigos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

CASETA DE CLORACIÓN PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDIGNATO

Cubierta, columnas, cimentación, fachada y Detalles

ESCALAS: Indicadas	FECHA: Julio-2023	Diseño y dibujo: Lascano Bayas Jonathan Gabriel
POBLACIÓN: 4466 Habitantes	APROBÓ: Ing. MILTON ALDAS Phd.	LAMINA: 1/2
REVISÓ: Ing. Galo Núñez M. Sc.	Ing. FIDEL CASTRO M. Sc.	

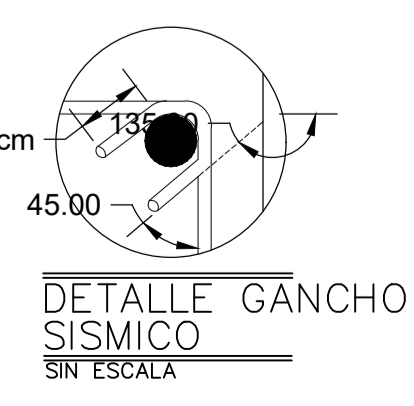
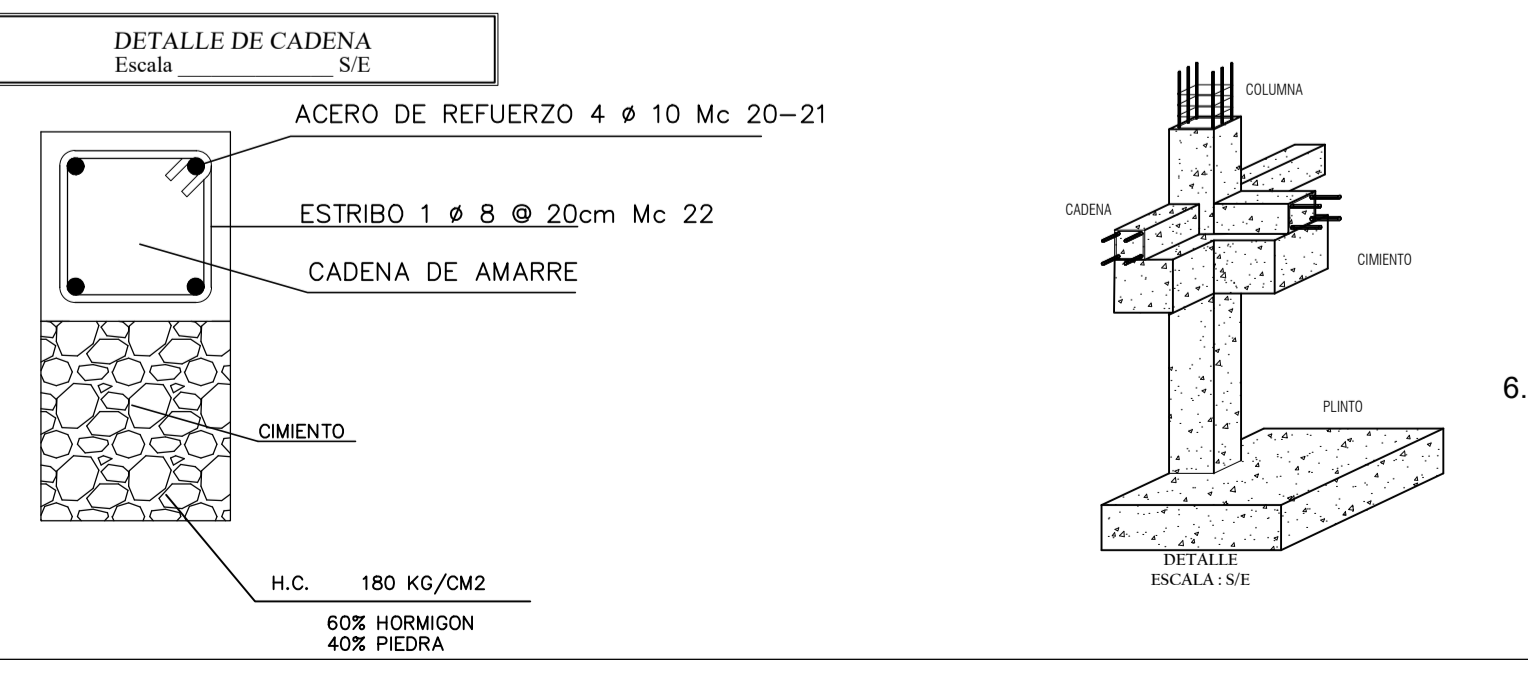
CUADRO DE COLUMNAS								
UBICACION	GRUPO	No.	DIMENSIONES		DEL NIVEL	AL NIVEL	ARMADURA	
			a	b			Hierro longt.	Hierro Trasv.
A1; A2;	C1	4	0.20	0.20	-1.00	1.95	4 Ø 10mm Mc 30	E Ø8mm @.10 y .15m
B1; B2;	C2	4	0.20	0.20	-1.00	2.25	4 Ø 10mm Mc 30	E Ø8mm @.10 y .15m

