



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA**
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN.**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE
RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.**

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

AUTOR:

RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN.

DIRECTOR:

ING.NELSON FEDERICO CÓRDOVA GONZALEZ

CUENCA, ECUADOR

2017

DECLARACIÓN

Yo Ricardo Ermel Calderón Guillén, declaro públicamente y bajo juramento que el trabajo a describir no ha sido utilizado para ningún otro proceso de titulación, ya que es un tema de mi autoría y que investigado de las bibliografías, que al final del trabajo se especificaran.

.....
Ricardo Ermel Calderón Guillén

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo aquí descrito ha sido realizado por Ricardo Ermel Calderón Guillén, bajo mi supervisión.

.....

Ing. Federico Córdova González

DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a toda mi familia, especialmente a mi esposa que ha sido uno de los apoyos fundamentales durante mi formación universitaria, a mi madre y a todos mis hermanos que gracias a sus consejos han sabido darme fuerzas para seguir adelante, también a todos los profesores que me ayudado a llegar a esta meta muy importante y con mucha gratitud a mi tutor de tesis el Ing. Federico Córdova González.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a dios por darme la fortaleza y salud para llegar a culminar mis estudios y así cumplir una importante meta, también a mi familia que han sabido estar cuando más los necesitaba, en especial a mi esposa que ha estado a mi lado en el transcurso de mi vida universitaria

A mi hermana que ha sido una persona que me ayudado en todo este tiempo, y a los profesores y amigos que de alguna forma me han sabido enseñarme

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	2
CERTIFICACIÓN.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
INDICE DE CONTENIDOS.....	6
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE CUADROS.....	10
RESÚMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPITULO I: GENERALIDADES	14
1.1 OBJETIVOS:.....	14
1.1.1 <i>Objetivo general.</i>	14
1.1.2 <i>Objetivos específicos.</i>	14
1.2 INTRODUCCIÓN	14
1.2.1 <i>JUSTIFICACIÓN</i>	15
1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES.....	15
1.3.1 <i>Ubicación geográfica de las comunidades</i>	16
1.4 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.	17
1.4.1 <i>Población y viviendas</i>	17
1.4.2 <i>Migración</i>	17
1.5 SERVICIOS PÚBLICOS.....	17
1.5.1 <i>Establecimientos educativos</i>	18
1.5.2 <i>Servicios comunitarios</i>	19
1.5.3 <i>Actividades económicas</i>	19
1.6 ESTADO SANITARIO ACTUAL	20
1.6.1 <i>Sistema de agua existente</i>	20
CAPITULO II: PARAMETROS DE DISEÑO.....	21
2.1 PERIODO DE DISEÑO	21
2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO.	21
2.3 POBLACIÓN ACTUAL.....	22
2.4 POBLACIÓN FUTURA.	22

2.4.1 Crecimiento Aritmético.....	23
2.4.2 Crecimiento Geométrico.....	24
2.4.3 Crecimiento Exponencial	24
2.4.4 Comparación entre los métodos.	25
2.5 DETERMINACIÓN DE DOTACIONES.	26
2.5.1 Variaciones de la demanda:	26
2.5.2 Elección del nivel de servicio.....	26
2.5.3 Determinación de la dotación media futura (DMF)	27
2.6 CÁLCULOS DE LAS DEMANDAS O CONSUMOS DE AGUA.	27
2.6.1 Caudal medio diario (Qmd)	27
2.6.2 Caudal máximo diario (QMD).....	28
2.6.3 Caudal máximo horario (QMH)	28
2.6.4 Caudal de diseño	28
2.7 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO.	29
2.8 ANÁLISIS, FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO.....	29
2.8.1 PARAMETROS.....	30
2.8.1.1 TURBIEDAD.....	30
2.8.1.2 COLOR	31
2.8.1.3 PH	32
2.8.1.4 SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	32
2.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	33
CAPITULO III: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	36
3.1 GENERALIDADES.	36
3.1.1 Planta de tratamiento de agua potable.....	36
3.1.2. Plantas de filtración rápida.	36
3.1.3 Plantas de filtración rápida completa.	37
3.1.4 Plantas de filtración directa.	37
3.1.5. Plantas de filtración lenta.	38
3.1.6 Plantas por el tipo de tecnología utilizada.	39
3.2 CALCULO DE LOS PROCESOS UNITARIOS	39
3.2.1 Conceptos generales básicos para el diseño.	39
3.3 UNIDAD DE ENTRADA.	40
3.3.1 Parámetros de diseño	40
3.3.2 Criterios de diseño	41
3.3.3 Cálculos	42
3.4 UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA.....	43
3.4.1 Parámetros de diseño	44
3.4.2 Cálculos	45

3.5 DIFUSOR DE SULFATO	46
3.5.1 <i>Parámetros de diseño</i>	47
3.5.2 <i>Cálculos</i>	48
3.6 FLOCULACIÓN	48
3.6.1 <i>Pérdidas de carga</i>	50
3.6.2 <i>Parámetros de diseños</i>	51
3.6.3 <i>Criterios de diseño</i>	51
3.6.4 <i>Cálculos</i>	53
3.7 SEDIMENTADOR	55
3.7.1 <i>Clasificación de los procesos de sedimentación</i>	55
3.7.2 <i>Sedimentador de alta tasa (rata)</i>	56
3.8 DECANTADORES	57
3.8.1 <i>Parámetros de diseño</i>	57
3.8.2 <i>Criterios de diseño</i>	58
3.8.3 <i>Cálculos</i>	60
3.9 TUBERÍA DE AGUA DECANTADA	61
3.9.1 <i>Criterios de diseño</i>	61
<i>Longitud de la tubería para recolección</i>	61
3.9.2 <i>Cálculos</i>	64
3.10 FILTRACIÓN	65
3.10.1 <i>Filtro de taza declinante</i>	65
3.10.2 <i>Parámetros de diseño</i>	66
3.10.3 <i>Criterios de diseño</i>	66
3.10.4 <i>Cálculos del diseño</i>	69
3.11 PÉRDIDAS DE CARGA EN LA FILTRACIÓN	69
3.11.1 <i>Criterios de diseño</i>	69
3.11.2 <i>Cálculos del diseño</i>	71
3.12 EXPANSIÓN EN EL MEDIO FILTRANTE	72
3.12.1 <i>Criterios de diseño</i>	72
3.12.2 <i>Cálculos del diseño</i>	75
3.13 DESINFECCIÓN	76
3.13.1 <i>Criterios de diseño</i>	79
3.13.2 <i>Cálculos del diseño</i>	81
3.14 UNIDAD DE RESERVA	82
3.14.1 <i>Parámetros de diseño</i>	82
3.14.2 <i>Criterios de diseño</i>	83
3.14.3 <i>Cálculos</i>	84
3.15 MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	84

3.15.1 ALCANCE.....	84
3.15.2 PERSONAL ENCARGADO DE PTAP.....	85
3.15.3 CRITERIOS PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO.....	85
CAPITULO IV	88
4.1 FICHA AMBIENTAL	88
4.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OBRA	97
4.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	101
4.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES BÁSICOS.....	104
4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
4.5.1 CONCLUSIONES.....	109
4.5.2 RECOMENDACIONES	109
4.6 BIBLIOGRAFIA.....	111

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Iglesia y Plaza Central de Baños	14
Figura 2. Ubicación geográfica de las comunidades.....	16
Figura 3. Análisis Físico Químico y Biológico.....	29
Figura 4. Planta de Tratamiento de Agua Potable	36
Figura 5. Cámara de Llegada	40
Figura 6. Disipador y Cámara de Llegada	40
Figura 7. Mezcla rápida	43
Figura 8. Esquema de Unidad de mezcla rápida	44
Figura 9. Difusor del Sulfato	46
Figura 10. Unidad de Flocculación.....	48
Figura 11. Tipos de Flocculadores hidráulicos.....	50
Figura 12. Gráfico del gradiente y pérdida de carga en un flocculador	50
Figura 13. Unidad de Sedimentación	55
Figura 14. Corte del Decantador	57
Figura 15. Zona de Decantación	58
Figura 16. Tubos de Recolección de Agua decantada	61
Figura 17. Batería de Filtros	65
Figura 18. Corte del Filtro de tasa declinante.....	65
Figura 19. Circulación de agua durante el retro lavado	66
Figura 20. Expansión del Lecho Filtrante	72
Figura 21. Caseta de Cloración.....	76
Figura 22. Vista en planta y corte de la caseta de Cloración.....	76

Figura 23. Cámara de desinfección.....	78
Figura 24. Cilindros de Cloro gas	79
Figura 25. Tanque de Reserva	82
Figura 26. Croquis de la Planta y el sistema de distribución.....	97
Figura 27. Empleo de agua en la construcción	105
Figura 28: Arena en la construcción.....	105
Figura 29: Ripio en la construcción	106
Figura 30. Cemento portland en la construcción.....	107
Figura 31. Acero en barras en la construcción.....	107
Figura 32. Empleo de ladrillos en la construcción.....	108

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de las Comunidades	16
Cuadro 2. Resumen de la población	17
Cuadro 3. Servicios Públicos existentes	18
Cuadro 4. Centros Educativos y personal docente	19
Cuadro 5. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable	21
Cuadro 6. Población Actual de las Comunidades	22
Cuadro 7. Método de cálculo de la Población Futura	23
Cuadro 8. Método Aritmético	23
Cuadro 9. Método Geométrico	24
Cuadro 10. Método Exponencial	25
Cuadro 11. Comparación de los métodos	25
Cuadro 12. Categorías de los sistemas de agua potable.	26
Cuadro 13. Dotaciones recomendadas, para.....	27
Cuadro 14. Porcentaje de fugas.....	27
Cuadro 15. Caudal de diseño	28
Cuadro 16. Comparación entre resultados obtenidos de los análisis y las Normas.....	30
Cuadro 17: Parametro de Turbiedad.....	31
Cuadro 18: Parámetro del Color.....	31
Cuadro 19: Parametro delPH	32
Cuadro 20: Parámetros de los sólidos totales disueltos.	33
Cuadro 21. Tipo de tratamiento para el agua según su cuenca Hidrográfica.....	35