COLUMNA TIPO

● 4 Ø 10mm Mc 30
E Ø8mm @.10 y .15m Mc32 y Mc33

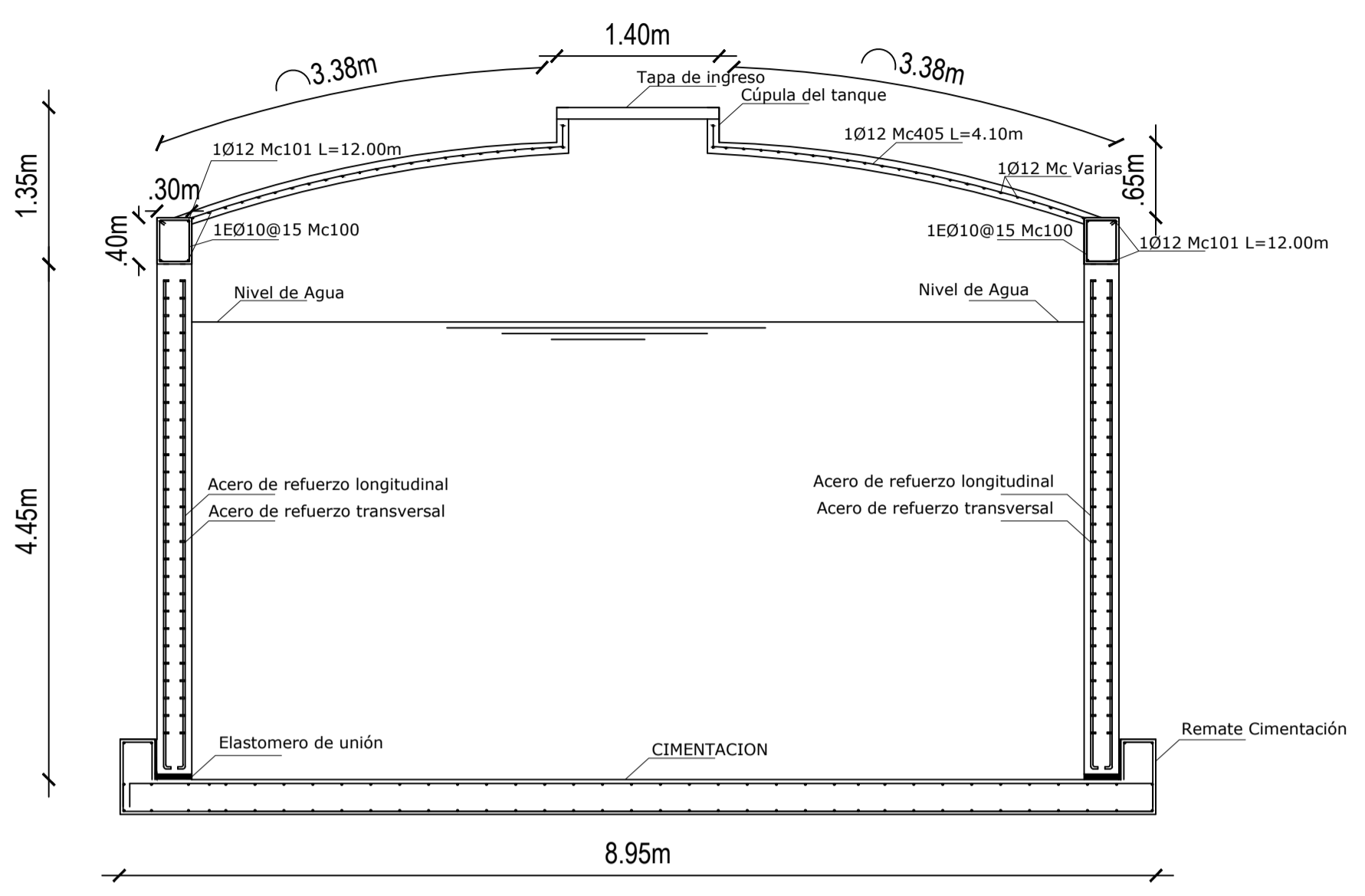
CUADRO DE PLINTOS											
UBICACION	TIPO	GRUPO	No.	DIMENSIONES			NIVEL FUNDAC.	ARMADURA			
				a	b	h		No.	A s x	No.	A s y
A1; A2; B1; B2	P1	4	4	0.60	0.60	0.20	-1.00	5	1 Ø 12 @ 15cm Mc 10	5	1 Ø 12 @ 15cm Mc 10