Cuadro 22. Tipos de Filtración	35
Cuadro 23. Límites de calidad del agua aceptables para el tratamiento	37
Cuadro 24: Límites de calidad del agua para plantas de filtración directa.....	38
Cuadro 25: Límites de calidad del agua para tratamiento mediante filtración lenta	38
Cuadro 26. Calculo del disipador de energía	42
Cuadro 27. Cálculo de la cámara de llegada	43
Cuadro 28. Calculo Mezcla rápida	45
Cuadro 29. Calculo del Difusor de Sulfato	48
Cuadro 30. Clasificación de Floculadores	49
Cuadro 31. Calculo del Floculador	53
Cuadro 32. Calculo de Perdida de cargas.....	54
Cuadro 33. Tipos de sedimentación.....	56
Cuadro 34. Clasificación de los procesos de sedimentación	56
Cuadro 35. Calculo del Decantador	60
Cuadro 36. Cálculo de La tubería para la recolección	64
Cuadro 37. Calculo de la unidad de los filtros	69
Cuadro 38. Granulometría de la grava	71
Cuadro 39. Granulometría de la arena.....	71
Cuadro 40. Calculo del falso fondo	71
Cuadro 41. Calculo del Drenaje del Filtro.....	72
Cuadro 42. Coeficiente de esfericidad	74
Cuadro 43. Cálculo de la expansión de la capa filtrant	75
Cuadro 44. Calculo de perdida de carga en el retro lavado.....	75
Cuadro 45. Valores de tiempo de contacto versus dosis de cloro (DT)	78
Cuadro 46 Características de los cilindros de cloro	80
Cuadro 47. Parámetros esenciales para la desinfección	81
Cuadro 48. Calculo de la cámara de contacto	82
Cuadro 49. Calculo del tanque de reserva	84
Cuadro 50. Proyecto: Planta de tratamiento de agua potable	98

RESÚMEN

La **JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE BAÑOS** cuenta con un sistema de agua potable que da el servicio a aproximadamente 6000 usuarios de la parroquia en diferentes sectores, pero al tener su planta de tratamiento a una altura aproximada de 2800msnm, le resulta costoso dar servicio a comunidades que se encuentran sobre la cota de servicio, es por eso que mediante el convenio institucional con la **UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA**, realizan el estudio para el diseño de la Planta de tratamiento de agua potable para las partes altas de la parroquia, dicha obra se construirá en el sector denominado Rudio.

La Planta de tratamiento propuesta será convencional y contará con los siguientes componentes: Mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, cloración, y almacenamiento. Se ha tomado esta alternativa ya que las aguas a tratar son de la misma fuente por lo que su operatividad se complementaría con la experiencia.

La Junta facilitó información para el diseño de la planta, y los análisis del agua se realizaron en la Planta actual ya que ésta cuenta con laboratorio.

La Planta contará con una batería de filtros rápidos que tendrán lavado mutuo, para obtener mayor eficiencia y un servicio de calidad.

Con este sistema de agua potable se servirá a 8 comunidades de las partes altas de Baños con una población futura de 7929 usuarios

PALABRAS CLAVES: AGUA POTABLE, PLANTA DE TRATAMIENTO, FILTROS RÁPIDOS, TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

ABSTRACT

THE ADMINISTRATIVE BOARD OF DRINKING WATER AND SANITATION OF BAÑOS

Has a water service that provides approximately to 6000 users in different sectors of the parish, but having its treatment plant at an approximately at 2800 masl, it results expensive to supply communities that are above the service quota, that is why, through the institutional agreement with the **CATHOLIC UNIVERSITY OF CUENCA**, the study was carried out for the design of the drinking water treatment plant for the upper parts of the parish, on the aforementioned quota.

The proposed treatment plant is conventional and will feature the following; blend components, flocculation, sedimentation, filtration, chlorination and storage. This alternative has been considered since the water to be treated comes from the same source so that its operation would be complemented with the existing one. The board provided information on the quality of water for the design of the plant due to the fact it is located in the laboratory.

The plant will have a battery of fast filters that will have mutual washing to increase the efficiency and the service quality.

This drinking water system will serve 8 communities in the upper parts of Baños with a future population of 7929 users.

KEYWORDS DRINKING WATER. TREATMENT PLANT, QUICK FILTERS, STORAGE TANK

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS:

1.1.1 Objetivo general.

Diseñar Nivel de Factibilidad de la planta de agua potable del sistema de abastecimiento para las ocho comunidades de las partes altas de la Parroquia Baños: Guaquir, Paccha, Minas Cochapamba, Zhipata, Tuncay, Guadalupano Alto, Rudio, y Sunsun.

1.1.2 Objetivos específicos.

Realizar los análisis, físicos, químicos y bacteriológicos del agua a captarse

Realizar una encuesta socioeconómica

Diseñar las unidades de tratamiento para el agua

Realizar el presupuesto referencial

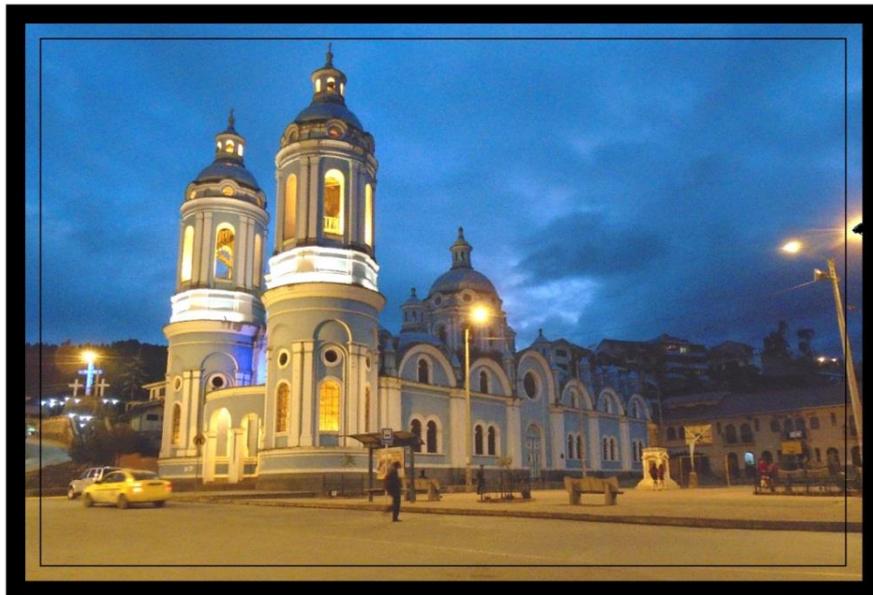
Diseñar el tanque de almacenamiento

Realizar la ficha de manejo ambiental

1.2 INTRODUCCIÓN.

Baños es una parroquia que está situada al sur este de la ciudad de Cuenca, tiene una superficie de 32,34 km², con una población de 18561 habitantes según el último censo del 2010, (datos del INEC), con alturas que van desde 2580 hasta 4200 msnm y una temperatura promedio de 15°C.

Figura 1. Iglesia y Plaza Central de Baños



Fuente. Parroquia Baños
Elaborado por: Autor

Limita al norte con: La parroquia de San Joaquín, al sur con la parroquia Victoria del Portete y los cantones San Fernando, Girón, Santa Isabel; al este con la ciudad de Cuenca y las parroquias de Túri y Tarquí; al oeste con la parroquia Chaucha.

La Junta Administradora de Agua Potable de Baños fue creada en 1985, para brindar el servicio de agua Potable a la parroquia, por lo cual construyo un sistema de agua potable que abastece a los sectores de: Narancay Alto, La Calera, Santa María, Guadalupano Bajo, Inga loma, Centro Parroquial, Ciudadela Turística, Arenal, Arenal Alto, Misicata, Huizhil, La unión Alta, y San José.

Actualmente en un proceso de mejora del servicio se ha delimitado con la empresa ETAPA EP, las áreas de cobertura del sistema rural de Baños con el sistema urbano de la Ciudad de Cuenca.

1.2.1 JUSTIFICACIÓN

La Parroquia de Baños cuenta con una Planta de Tratamiento de agua Potable de 60 l/s, que se encuentra a 2808msnm, tal cota es inferior a la cota que se encuentran ubicadas las comunidades que se quiere abastecer de agua potable, por lo que un sistema a gravedad sería imposible y a bombeo los costos de mantenimiento, funcionamiento y construcción de dicho sistema serian altos lo que se reflejaría en tarifas elevadas.

Por lo que en administraciones anteriores, se ha conseguido una concesión de 30 l/s, otorgada por la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), tal caudal se lo tomara del rio Minas, misma fuente que abastece a la Planta actual, el punto de captación se encontrara en un lugar llamado banco de divisiones el cual se encuentra a una altura de 3303msnm en las coordenadas 9671618S y 706110E, también en este tiempo se ha adquirido un terreno para la construcción de una nueva Planta de tratamiento de agua potable en el sector de Rudio a una cota aproximada de 3251 msnm en las coordenadas 710309,90 E; 9673518,23 S.- Considerando el proyecto con esta concepción en la administración del 2015 al 2016 se ha realizado la colocación de 6140m tubería de 200 y 250mm de diámetro, para la instalación de la conducción, así mismo se ha realizado la construcción de la captación en el punto antes mencionado.

Quedando así dos etapas para culminar con el sistema, que sería el diseño de la Planta de Tratamiento que es lo que se tratara en los siguientes puntos y la red de distribución que será instalada por la Junta de Administración de Agua Potable de Baños.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS COMUNIDADES.

Son de raza mestiza y hablan el idioma castellano, su índice de analfabetismo es el 8,1 % de acuerdo al último censo del INEC en el 2010.

Todas estas comunidades pertenecen a la parroquia Baños y se dedican a la agricultura, ganadería y a trabajos tercerizados en la ciudad de Cuenca.

Las comunidades en estudio se abastecen de agua de formas diferentes todas ellas con poco o ningún tratamiento:

Guadalupano Alto, Minas Cochapamba, Zhipata, Paccha, y Tuncay, estas cinco comunidades se abastecen la mayoría de un sistema de agua entubada que se alimenta directo del río Minas sin ningún tratamiento alguno, entre estas comunidades existe un pequeño sistema de agua tratada mediante un filtro lento que se alimenta de la quebrada de Sulín del cual toma su nombre este sistema abastece a unas 200 usuarios aproximadamente.

Mientras que las tres comunidades faltantes que son: Sunsún, Guaquir y Rudio, no cuentan con ningún sistema, ellos se abastecen de agua de lluvias y de la quebrada de Sulín o del río Minas.

Las comunidades no cuentan con ninguna organización alguna solamente existe una directiva para el sistema de agua de Sulín donde se reúne habitantes de diferentes comunidades que no son la mayoría para ver diferentes temas.

1.3.1 Ubicación geográfica de las comunidades

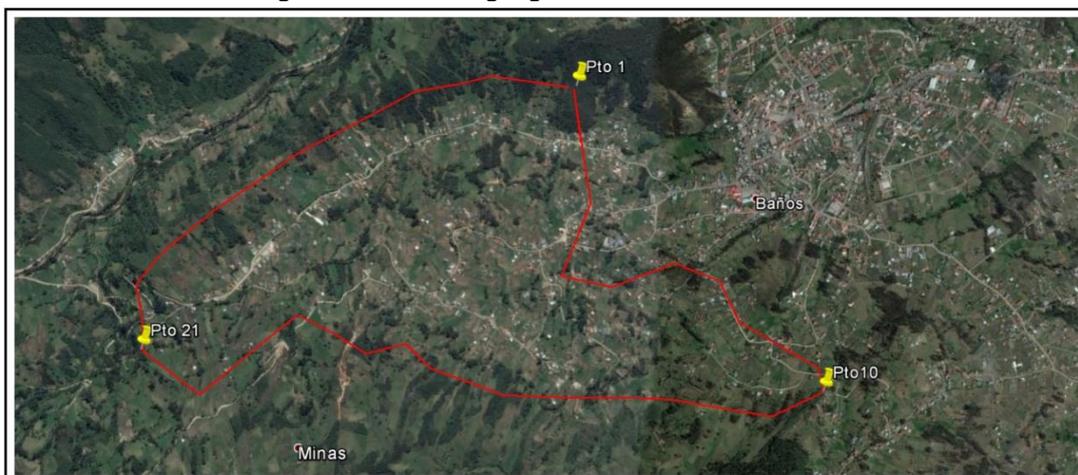
Están ubicadas entre las siguientes coordenadas:

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de las Comunidades

COMUNIDAD	CORDENADAS		COTA	
	Este	sur		
Sunsun	712586,87	9675164,96	3110	m
Guaquir	711609,2	9675770,65	2895	m
Rudio	710412,65	9673491,43	3238	m
Zhipata	713963,9	9676051,28	2869	m
Tuncay	714121,16	9675939,4	2820	m
Minas - Cochapamba	714023,5	9676459,15	2817	m
Guadalupano alto	715067,11	9675843,7	2834	m
Paccha	713483,41	9676254,74	2889	m
Altura promedio			2934	m

Elaborado por: Autor

Figura 2. Ubicación geográfica de las comunidades



Fuente. <https://www.google.com/earth/>

Elaborado por: Autor.

1.3.2 Clima

La parroquia Baños al encontrarse entre alturas que van desde 2580 a 4200msnm tiene una temperatura que oscila entre de 12 a 14°C, con una humedad del 80% y una insolación que dura entre 1000 y 2200 horas.

1.4 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.

1.4.1 Población y viviendas

De acuerdo a los datos obtenidos de encuestas y conteos realizadas por la Junta de Agua Potable, existen aproximadamente 4500 habitantes entre todas las ocho comunidades, según el estudio la población distribuye de la siguiente forma:

Cuadro 2. Resumen de la población

COMUNIDAD	POBLACION	UNID.
GUAQUIR	25	Hab.
PACCHA	48	Hab.
MINAS COCHAPAMBA	2685	Hab.
ZHIPATA	768	Hab.
TUNCAY	82	Hab.
GUADALUPANO ALTO	549	Hab.
RUDIO	90	Hab.
SUNSUN	195	Hab.
TOTAL	4442	Hab.

Fuente. Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Baños
Elaborado por: Autor

1.4.2 Migración

Este es otro de los factores que también afecta a la parroquia, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cuenca, Baños aporta con el 4,3% de la población migrante del cantón, las comunidades se ven afectadas básicamente por quedarse cada vez sin mano de obra joven para la agricultura que es un recurso que nos da la Naturaleza, también las comunidades van disminuyendo hasta desaparecer por tener cada vez un índice de crecimiento negativo.

1.5 SERVICIOS PÚBLICOS.

La zona en dónde están ubicadas las comunidades carece de infraestructura sanitaria, por lo que sus habitantes descargan los residuos líquidos o aguas servidas en los terrenos aledaños a la vivienda.

De igual forma pasa con las excretas las cuales son eliminadas en fosas sépticas, sin tratamiento alguno son también descargadas en los terrenos.

La mayoría de comunidades no cuentan con el servicio de recolección de basura, por lo que es depositada en terrenos de cultivos, y muy pocas familias lo incineran o entierran en hoyos

escavados, en la siguiente tabla se resumiremos los servicios básicos con los que cuentan las comunidades.

La energía eléctrica es uno de los pocos servicios con que cuentan todas las comunidades en estudio.

Estas comunidades no cuentan con agua potable, actualmente tiene un sistema precario de abastecimiento que cuenta con un sistema de tuberías que traen agua directamente del río y no cuenta con tratamiento alguno.

El siguiente cuadro se indicara los servicios básicos con los que cuentan las comunidades.

Cuadro 3. Servicios Públicos existentes

COMUNIDAD	ENERGIA ELECTRICA	AGUA POTABLE	ALCANTA RILLADO	RECOLECCION DE BASURA
RUDIO	SI	NO	NO	NO
SUNSUN	SI	NO	NO	NO
MINAS-COCHAPAMBA	SI	NO	SI	SI
TUNCAY	SI	NO	NO	NO
PACCHA	SI	NO	NO	NO
GUAQUIR	SI	NO	SI	SI
ENSAYANA	SI	NO	SI	SI
GUADALUPANO ALTO	SI	NO	SI	NO

Fuente. Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Baños
Elaborado por: Autor

1.5.1 Establecimientos educativos

La educación fuera de ser un derecho de todas las personas, también es uno de los parámetros primordiales para la superación personal y el desarrollo de la población.

En la tabla siguiente observaremos los centros educativos con que cuenta la parroquia y sus diferentes sectores.

Cuadro 4. Centros Educativos y personal docente

Centro Educativo	Lugar	Nivel	Sosten.	No Estudiantes	No Profesores/as
ENRIQUETA CORDERO DAVILA	BAÑOS	Prep	Fisc	103	4
AGUSTIN CARRION HEREDIA	NERO	Prim	Fisc	54	5
SEGUNDO ESPINOSA CALLE	MINAS	Prim	Fisc	160	6
MEDARDO NEIRA GARZON	NARANCA Y ALTO	Prim	Fisc	159	7
CORNELIO CRESPO TORAL	HUIZHIL	Prim	Fisc	233	6
ENRIQUETA CORDERO DAVILA	BAÑOS	Prim	Fisc	498	13
AGUSTIN CUESTA VINTIMILLA	NARANCA Y BAJO	Prim	Fisc	353	12
ALFONSO CARRION HEREDIA	BAÑOS	Prim	Fisc	463	16
JOEL MONROY	MISICATA	Prim	Fisc	217	8
MANUEL CORDOVA GALARZA	BAÑOS	Medi	Fisc	732	24
HONORATO VAZQUEZ	VIA A MISICATA	Prep	Fisc	84	4
MANUEL CORDOVA GALARZA	BAÑOS	Medi	Fisc	221	13
MEDARDO NEIRA GARZON	NARANCA Y	Prep	Fisc	22	1
AGUSTIN CARRION HEREDIA	NERO	Prep	Fisc	19	1
JOEL MONROY	MISICATA	Prep	Fisc	42	2
ALFONSO CARRION HEREDIA	BAÑOS	Prep	Fisc	64	2
CORNELIO CRESPO TORAL	HUIZHIL	Prep	Fisc	31	1
SEGUNDO ESPINOZA CALLE	MINAS	Prep	Fisc	20	1
LICEO INTEGRAL CUENCA		Medi	Fisc	40	15
				3515	141

Fuente: Dirección Provincial de Educación 2009-2010
Elaborado por: Ilustre Municipalidad de Cuenca – PDOT

De estos establecimientos el más cercano a las comunidades es la escuela Segundo Espinoza Calle, que se encuentra en el sector de Minas y de ahí tenemos las escuelas en el centro parroquial, Enriqueta Cordero Dávila, Alfonso Carrión Heredia y el establecimiento de educación secundaria es el Colegio Manuel Córdova Galarza, la educación superior no se tiene una estimación cercana porque no se cuenta con datos estadísticos ni con establecimientos cercanos a las comunidades.

1.5.2 Servicios comunitarios

Existe la Iglesia en la plaza central de Baños y en el sector de Minas en dónde las comunidades reciben los servicios religiosos, las cuales en su mayoría son de la religión católica.

1.5.3 Actividades económicas

La producción económica del Cantón Cuenca es el 4,69% de la producción nacional, en la parroquia la agricultura de las comunidades está limitado por falta de mano de obra ya que los jóvenes no ven futuro en esta labor, por lo que laboran en el sector secundario como la industria y terciario como el de los servicios

Por su lado Baños al estar localizada cerca de la ciudad de Cuenca, soporta la migración de las parroquias, sectores, y provincias más alejadas, que llegan en busca de mejores días para sus familias, sumado a esto la especulación de los suelos urbanos, ha hecho que la población de la ciudad se vuelque a las parroquias más cercanas con respecto al centro de la ciudad, dando lugar a un fraccionamiento del territorio de la parroquia, lo que ha hecho disminuir el trabajo agropecuario, por lo que ha dado como resultado que la población económicamente activa labore en la ciudad de Cuenca en actividades terciarizadas.

1.6 ESTADO SANITARIO ACTUAL.

En la actualidad las comunidades de Minas Cochapamba, Guadalupano Alto, Guaquir y Rudio cuentan con agua entubada, la cual al no ser tratada debidamente se vuelve un problema en la salud, principalmente a nivel infantil que es la más vulnerable, a esto se suma que la mayoría de comunidades no cuentan con alcantarillado

1.6.1 Sistema de agua existente

Las comunidades Guadalupano Alto, Minas Cochapamba, Zhipata, Paccha, y Tuncay, cuenta con un sistema de agua entubada, que se alimentada desde el rio minas por lo que no cuentan con tanque de reserva tampoco medidores y se les cobra un tarifa mensual, entre estas comunidades existe un pequeño sector que se abastece del sistema de agua de Sulín que cuenta con un filtro lento pero sin tanque de reserva y cuentan con medidores para el cobro del servicio, mientras que : Sunsún, Guaquir y Rudio no cuentan con ningún sistema, ellos se abastecen de agua de lluvias y de la quebrada de Sulín o del rio Minas.

CAPITULO II: PARAMETROS DE DISEÑO

2.1 PERIODO DE DISEÑO

Para el periodo de diseño tomaremos en cuenta varios factores que nombraremos a continuación:

Consideraremos el crecimiento poblacional de las comunidades y también la expansión que sufre la ciudad de Cuenca hacia las afueras.

El periodo de diseño se tomara de acuerdo a las normas existentes y con criterio del diseñador.

Se deberá considerar la vida útil de los materiales y equipos a usar.

Se deberá considerar la posibilidad de ampliar o sustituir cada uno de los componentes del proceso del tratamiento.

Tomando en consideración todos los factores antes mencionados, y los parámetros de la norma INEN que aconseja de 30 a 40 años, adoptaremos un periodo de diseño de 30 años.

Cuadro 5. Vida util sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA UTIL (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 especificaciones del fabricante

Fuente. Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable Y Disposición Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.

Elaborado por: Autor

2.2 POBLACIÓN DE DISEÑO.

En primer lugar se deberá averiguar la población actual de las comunidades, para lo cual tomaremos los resultados de encuestas socioeconómicas realizadas por la Junta de Administración de Agua Potable de Baños, datos que son resumidos en la siguiente tabla; a partir de esta información determinaremos la población de diseño, la tasa de crecimiento obtendremos de los registros del INEC.