TIPO 1



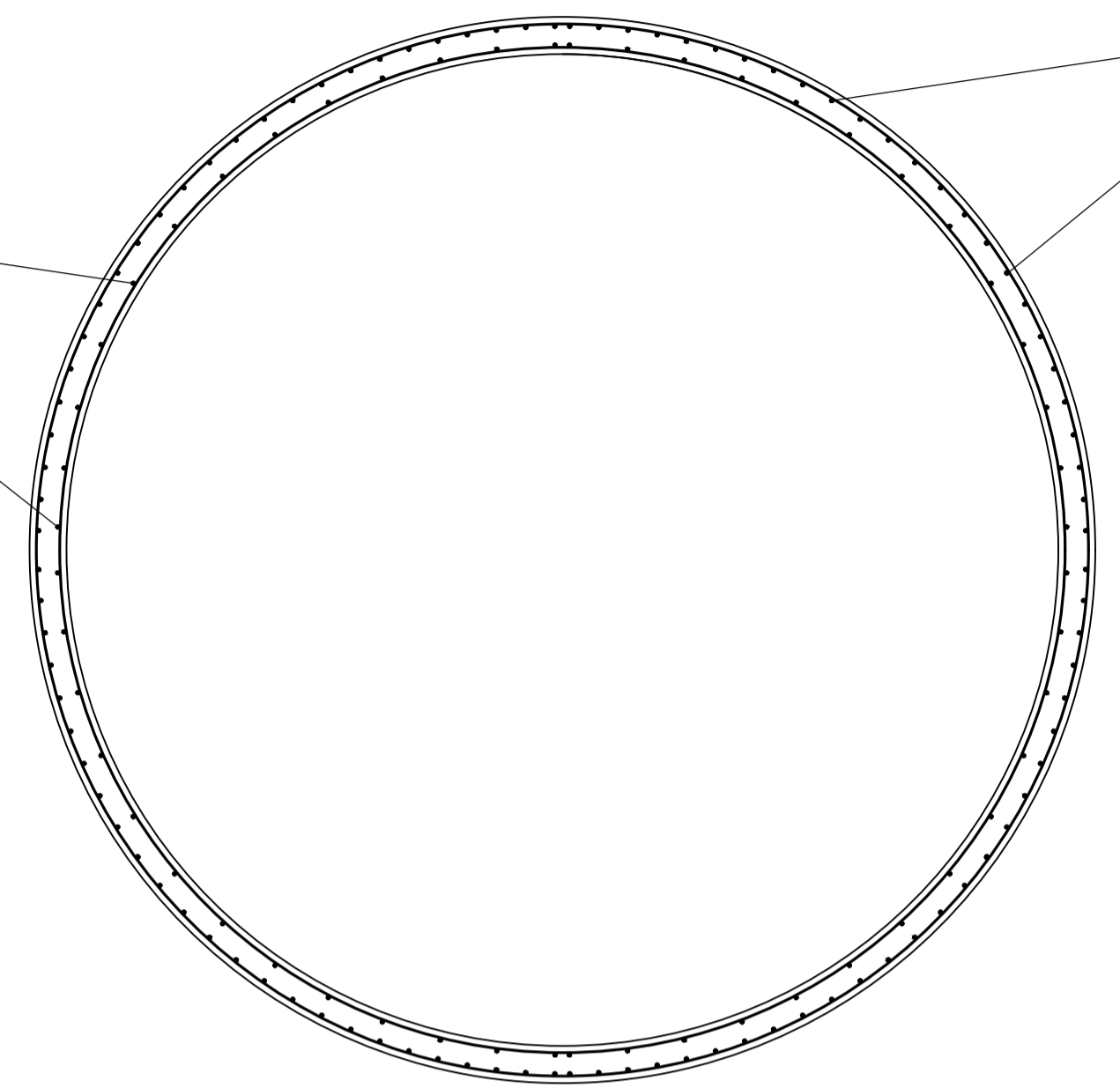
PLANTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO
Escala 1:250