2.3 POBLACIÓN ACTUAL.

En el siguiente cuadro tendremos la población actual de cada comunidad, este documento fue proporcionado por la JAAP y S Baños quien la realizo mediante una encuesta de población

Cuadro 6. Población Actual de las Comunidades

COMUNIDAD	POBLACION	UNID.
GUAQUIR	25	Hab.
PACCHA	48	Hab.
MINAS COCHAPAMBA	2685	Hab.
ZHIPATA	768	Hab.
TUNCAY	82	Hab.
GUADALUPANO ALTO	549	Hab.
RUDIO	90	Hab.
SUNSUN	195	Hab.
TOTAL	4442	Hab.

Fuente. JAAPS Resumen de poblaciones datos proporcionados por la Junta de Agua de Baños

Elaborado por: Autor

2.4 POBLACIÓN FUTURA.

Ya que el periodo de diseño será de 30 años de vida útil, se tomara en consideración los siguientes factores de crecimiento poblacional, que pueden afectar al proyecto.

- Crecimiento Territorial
- Migración poblacional
- Nuevas actividades económicas en la comunidad entre otros.

Para obtener la población futura procederemos con tres métodos conocidos como son: Crecimiento Aritmético, Crecimiento Geométrico y Crecimiento Exponencial; para el índice de crecimiento se investigó en la paginas del INEC encontrando que para la parroquia Baños es el 3,52%, al ser un porcentaje alto se optado por tomar el índice de crecimiento del Cantón Cuenca que el 1,93%, Se ha tomado estos datos ya que las autoridades de periodos anteriores de la JAAPyS Baños, no han continuado con el proyecto dejando estancado, creando así en los habitantes de las comunidades una indignación por lo que no facilitan ninguna información mucho menos una encuesta.

Cuadro 7. Método de cálculo de la Población Futura

TIPO DE CRECIMIENTO	FÓRMULA
Aritmetico	$Pf = P_0 * \left(1 + \frac{i}{100} * t\right)$
Geometrico	$Pf = P_0 * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$
Exponencial	$Pf = P_0 * e^{\left(\frac{i}{100} * t\right)}$
Donde:	Pf: Poblacion futura (hab)
	Po: Poblacion inicial (hab)
	i: Tasa de crecimiento (%)
	t: Periodo de tiempo (años)

Fuente. Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable Y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes

Elaborado por: Autor

2.4.1 Crecimiento Aritmético

Se le conoce como la tasa de crecimiento lineal, en Dónde la población tiene un comportamiento normal es decir el cambio es constante, y su ecuación es la siguiente.

$$Pf = Pa \times (1 + r \times n)$$

Dónde:

Pf = Poblacion futura

Pa = Población inicial

r = índice de crecimiento

n = periodo de diseño en años

Cuadro 8. Método Aritmético

COMUNIDADES DE PARTES ALTAS DE BAÑOS		
Poblacion futura		
Comunidad	Población	M. Arit.
Guaquir	25	40
Paccha	48	77
Minas Cochapamba	2685	4256
Zhipata	768	1218
Tuncay	82	130
Guadalupano Alto	549	871
Rudio	90	143
Sunsun	195	310
Total	4442	7041

Fuente: JAAPyS

Elaborado por: Autor

2.4.2 Crecimiento Geométrico

Este tipo de crecimiento es porcentual y constante en el tiempo, es decir que el aumento se basa de un interés compuesto al contrario del modelo aritmético, por lo cual se puede usar para periodos largos, la fórmula es la siguiente

$$P_f = P_a \times (1 + r)^n$$

Dónde:

Pf = Poblacion futura

Pa = Población inicial

r = índice de crecimiento

n = periodo de diseño en años

Si las comunidades tienen Unidades Educativas, se tomara el 15% del total del alumnado y se sumara como población adicional a la actual población.

Cuadro 9.Método Geométrico

COMUNIDADES DE PARTES ALTAS DE BAÑOS		
Poblacion futura		
Comunidad	Población	M.Geom.
Guaquir	25	45
Paccha	48	86
Minas Cochapamba	2685	4793
Zhipata	768	1371
Tuncay	82	147
Guadalupano Alto	549	980
Rudio	90	161
Sunsun	195	349
Total	4442	7929

Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

2.4.3 Crecimiento Exponencial

Método Dónde su crecimiento es exponencial, es decir la variación en el tiempo es proporcional a su valor, por lo que es un crecimiento muy rápido con respecto al tiempo y se representa en la siguiente ecuación.

$$P_f = P_a * e^{(\frac{r}{100} * n)}$$

Dónde

Pf = Población de diseño

Pa = Población actual

r = constante

n = Periodo de diseño (años)

Cuadro 10. Método Exponencial

COMUNIDADES DE PARTES ALTAS DE BAÑOS		
Poblacion futura		
Comunidad	Población	M.Expon.
Guaquir	25	45
Paccha	48	87
Minas Cochapamba	2685	4820
Zhipata	768	1379
Tuncay	82	148
Guadalupano Alto	549	986
Rudio	90	162
Sunsun	195	351
Total	4442	7974

Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

La tasa de crecimiento de las formulas anteriores se expresan en forma porcentual por lo cual se multiplican por 100

2.4.4 Comparación entre los métodos.

Cuadro 11. Comparación de los métodos

COMUNIDADES DE PARTES ALTAS DE BAÑOS				
POBLACION FUTURA				
COMUNIDAD	POBLACION	M. ARIT.	M.GEOM.	M.EXPON.
GUAQUIR	25	40	45	45
PACCHA	48	77	86	87
MINAS COCHAPAMBA	2685	4256	4793	4820
ZHIPATA	768	1218	1371	1379
TUNCAY	82	130	147	148
GUADALUPANO ALTO	549	871	980	986
RUDIO	90	143	161	162
SUNSUN	195	310	349	351
TOTAL	4442	7041	7929	7974

Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

Se considera una población de **7929** habitantes para el cálculo del diseño, este resultado se ha toma del método Geométrico que es recomendado para poblaciones en pleno desarrollo.

2.5 DETERMINACIÓN DE DOTACIONES.

2.5.1 Variaciones de la demanda:

- El sistema de agua potable deberá dar un servicio constante de calidad y con la presión necesaria.
- La demanda de agua potable de un sistema depende de:
- La variación de consumo que puede ser mensual, diario y horario.
- En época lluviosa el consumo es menor que en época de sequía.
- En horas picos el consumo es mayor que en las horas normales, al igual que en la noche el consumo es menor que el día.

Con las consideraciones antes mencionadas se obtendrá las variaciones de caudal como son: Caudal medio diario, caudal máximo diario y caudal máximo horario, los que serán explicados más adelante y estarán sujetos a la actual norma.

2.5.2 Elección del nivel de servicio

Cuadro 12. Categorías de los sistemas de agua potable.

CARACTERÍSTICAS DE LOS USARIOS	EN FUNCION DE LA CONFIABILIDAD DE ABASTECIMIENTO
Centros poblados con más de 50000 hab., 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 hab., 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 5 horas en un día por año. En esta categoría también se encuentran las industrias livianas y las agroindustriales.	II
Pequeños complejos industriales, agroindustriales y poblaciones de hasta 5000 hab. En donde se permite disminuir el suministro de agua hasta el 30% durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 24 horas en el año.	III

Fuente: NORMA CO 107 -601

Elaborado por: Autor

De acuerdo al número de habitantes, la disposición de excretas, centros educativos, el clima etc, adoptaremos en Nivel de servicio (II) expuesto en el cuadro anterior.

2.5.3 Determinación de la dotación media futura (DMF)

Con la elección del Nivel de Servicio que se adoptó en el punto anterior, y en base a los parámetros de la Norma, escogemos de la siguiente tabla la dotación futura

Cuadro 13. Dotaciones recomendadas, para Poblaciones Mayores a 1000 habitantes

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

Fuente. Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes.

Elaborado por: Autor

Al encontrarse las comunidades en un clima frío, y con una población mayor a 5000 hab., tomaremos una dotación de: 200 litros habitante por día (l/hab*día)

2.6 CÁLCULOS DE LAS DEMANDAS O CONSUMOS DE AGUA.

2.6.1 Caudal medio diario (Qmd)

Es el consumo que la población hará en un periodo de un día.

$$Q_{md} = \frac{f \times P_d \times DMF}{86400} = \frac{1,2 \times 7929 \times 200}{86400} = 22,03 \text{ l/s}$$

Dónde:

Qmd = Caudal máximo diario. (l/s)

f = Factor de fugas

Pd = Población de diseño (hab.)

DMF = Dotación media futura (l/hab*día)

Cuadro 14. Porcentaje de fugas

NIVEL DE SERVICIO	f %
I y Ia	10
II y IIa	20

Fuente. Norma CO 10.7 – 602

Elaborado por: Autor

2.6.2 Caudal máximo diario (QMD)

Es el consumo máximo que la población tenga en el periodo de un día, el cual está sujeto al factor de mayoración (KMD), que de acuerdo a la Norma es el 1,25 para todos los niveles de servicio.

$$QMD = KMD \times Qmd = 1,25 \times 22,03 = 27,54 \text{ l/s}$$

Dónde:

QMD = Caudal máximo diario
KMD = Factor de mayoración máximo diario
Qmd = Caudal medio diario

2.6.3 Caudal máximo horario (QMH)

Consumo máximo que se tiene en una hora determinada en el día, al que se le aplica el factor de mayoración máximo horario, y que es de 3 para todos los niveles, según la Norma.

$$QMH = KMH \times Qmd = 3 \times 22,03 = 66,09 \text{ l/s}$$

Dónde:

QMH = Caudal máximo horario (l/s)
KMH = Factor de mayoración máximo horario
Qmd = Caudal medio diario (l/s)

2.6.4 Caudal de diseño

El caudal de diseño se adoptara el 1,10 veces el caudal máximo diario de acuerdo a la Norma CO 10.7-602

Planta de tratamiento QMD + 10%

Cuadro 15. Caudal de diseño

COMUNIDADES DE PARTES ALTAS DE BAÑOS										
Poblacion futura										
Comunidad	Población	M. Arit.	M.Geom.	M.Expon.	fac.fujas (f)	DMF	Qmd	KMD	QMD	Qd
Guaquir	25	40	45	45	1,2	200	0,13	1,25	0,16	0,18
Paccha	48	77	86	87	1,2	200	0,24	1,25	0,3	0,33
Minas Cochapamba	2685	4256	4793	4820	1,2	200	13,31	1,25	16,64	18,3
Zhipata	768	1218	1371	1379	1,2	200	3,81	1,25	4,76	5,24
Tuncay	82	130	147	148	1,2	200	0,41	1,25	0,51	0,56
Guadalupano Alto	549	871	980	986	1,2	200	2,72	1,25	3,4	3,74
Rudio	90	143	161	162	1,2	200	0,45	1,25	0,56	0,62
Sunsun	195	310	349	351	1,2	200	0,97	1,25	1,21	1,33
Total	4442	7041	7929	7974	1,2	200	22,04	1,25	27,55	30,3

Elaborado por: Autor

De acuerdo lo expresado en el cuadro anterior tenemos que el Caudal de diseño es:

$$Qd = QMD * 10\% = 27,55 * 1,1 = 30,305 = 30 \text{ lt/s}$$

2.7 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO.

En un sistema de agua potable siempre habrá un tanque de almacenamiento, que cumpla con las siguientes necesidades.

- Cuando se interrumpa el servicio
- Para que el diseño sea más económico
- Mantener presión en el sistema
- Combatir incendios

Según la Norma CO 10.7-602 el volumen de almacenamiento debe cumplir con una capacidad igual al 50% del volumen medio diario futuro y que no será menor a 10 m³.

El volumen de regulación para poblaciones mayores a 5000 hab.se calculara con la fórmula:

$$V_1 = 25\% \left(\frac{Dot * Pobl}{1000} \right) = 397 \text{ m}^3$$

También se considera que para poblaciones mayores a 5000 habitantes, se tomara el volumen para incendios y para emergencias, aplicando las siguientes formulas.

Para incendios: $V_i = 50\sqrt{p} = 45\text{m}^3$

Para emergencias: $V_e = 25\%(V_r) = 99,25\text{m}^3$

$$V_T = V_a + V_i + V_e = 397 + 45 + 99,25 = 541,25\text{m}^3$$

Dónde:

P = población en miles
V_r = Volumen de regulación

2.8 ANÁLISIS, FÍSICO, QUÍMICO, BACTERIOLÓGICO.

En primer lugar se realizó el muestreo de las aguas del rio minas, en el punto en Dónde se construirá la Captación, para este proceso se ha seguido las recomendaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana 2169 Calidad del agua, Muestreo, Manejo y conservación de Muestra 1998

Figura 3.Análisis Físico Químico y Biológico



Fuente. Laboratorio de JAAPyS (Baños)
Elaborado por: Autor

Todas las muestras fueron debidamente marcadas para que el laboratorista pueda identificarlas, para su almacenamiento y transporte al laboratorio fue en un culer evitando así el cambio de temperatura, gracias a que la Junta de agua potable de Baños tiene su propio laboratorio los análisis se realizaron en la misma institución.

En el cuadro siguiente tendremos los resultados obtenidos en análisis realizado en el laboratorio, los cuales compararemos con las normas y para identificar los parámetros que están fuera de los límites de las normas los hemos señalado con rojo.

Cuadro 16. Comparación entre resultados obtenidos de los análisis y las Normas.

PARAMETROS	UNIDAD	CAPTACION			INEN 1108	IEOS		OMS	
		13/01/2016	28/03/2016	15/05/2016		Recom.	Toler.	Recom.	Toler.
PARAMETROS FISICOS									
Temperatura	°C	15	10	11					
Turbiedad	NTU, FTU	30	0,73	0,89	5	2	15	5	25
Color Aparente	UC,Pt Co	271	19	14					
Color Real	UC,Pt Co	93	-----	-----	15	5	15	5	50
Conductividad	micro siemens/cm	58,3	51,6	43,4					
Solidos Disueltos Totales	mg/l	35	32,4	28		250	1500	500	1500
PARAMETROS QUIMICOS									
PH		6,8	6,6	6,5	6-9	7-8,5	6-9	7-8,5	6,5-9
Alcalinidad Total	mg/l, CaCO3	25	15	19					
Alcalinidad F.	mg/l, CaCO3	Negativa	2	Negativa					
Dureza Total	mg/l, CaCO3	20	17	17					
Ca++	mg/l	6	6	6		75	200	75	200
Mg++	mg/l	1,25	0,48	0,48					
Hierro Total	mg/l	0,15	0,01	0,02	1	0,3	1	0,3	1
Taninos y Ligninas	mg/l	-----	-----	-----					
Manganeso	mg/l	-----	-----	-----	0,4	0,05		0,1	0,5
Cobre	mg/l	0,9	0,02	0,02	2				
Silicio	mg/l	-----	-----	-----					
P. Ortofosfatos Disueltos	mg/l	-----	-----	-----					
Cloruros	mg/l	8	-----	6			250		
Sulfatos	mg/l	1	5	8	250		250	200	400
N. Nitritos	mg/l	0,008	0,003	0,004	0,2	0,1			
Color Libre Residual	mg/l	-----	-----	-----	0,3 a 1,5				
Arsenico	Mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01				
PARAMETROS BIOLÓGICOS (AGUA CRUDA)									
Recuento en Placa	U.F.C/ml	-----	-----	-----					
Pseudomona Aeruginosa	U.F.C/100ml	-----	-----	-----					
Mohos y Levaduras	U.F.C/100ml	-----	-----	-----					
Coliformes Totales	U.F.C/100ml	>100	>100	>100	20000				
E. Coll	U.F.C/100ml	60	32	80					

Fuente. Autor

2.8.1 PARAMETROS

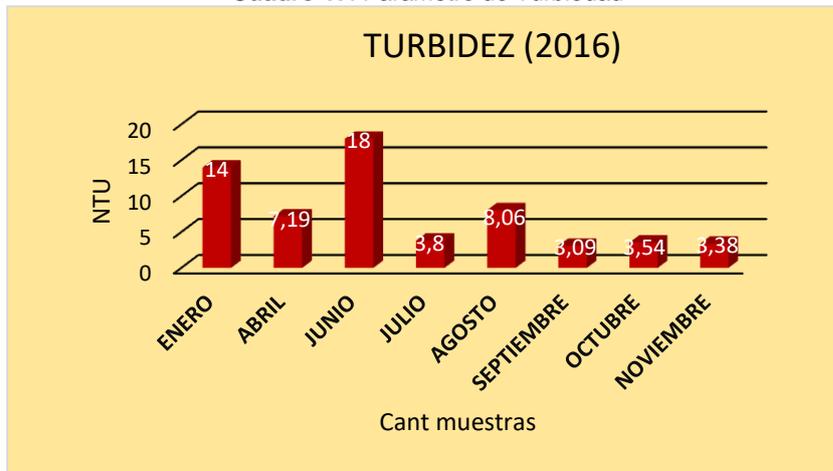
A partir de los resultados obtenidos se analizará los parámetros más críticos y se realizará gráficas con los datos obtenidos durante ocho meses en la Planta de Tratamiento Actual de la parroquia.

2.8.1.1 TURBIEDAD

Este parámetro afecta la aceptabilidad del agua para consumir y la eficiencia del cloro para la desinfección.

La turbidez se da por materiales en suspensión en el agua, este parámetro nos dice a qué tipo de tratamiento debe de ser sometida dicha agua cruda, como puede ser procesos de floculación, sedimentación, filtración etc. En la Norma NTE INEN 1108 recomienda 5 miligramos por litro como máximo permitido

Cuadro 17: Parametro de Turbiedad



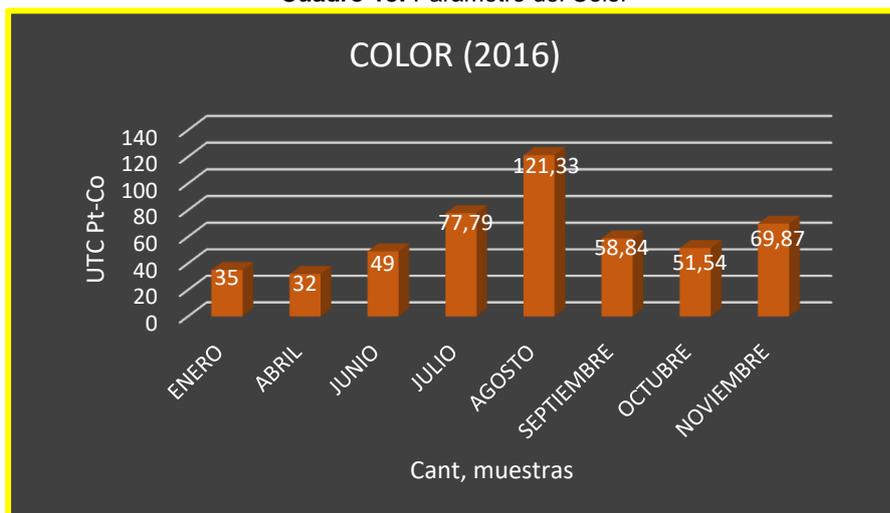
Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

2.8.1.2 COLOR

Este parámetro se puede dar por la presencia de materia orgánica en el agua o también por sustancias húmica, metales como el hierro, manganeso, desechos industriales etc. En aguas superficiales el color verdadero se da por lo ácidos fúlvicos y húmicos que son muy abundantes en este tipo de aguas (Spencer y Collins, 1991).

De acuerdo al color se podrá analizar las características del agua, su fuente, la eficiencia del proceso, según la Norma NTE INEN 1108 recomienda un límite máximo permitido de 15 unidades de color.

Cuadro 18: Parámetro del Color

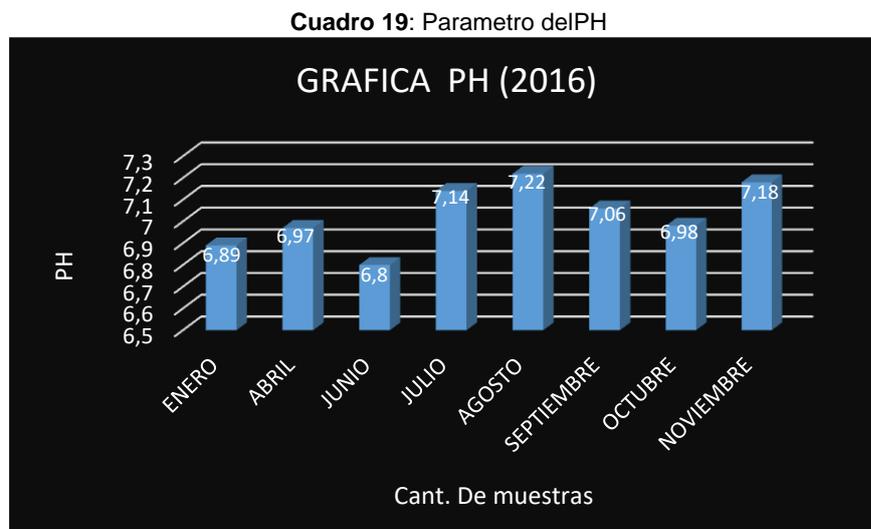


Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

2.8.1.3 PH

El PH es una escala que indica la concentración de iones de Hidrogeno en el agua, esta escala va desde 0 a 14 por lo cual aguas con una escala menor a 7 son acidas y mayores al mismo serán alcalinas, el valor de 7 se considera como neutralidad del agua el pH nos ayuda a controlar la corrosión así cuando es menor a 6,5 el anhídrido carbónico y las sales acidas provocan corrosión (Jairo Romero Rojas 2005).