CORTE DE CUPULA
Escala 1:250

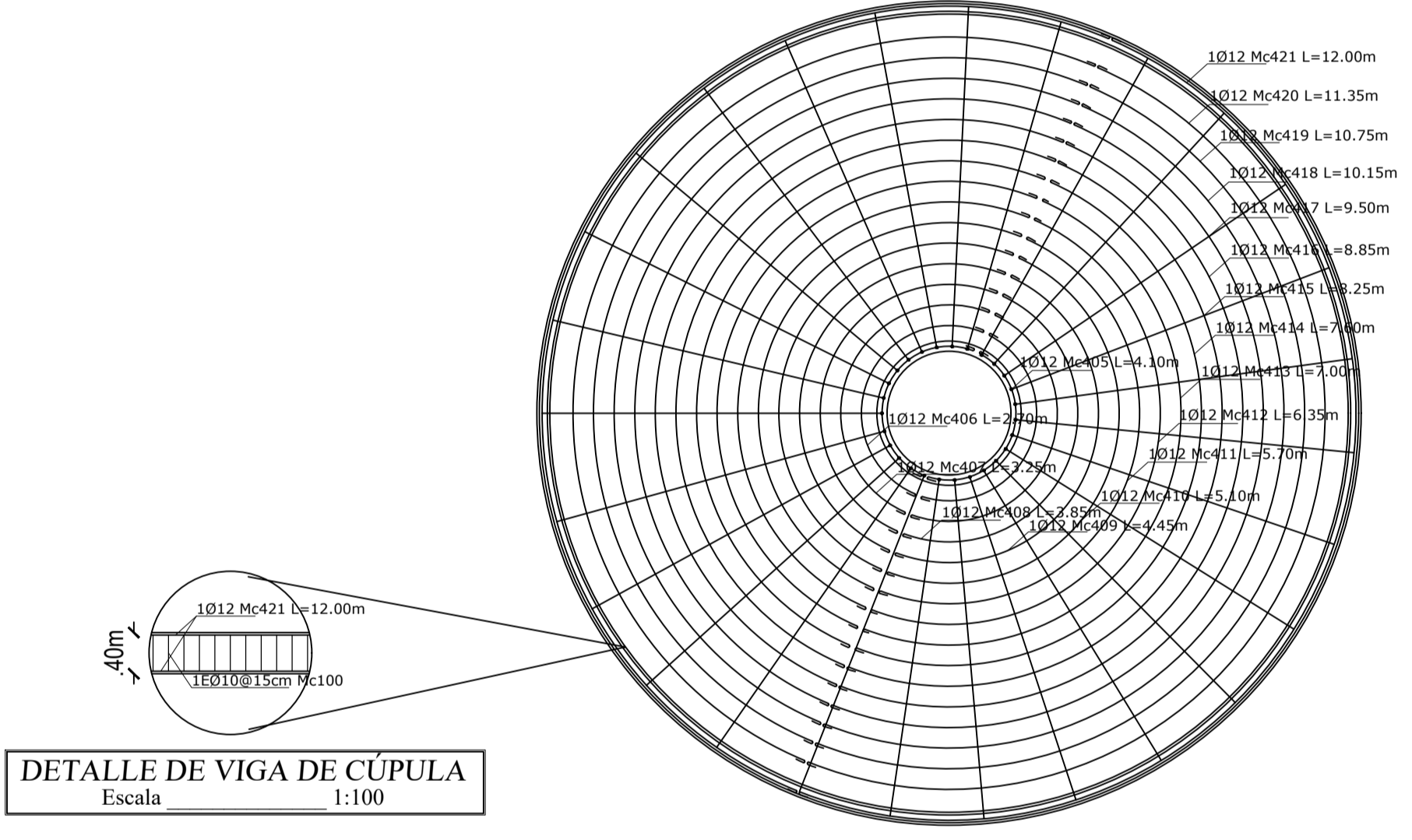
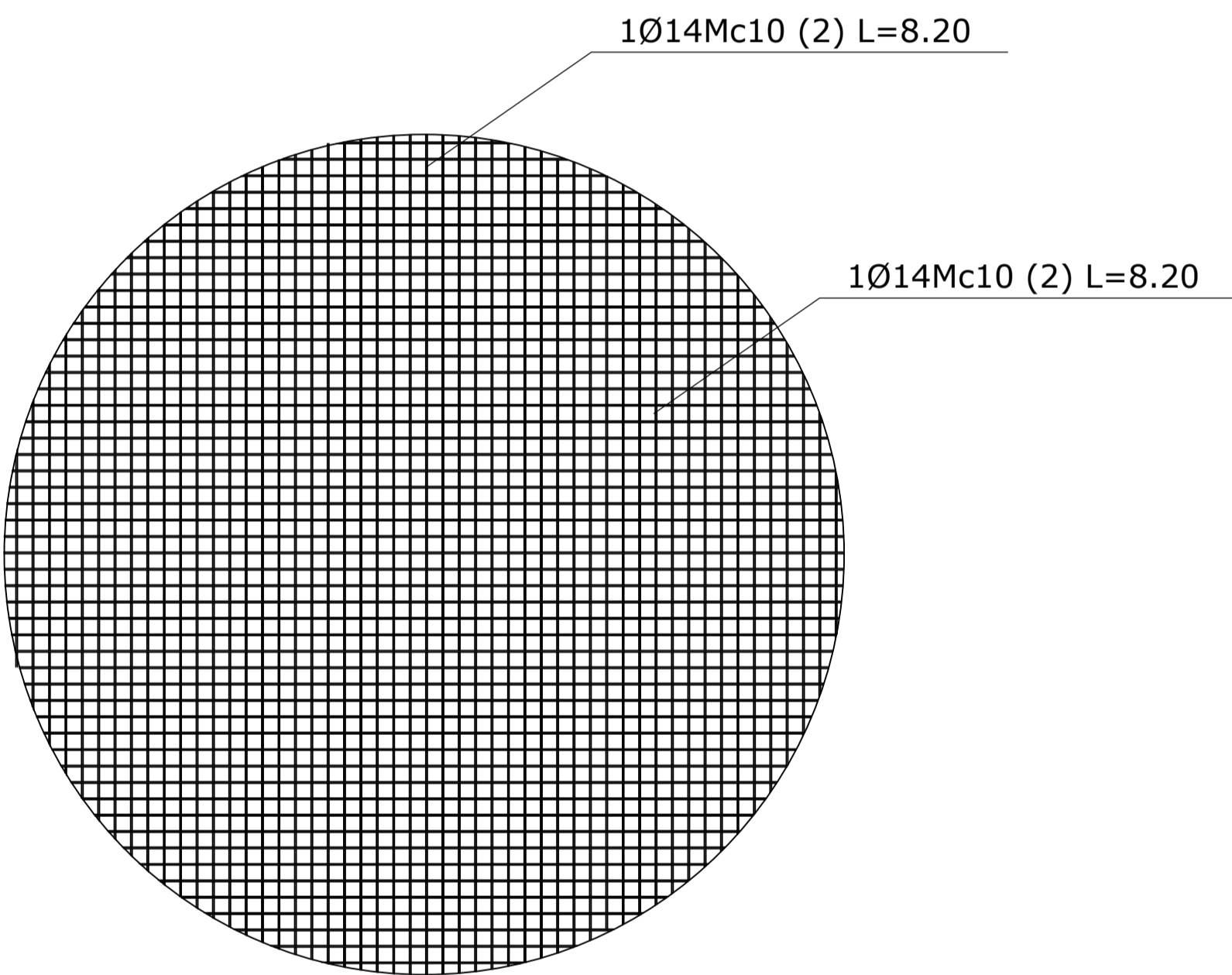