De acuerdo a la Norma NTE INEN 1108. Recomienda que el pH este entre 6,5 a 8,5.



Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

2.8.1.4 SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

Las principales fuentes de STD son la escorrentía agrícola, plantas de tratamiento de agua residuales o industriales, lixiviación de los suelos contaminados.

A través de análisis que se realizara a este parámetro podremos obtener el peso de los sólidos suspendidos en el agua, la Norma NTE INEN 1108. Calidad de Agua, no especifica el máximo límite permitido.

(STD = Suma de minerales, metales, cationes o aniones, sales, disueltos en el agua)

Cuadro 20: Parámetros de los sólidos totales disueltos.



Fuente: JAAPyS
Elaborado por: Autor

2.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Obtenidos los resultados del laboratorio y sumado a esto las curvas de frecuencia se determinara el tipo de tratamiento a realizar en función de algunos criterios como son: los costos de operación, y mantenimiento, igual que la sostenibilidad del diseño, sus etapas de construcción; etc.

Según el análisis de los parámetros de turbidez y de color, estos sobrepasan los límites máximos establecidos por la norma NTE INEN 1108, por lo que se optara la etapa de sedimentación en el proceso de purificación.

Para tener una mejor eficiencia y calidad de agua, la PTAP contara con las etapas de Mezcla rápida, Coagulación, Sedimentación, Filtración y Desinfección

En cambio los Sólidos totales disueltos (STD = 29,9 mg/l) están con valores bajos y tomando en cuenta que se trata de agua de origen superficial podemos acotar que es una fuente poco mineralizada. El pH está en torno neutro (pH = 7) disminuyendo en días lluviosos, teniendo un valor máximo registrado de 7,22.

La alcalinidad tiene una concentración media de 19,7 mg/l CO_3Ca que posibilita la reacción del sulfato de Aluminio en la coagulación, y como se puede observar en los resultados ninguna otra sustancia química se encuentra con valores bajos por lo que no afectaran a la potabilización del agua.

Mientras que el riesgo de contaminación por coliformes totales es baja, ya que en la cuenca hidrográfica no se presentan actividad agrícola o descargas de aguas residuales de forma directa esto hará que la dosificación de cloro genere un ahorro en la etapa de desinfección del tratamiento. Por la variación de los parámetros y mantenimiento de las distintas unidades de tratamiento la normativa Nacional e Internacional que recomiendan una filtración directa.

2.9.1 TRATAMIENTO

Con los resultados obtenidos en el análisis Físico, Químico y Bacteriológico se indentifico los parametros criticos a remover, para lo cual se necesita realizar pruebas de tratabilidad y asi seleccionar las etapas necesarias para potabilizar el agua con la ayuda de las normas Nacionales e Internacionales, las que daremos a conocer en el siguiente parafo.

- Metodos e técnicas de tratamiento de agua. Luiz Di Bernardo. 1993.
- Guia Técnica de Diseño de Proyectos de Agua Potable para Poblaciones menores a 10000 Habitantes, . Ministerio de Servicio y Obras Publicas
- Norma Ecuatoriana para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

La fuente debe de cumplir con las siguientes consideraciones sobre la calidad bacteriologica resaltado con rojo en el siguiente cuadro.

Cuadro de la Calidad Bacteriológica

CLASIFICACION	NMP/100ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*)
a) Exige solo tratamiento de desinfección	0 -50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	50 - 5000
c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos mas áctivos	5000 - 50000
d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que recurra a tratamientos especiales. Estas fuentes se utilizaran solo en casos extremos	más de 50000
e) Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el indice NMP pertenecen al grupo coliforme fecal, habra que incluir la fuente de agua en la categoria proxima superior respecto al tratamiento necesario.	

Fuente: CO 10.07 - 601

Elaborado por: Autor

También se realizó un recorrido por la cuenca hidrográfica del rio Minas de lo cual se verificado que el agua del sector cumple con las características del Tipo D recomendado por la NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, que se indicara en el cuadro siguiente:

Cuadro 21. Tipo de tratamiento para el agua según su cuenca Hidrográfica

TIPO DE TRATAMIENTO PARA EL AGUA SEGUN SU CUENCA HIDROGRAFICA	
Tipo A:	Aguas subterráneas libres de contaminación, y que satisfacen las normas de calidad para agua potable.
Tipo 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.
Tipo 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.
Tipo 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.
Tipo 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 (CPE INE 5 Parte 9-1: 1992)

Elaborado por: Autor

El tipo de agua D puede optar por cualquiera de los procesos mencionados en el cuadro siguiente.

Cuadro 22. Tipos de Filtración

a) Filtración rápida completa: puede remover de 1.000 a 1 500 UNT y hasta 10 000 coliformes fecales/100 ml muestra, esporádicamente hasta 20 000. Por encima de 1 500 UNT se recomienda considerar pre sedimentación.
b) Filtración directa ascendente-descendente: puede remover alrededor de 250 UNT, pero este límite puede incrementarse un poco efectuando descargas de fondo en el filtro ascendente.
c) Filtración ascendente: puede remover hasta 150 UNT y aún más con descargas de fondo.
d) Filtración directa descendente: puede remover normalmente hasta 20 UNT y picos esporádicos de hasta 50 UNT; el contenido de color verdadero debe ser menor de 40 UC y el conteo de algas menor de 200 o a veces hasta 2 000. El NMP de coliformes fecales debe ser menor de 1 000/100 ml de muestra.

Fuente: Norma para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes (CPE INE 5 Parte 9-1: 1992)

Elaborado por: Autor

Tomando en cuenta los parámetros de la turbidez, color aparente, color real que sobre pasan los límites de las normas, y sumado a esto la inspección de la cuenca hidrográfica del río Minas.

Optamos por un tratamiento de Filtración Rápida completa que comprenderá de las siguientes etapas:

Mezcla Rápida

Floculación

Sedimentación

Filtración Rápida

Cloración

Posterior a esto y si fuere necesario se diseñara un pre sedimentación (desarenador)

CAPITULO III: DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

3.1 GENERALIDADES.

3.1.1 Planta de tratamiento de agua potable

Es el conjunto de procesos que sirven para eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos, hasta llegar a los límites permitidos por las normas.

Tipos de plantas de tratamiento.

La clasificación de las plantas de tratamiento son, por el tipo de proceso y la tecnología usada.

Por el proceso.- Tenemos plantas de filtración rápida, plantas de filtración lenta.

Por la tecnología usada.- Tenemos; plantas convencionales antiguas, de tecnología apropiada, de tecnología importada o patentada.

Teniendo así por el proceso: las de filtración rápida y lenta e igual que por tecnología tenemos las plantas convencionales antiguas, las plantas convencionales con tecnología apropiada y las plantas con tecnología importada.

Figura 4.Planta de Tratamiento de Agua Potable



Fuente. Planta de Tratamiento de Baños
Elaborado por: Autor

3.1.2. Plantas de filtración rápida.

Son plantas que operan a velocidades altas que van desde 80 hasta 300m³/m²*d, por lo cual sus filtros se colmatan con rapidez, en un lapso de 40 a 50 horas teniendo que contar con retro lavado que tendrá una duración de 5 a 10 minutos, todo esto de acuerdo a las características del medio filtrante y del agua.

Este tipo de plantas de tratamiento se pueden dividir de acuerdo a las características del agua a tratar por tanto tenemos: Plantas de filtración rápida completa y plantas de filtración directa.

3.1.3 Plantas de filtración rápida completa.

Las plantas de filtración rápida completa generalmente están compuestas por las unidades de coagulación, sedimentación, filtración y desinfección.

La Coagulación comprende de dos procesos, el primero comprende de una fuerte agitación llamada mezcla rápida, seguido por una agitación más suave para que se genere el crecimiento de los floculo, este proceso lo llamamos floculación.

Sedimentación en este proceso el floculo más liviano se aglomera en la placas para luego precipitarse hacia el fondo.

Luego de la sedimentación el agua pasa al proceso de filtración, el cual retiene la mayoría de microorganismos patógenos gracias a su medio filtrante y por último el proceso de desinfección que se realiza con cloro, para así eliminar los microorganismos patógenos que pasaron el proceso de filtración.

Este tipo de plantas producen un efluente menor o igual a 0,10UNT que garantiza la eliminación de los huevos de parásitos, para lo cual el decantador debe producir un agua con 2 UNT máximo.

Las características del agua cruda que puede ser tratada con la filtración rápida completa se indicara en el cuadro siguiente.

Cuadro 23. Límites de calidad del agua aceptables para el tratamiento mediante filtración rápida completa

Parámetros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Turbiedad (UNT)	< 1000	< 800	< 1500; si excede, considerar presedimentación.
Color (UC)	< 150	< 70	
NMP de coliformes termotolerantes/100mL	< 600		Si excede de 600, se debe considerar predesinfección

Fuente: Plantas de filtración rápida (OPS/CEPIS/PUB/04.109)

Elaborado: Autor

3.1.4 Plantas de filtración directa.

Estas plantas comprenden los procesos de: Mezcla rápida y filtración, por lo que se necesita de aguas claras y poco contaminadas, son excelentes las aguas que provienen de embalses o represas que cuentan con grandes pre sedimentadores, también de cuencas vírgenes o bien cuidadas.

En este tipo de plantas se puede considerar tres alternativas para el tratamiento, que dependerán de las características del agua que ingrese teniendo así: Filtración directa descendente, ascendente y descendente –ascendente.

Los parámetros que debe tener el efluente que ingrese a la planta para cada tipo de alternativa se indicara en el siguiente cuadro.

Cuadro 24: Límites de calidad del agua para plantas de filtración directa

Alternativa	Parametros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Filtración directa descendente	Turbiedad (UNT)	25 - 30	< 20	< 50
	Color verdadero	< 25		
	NMP de coliformes totales /100 mL	< 2500		
	Concentración de	< 200		
Filtración directa ascendente	Turbiedad (UNT)	< 100	< 50	< 200
	Color (UC)	< 60		< 100
Filtración directa ascendente - descendente	Turbiedad (UNT)	< 250	< 150	< 400
	Color (UC)	< 60		< 100

Fuente: Plantas de filtración rápida (OPS/CEPIS/PUB/04.109)

Elaborado: Autor

3.1.5. Plantas de filtración lenta.

La filtración de este tipo de plantas simulan el proceso de purificación que tiene el agua en la naturaleza, por lo que trabajan con tasas 100 veces menores a las tasas de filtración rápida, los procesos a utilizar en estas plantas se determinan de acuerdo a las características del agua.

Habiendo así plantas que operan solo con filtros lentos y otras que necesitan pasar el agua por procesos de acondicionamiento para llegar a los filtros lentos, tales procesos pueden ser desarenadores, pre sedimentadores, sedimentadores, filtración gruesa (grava).

Cuadro 25: Límites de calidad del agua para tratamiento mediante filtración lenta

Procesos	Parámetros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Filtro lento	Turbiedad (UNT)	< 20	< 10	< 50
	Color verdadero (UC)	< 15	< 5	
	Concentración de algas (UPA/mL)	250		
	DBO5 (mg/L)	5		
	NMP de coliformes totales/100 mL	1000		
	NMP de coliformes fecales/100 mL	500		
Filtro lento + prefiltro de grava	Turbiedad (UNT)	25		
	Color (UC)	15	< 5	< 25
	NMP de coliformes totales/100 mL	5000		
	NMP de coliformes fecales/100 mL	1000		
	Concentración de algas (UPA/mL)	1000		

Filtro lento + prefiltro de grava + sedimentador.	Turbiedad (UNT)	100	< 50	< 500
	Color (UC)	< 15	< 5	< 25
	NMP de coliformes totales/100 mL	10000		
	NMP de coliformes fecales/100 mL	3000		
	Concentración de algas (UPA/mL)	1000		
Filtro lento + prefiltro de grava + sedimentador + presedimentador.	Turbiedad (UNT)	100	< 50	< 1000
	Color (UC)	< 15	< 5	< 25
	NMP de coliformes totales/100 mL	10000		
	NMP de coliformes fecales/100 mL	3000		
	Concentración de algas (UPA/mL)	1000		

Fuente: Plantas de filtración rápida (OPS/CEPIS/PUB/04.109)

Elaborado: Autor

3.1.6 Plantas por el tipo de tecnología utilizada.

El tipo de tecnología a utilizar en la planta dependerá de los recursos económicos, humanos, y materiales, con que se disponga en el sector teniendo así:

Sistemas de tecnología convencional

Sistemas convencionales de alta tasa

Sistemas de tecnología patentada importada de otros países

Para el diseño de la Planta a implementarse en el sector de Rudio de la Parroquia Baños, se ha optado por una planta de filtración rápida completa basándose en la “Norma para Estudio y Diseño de sistemas de agua Potable y Disposición de aguas Residuales para Poblaciones mayores a 1000 Habitantes “

3.2 CALCULO DE LOS PROCESOS UNITARIOS

3.2.1 Conceptos generales básicos para el diseño.

Planta de tratamiento de agua es el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarias que permitan obtener agua potable a partir de agua cruda de fuentes superficiales o subterráneas. (NORMA CO 10.7 – 601. Abastecimiento de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales en el Área Urbana).

Se ha considerado para este diseño 2 condiciones básicas:

- a) Tratamiento completo y
- b) Filtración directa.

Al contar con una cuenca hídrica protegida tanto por las comunidades como por JAAPyS Baños, y de acuerdo a los parámetros físicos obtenidos en tiempo de estiaje, los que no superan del 10 a 20 UNT de turbiedad el 80% del tiempo y tampoco supera el 30 UNT ni 25 UC el 90% del tiempo

recomendado por la OPS/CEPIS/PUB/04.109, se ha considerado la filtración directa ascendente, con lo cual se utilizara dosis bajas de coagulante para el tratamiento.

3.3 UNIDAD DE ENTRADA.

Figura 5. Cámara de llegada

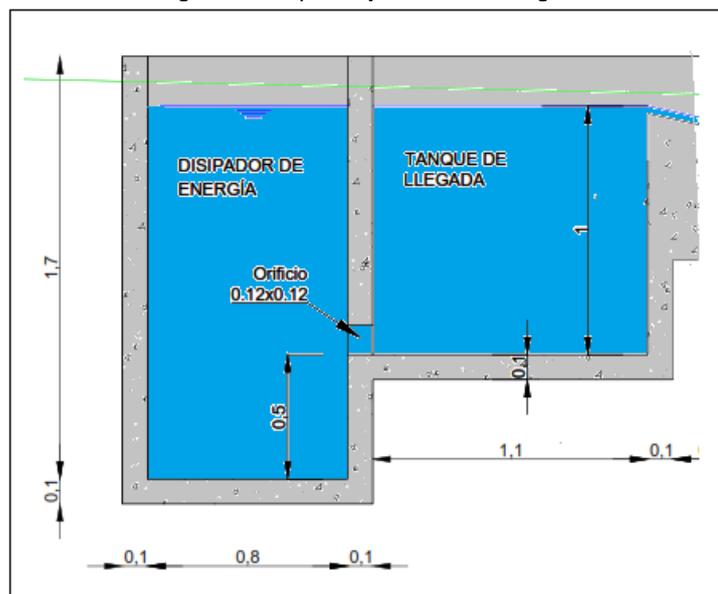


Fuente. Planta de Tratamiento de Baños
Elaborado por: Autor

3.3.1 Parámetros de diseño

La primera unidad con la cual contara la Planta de Tratamiento está constituida por el dissipador de energía y la cámara de llegada las dimensiones de estas cámaras están en base al caudal de diseño (Q_d) de 30 l/s, el tiempo de retención y la velocidad ascensional (V_{as}) de 0,05m/s, y tipo de terreno la cual está establecida en la Norma CEPIS, Criterios para la Selección de los Procesos y de los Parámetros Óptimos de las Unidades

Figura 6. Dissipador y Cámara de llegada



Fuente. Autor

El dissipador de energía tiene las siguientes medidas:

Largo (Ld)= 0,80m

Ancho (B)= 0,75m

Profundidad (hd)= 1,60m

El agua pasa a la cámara de llegada por 3 (N) orificios cuadrados de 0,12m por lado (a), los cuales están separados (e) entre sí por 0,10m y están a una altura 0,50m desde el fondo del dissipador.

Dimensiones de la cámara de llegada:

Largo (L) = 1,20m

Ancho (A) = 0,75m

Profundidad (h) = 1,10

3.3.2 Criterios de diseño

El tanque dissipador de energía se calcula en función del tiempo de retención (Tr), que permitirá que el gradiente de velocidad sea el requerido para la mezcla rápida, por medio de la ecuación de la continuidad obtendremos las dimensiones de la unidad.

$$V = Qd * Tr = 0,03 * 34,13 = 1,024 \text{ m}^3$$

Dónde:

V = Volumen de la cámara de llegada (m³)

Qd = Caudal de entrada (m³/s)

Tr = Tiempo de retención (s)

La pérdida de carga entre el dissipador y la cámara de llegada esta entre el rango recomendado por CEPIS. Para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$h_o = \frac{\left(\frac{V_o}{0,61}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{0,69}{0,61}\right)^2}{2 * 9,81} = 0,07 \text{ m}$$

Dónde:

h_o = Pérdida de carga (m)

V_o = Velocidad de circulación (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

$$h = \frac{Qd * Tr}{As} = \frac{0,03 * 34,13}{0,6} = 1,7 \text{ m}$$

Dónde:

h = Altura de la cámara

Qd = Caudal de diseño

Tr = tiempo de retención

As = Área superficial de la cámara

3.3.3 Cálculos

Con los parámetros y criterios descritos en los puntos anteriores, procedemos a calcular: Área, longitud, altura, velocidad de circulación y pérdida de carga.

Cuadro 26. Calculo del dissipador de energía

DISIPADOR DE ENERGIA		
AREA		
$As = \frac{Q}{Vas}$	0,6	m2
LONGITUD		
$L = \frac{As}{B}$	0,75	m
Asumo	0,8	
ALTURA		
$hc = \frac{Q*Tr}{As}$	1,600	m
VEL. DE CIRCULACION		
$Vo = Q / Ao$	0,69444444	m/seg
PERDIDA DE CARGA		
$h_o = \frac{(Vo)^2}{2g}$	0,06605662	m

Fuente. Autor

Una vez calculadas todas las dimensiones del dissipador, continuaremos con las medidas de la cámara de llegada, con las cuales daremos la gradiente necesaria para la siguiente unidad de tratamiento.

Cuadro 27. Cálculo de la cámara de llegada

CAMARA DE LLEGADA		
ALTURA		
$h = h_c - a_s$	1,100	m
ANCHO		
A1	0,8	m
VOLUMEN		
$V = Tr * Q$	0,9	m ³
LONGITUD		
$L = V / (A1 * h)$	1,125	m

Fuente. Autor

3.4 UNIDAD DE MEZCLA RÁPIDA

Figura 7. Mezcla rápida



Fuente. Planta de Tratamiento de Baños
Elaborado por: Autor

Los mezcladores son dispositivos que inducen turbulencia, para que la dispersión del coagulante en el agua sea lo más homogénea posible y así producir una coagulación eficiente.

La coagulación es el proceso más importante en el tratamiento de agua potable, es así que si existe una buena coagulación la purificación será buena, muy a parte que si las etapas siguientes sean eficientes o no, pero si la coagulación es deficiente el resultado también lo será.

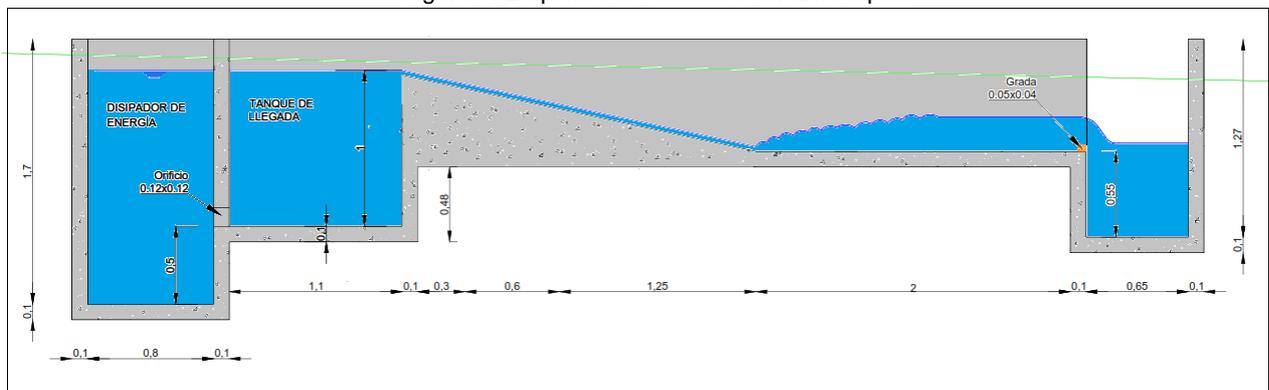
La mezcla rápida en una Planta se puede realizar de dos formas: con mezcladores o retro mezcladores.