1Ø18Mc40 (400) L=4.65

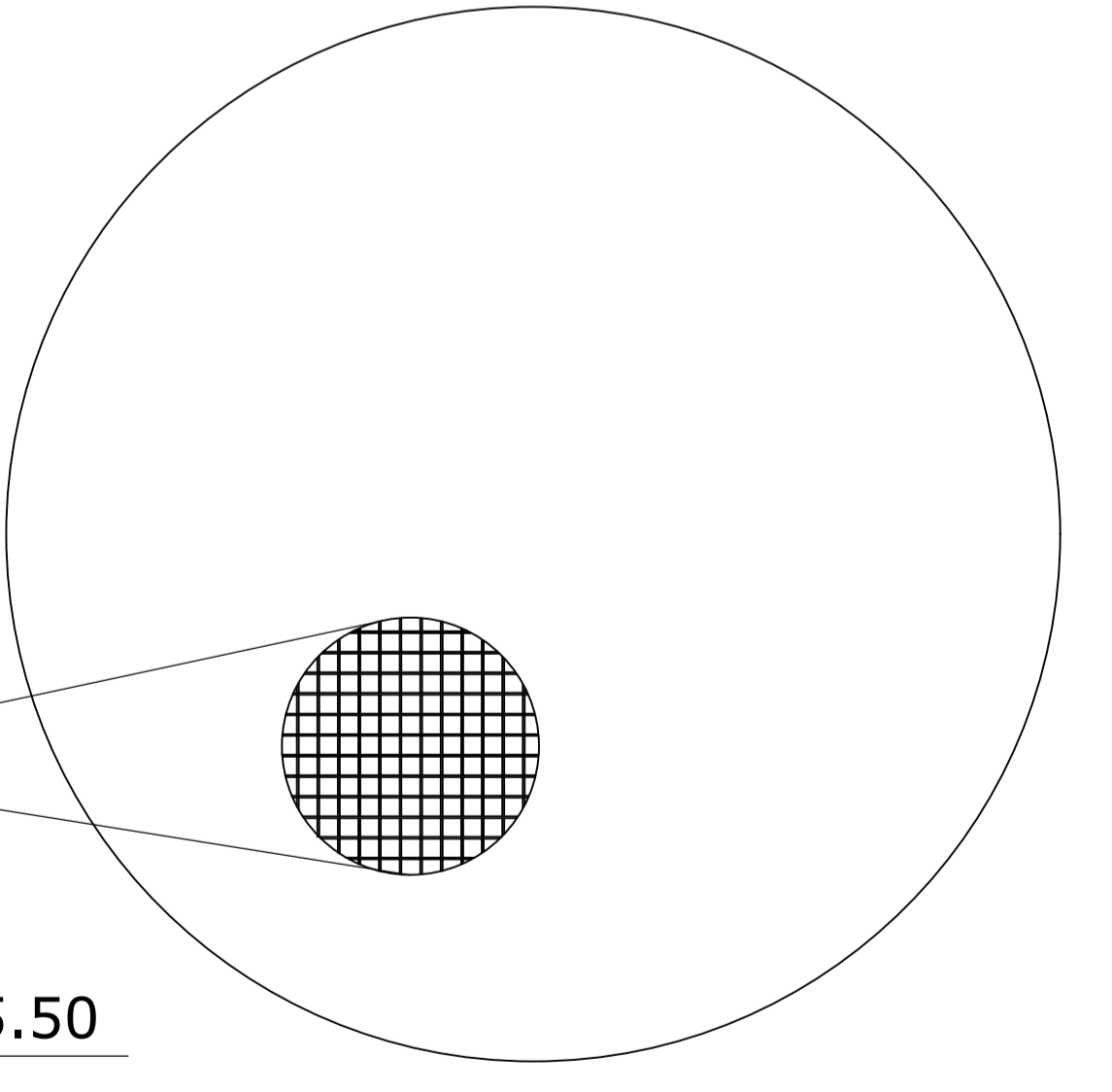
1Ø18Mc40 (312) L=4.65



PLANILLA DE ACEROS															
Mc	Tipo	Ø	N°	Dimensiones					Long.Des.	Long. Tot.	Obs.				
				a	b	c	d	g							
ARMADO CIMENTACION															
10	C	14	32	8,20	2	X	0,25		2	X	0,10	8,90	284,80		
11	C	14	20	6,95	2	X	0,25		2	X	0,10	7,65	153,00		
12	C	14	20	4,67	2	X	0,25		2	X	0,10	5,37	107,40		
ARMADO DE CUPULA DE TANQUE															
405	Z	12	28	4,10	1	X	0,25	1	X	0,10		4,45	124,60		
406	G	12	2	2,70					2	X	0,08	2,85	5,70		
407	G	12	2	3,25					2	X	0,08	3,40	6,80		
408	G	12	2	3,85					2	X	0,08	4,00	8,00		
409	G	12	2	4,45					2	X	0,08	4,60	9,20		
410	G	12	2	5,10					2	X	0,08	5,25	10,50		
411	G	12	2	5,70					2	X	0,08	5,85	11,70		
412	G	12	2	6,35					2	X	0,08	6,50	13,00		
413	G	12	2	7,00					2	X	0,08	7,15	14,30		
414	G	12	2	7,60					2	X	0,08	7,75	15,50		
415	G	12	2	8,25					2	X	0,08	8,40	16,80		
416	G	12	2	8,85					2	X	0,08	9,00	18,00		
417	G	12	2	9,50					2	X	0,08	9,65	19,30		
418	G	12	2	10,15					2	X	0,08	10,30	20,60		
419	G	12	2	10,75					2	X	0,08	10,90	21,80		
420	G	12	2	11,35					2	X	0,08	11,50	23,00		
421	G	12	2	12,00					2	X	0,08	12,15	24,30		
ARMADO VIGA DE TANQUE															
100	O	10	165	2	X	0,35	2	X	0,25		2	X	0,08	1,35	222,75
101	L	12	16	7,00	1	X	0,30					7,30	116,80		
ARMADO DE MURO DE TANQUE															
40	L	18	208	4,65	1	X	0,40					5,05	1050,40		
41	L	18	104	4,75	1	X	0,40					5,15	535,60		
42	I	18	120	7,00								7,00	840,00		
43	L	14	252	5,50	1	X	0,20					5,70	1436,40		



PLANTA DE CUPULA
Escala 1:250

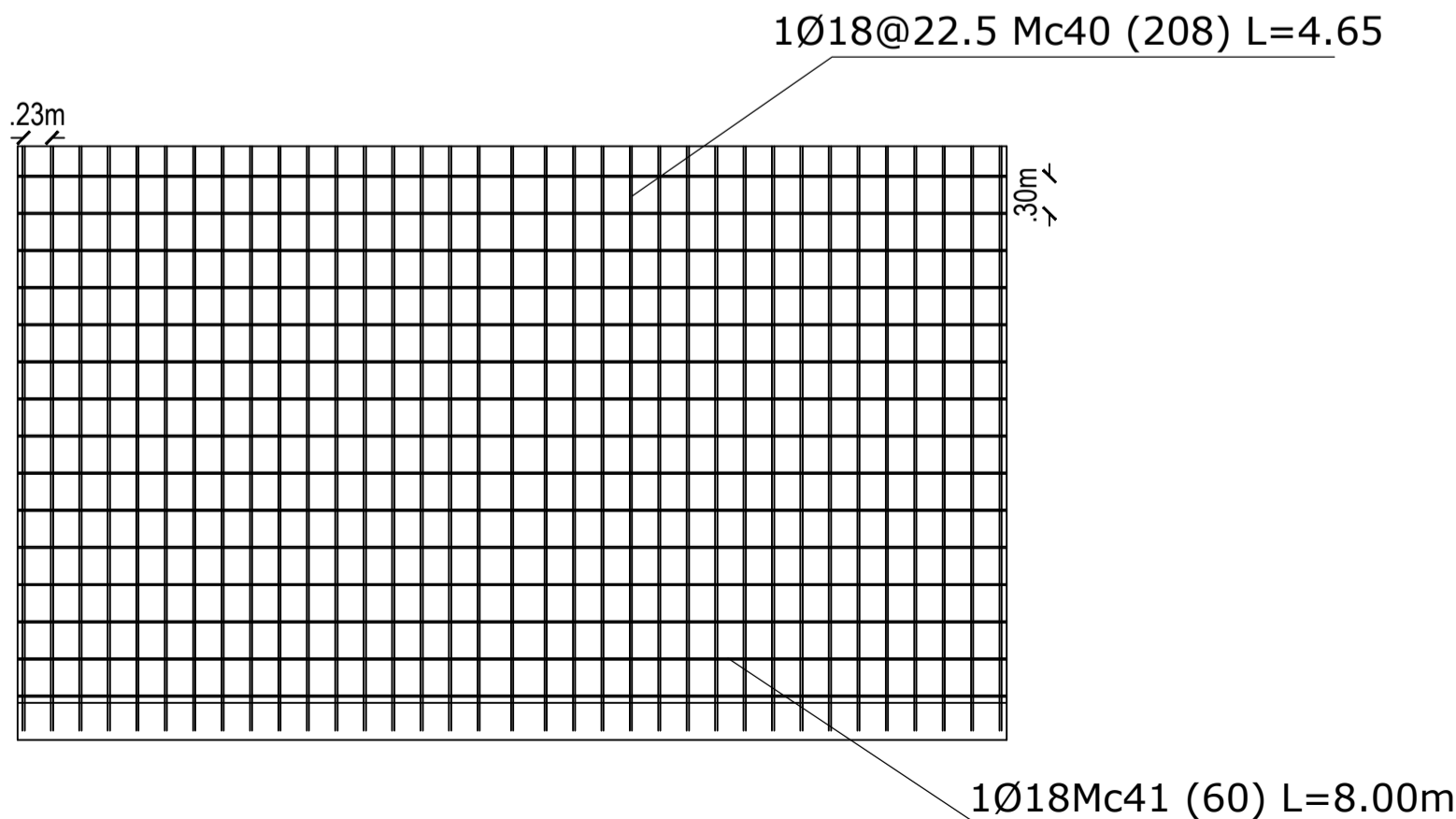


ESPECIFICACIONES TECNICAS
 1.- El límite de fluencia del acero de refuerzo será $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
 2.- El límite de fluencia de los estribos será $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
 3.- Los niveles mínimos de cimentación serán los indicados.
 4.- Cualquier cambio en la estructura deberá ser aprobada por el calculista, por escrito.
 5.- Las dimensiones indicadas en los planos prevalecen a las medidas a escala.
 6.- El esfuerzo unitario a compresión del hormigón a los 28 días en cilindros standar será $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 7.- Los fraslapes se harán en la zona de compresión con los valores especificados.
 8.- El diseño del hormigón armado cumple con las normas del código ACI-318-05 la construcción, los detalles que no consten deberán registrarse por los mismos códigos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ANDICHATO
CÚPULA, BASE, MURO DE TANQUE, VISTAS EN PLANTA Y CORTE

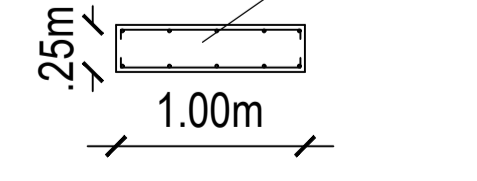
ESCALAS: Indicadas	FECHA: Julio-2023	Diseño y dibujo: Lascano Bayas Jonathan Gabriel
POBLACION: 4466 Habitantes	APROBÓ: Ing. MILTON ALDAS Phd.	LAMINA: 2/2
REVISÓ: Ing. Galo Núñez M. Sc.	APROBÓ: Ing. FIDEL CASTRO M. Sc.	

CORTE LATERAL DE BASE
Escala 1:100



CORTE LATERAL DEL TANQUE
Escala 1:250

CORTE LATERAL DE BASE
Escala 1:100



CORTE LATERAL DE BASE
Escala 1:100