Los mezcladores deben inducir una fuerte turbulencia para la aplicación de un coagulante, el cual se realizara mediante un **aparato de resalto hidráulico**.

En los retro mezcladores primero el agua llegara a una cámara, en dónde se le retiene de 10 a 120 segundos y se le aplica el coagulante, mientras el agua es agitada por una **turbina**.

La diferencia entre estos dos métodos de mezcla se debe a que los retro mezcladores necesitan de energía eléctrica para tener una agitación mecánica, mientras que los mezcladores funcionan con la energía cinética del agua por lo que el costo de funcionamiento entre estos métodos es muy considerable, es por esa razón que la mayoría de plantas de agua potable cuentan con mezcladores, los que más utilizados son: La canaleta Parshall, canales de cambio de pendiente o rampa, vertederos rectangulares o triangulares.

Figura 8. Esquema de Unidad de mezcla rápida



Fuente. Autor

3.4.1 Parámetros de diseño

Para obtener un resalto hidráulico estable el número de Froude debe de estar entre 4,5 a 9, para lo cual utilizaremos la siguiente ecuación.

$$F = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{3}{\sqrt{(9,81 * 0,027)}} = 5,45$$

Dónde:

F = Numero de Froude

V = Velocidad al inicio del resalto

g = Gravedad

h = Profundidad antes del resalto

La gradiente de velocidad debe estar entre 700 a 1300 s⁻¹ y el tiempo de retencion variara entre decimas de segundo a siete segundos.

$$G = \sqrt{\frac{y}{\mu}} * \sqrt{\frac{Q hp}{V}} = \sqrt{\frac{1000}{0,0001173}} * \sqrt{\frac{0,03 * 0,3}{0,06}} = 1136,56$$

Dónde:

G = Gradiente de velocidad

y = Peso específico del agua

μ = Viscosidad absoluta

Q = Caudal de diseño

hp = Perdida de carga

V = Volumen del resalto

El coagulante debe ser aplicado en el punto de mayor turbulencia, para lograr una mejor dispersion esto se dara al inicio del resalto para lo cual tenemos la siguiente ecuacion.

$$y2 = 0,5y1(\sqrt{(1 + 8Fr^2)} - 1)$$

Dónde:

y1 = Altura al inicio del resalto (m)

y2 = Altura al final del resalto (m)

Fr = Numero de froud al inicio del resalto

3.4.2 Cálculos

Calculamos todos los parametros de la unidad de mezcla rapida, teniendo en cuenta los criterios antes mencionados.

Adoptamos las siguientes medidas; Ancho del canal (B) 0,40m, Longitud del plano (X) 1,25m, Altura de la rampa (Eo) 0,40m.

Cuadro 28. Calculo Mezcla rápida

RESALTO HIDRAULICO		
CAUDAL UNITARIO		
q = Q/B	0,076	m2/seg
INCLINACION DE LA RAMPA		
$\theta = \text{tg}^{-1}(E_o/X)$	17,74	grados
FACTOR k		
$K = \text{COS } \theta (F + (\text{COS } \theta / 2 F))$	5,44	

ALTURA ANTES DEL RESALTO		
$d_1 = \sqrt[3]{q^2 / (F^2 g)}$	0,026	m
PROFUNDIDAD ANTES DEL RESALTO		
$h_1 = d_1 / \cos \theta$	0,027	m
NUMERO DE FROUDE		
$F = V_1 / \sqrt{g h_1}$	5,47	
PROFUNDIDA DESPUES DEL RESALTO		
$h_2 = d_2 = a d_1$	0,22	m
LONG. DEL RESALTO		
$L = 6(h_2 - h_1)$	1,16	m
PERDIDA DE CARGA		
$h_p = (h_2 - h_1)^3 / 4 h_1 h_2$	0,3	m
GRADIENTE DE VELOCIDAD		
$G = \sqrt{y/\mu} \sqrt{Q h_p / V}$	1136,56	s ⁻¹
T= 15		
$\sqrt{y/\mu} = 2920,01$		
TIEMPO DE MEZCLA		
$T = V / Q$	1,99	seg
GRADA AL FINAL DEL RESALTO		
$h = 1/6 h_2$	0,04	m
ALTURA DE AGUA EN EL VERTEDERO		
$h_3 = (Q / 1,84 B)^{2/3}$	0,12	m

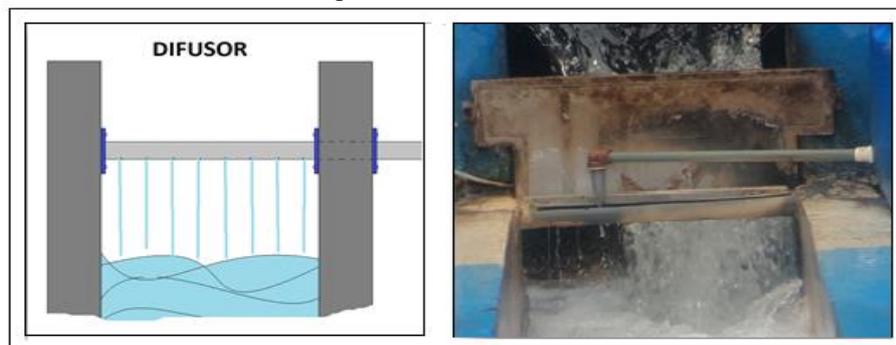
Fuente. Autor

3.5 DIFUSOR DE SULFATO.

El coagulante que se utilizara en la Planta de Tratamiento sera Sulfato de Aluminio al 2% según las normas internacionales con ayuda de polimero 1560PWG.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el analisis de tratabilidad del agua (Jarras), se a determinado la dosis optima de coagulante que seria 50 mg/l y para el diseño hidraulico de la tuberia difusora asumimos una relacion de velocidades de 0,41 según recomienda la CEPIS/OPS.

Figura 9. Difusor del Sulfato



Fuente. Planta de Tratamiento de Baños
Elaborado por: Autor

3.5.1 Parametros de diseño

El diseño del difusor de sulfato se basa en 3 parametros: La dosis optima del sulfato, su concentracion y el coeficiente de relación de velocidades, para el cálculo utilizaremos las siguientes formulas.

Numero de orificios (N) :

$$N = \frac{B}{e} = \frac{40}{5} = 8$$

Donde:

B = Longitud del difusor

e = Espacio entre orificios

Area del orificio (Ao):

$$A_o = \frac{\pi * d_o^2}{4} = \frac{\pi * 0,635^2}{4} = 0,000032 \text{ m}^2$$

Donde:

d_o = Diametro del orificio

Area de la tuberia difusora (At):

$$A_t = \frac{q}{V_t}$$

Diametro de la tuberia difusora (Dt) :

$$D_t = \sqrt{\frac{4 * A_t}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0006}{\pi}} = 0,028 \text{ m}$$

3.5.2 Cálculos

Cuadro 29. Calculo del Difusor de Sulfato

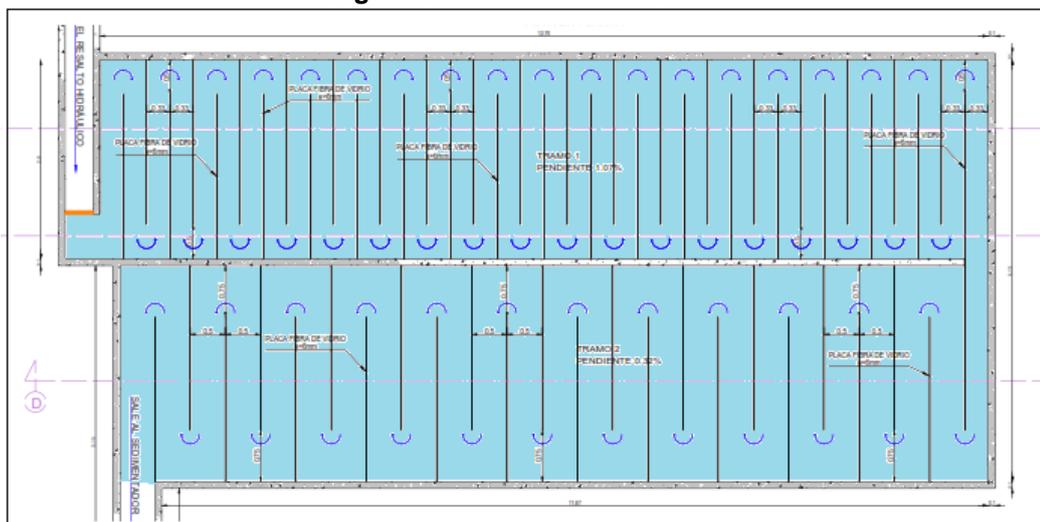
DIFUSOR DEL SULFATO				
PARAMETROS	SIMBOLO	FORMULA	VALOR	UNIDAD
Numero de orificios en el difusor	N	$N = \frac{B}{e}$	8	u
Area de cada orificio	Ao	$Ao = \frac{\pi * do^2}{4}$	0,316692174	cm ²
			3,16692E-05	m ²
Caudal promedio de solucion por aplicar	qs	$qs = \frac{Q * D}{C}$	0,75	l/s
Velocidad en los orificios	Vos	$Vos = \frac{qs}{Ao * N}$	0,296028786	m/s
Velocidad en la tubería difusor	Vt	$Vt = Vos * R$	0,121371802	m/s
Area de la tubería difusor	At	$At = \frac{q}{Vt}$	0,000617936	m ²
Diametro de la tubería difusor	Dt	$Dt = \sqrt{\frac{4 * At}{\pi}}$	0,028049608	m

Fuente. Autoría

El difusor distribuirá un caudal de 0,075 l/s de sulfato de aluminio por 8 orificios de un diámetro de ¼ plg, a través de un tubo de PVC que se le empotará en la unidad de mezcla rápida, la solución será inyectada por una bomba que está en la casa de químicos.

3.6 FLOCULACIÓN.

Figura 10. Unidad de Floculación



Fuente: Planta de Tratamiento de Baños.

Elaborado por: Autor

Después de la dosificación y posterior dispersión del coagulante, el agua pasa por el proceso de la floculación, que es una agitación lenta en la cual se da el crecimiento del floculo según el gradiente de velocidad (Arboleda Valencia, 2000)

Mediante la floculación las partículas se aglomeran entre si hasta formar flóculos los cuales se sedimentaran en el decantador que es el proceso que sigue luego de la floculación.

La formación del floculo depende del gradiente de velocidad, tiempo de retención y la dosis de coagulante que se aplique al agua cruda, parámetros que se explicaran más adelante.

La floculación se divide en dos tipos, floculación peri cinética que se da por el movimiento continuo de las partículas llamado también movimiento Browniano, este método es muy lento por lo cual no es tomado en cuenta para un tratamiento de agua y la floculación orto cinético la cual se debe al gradiente de velocidad que hace que las partículas tengan diferentes velocidades y direcciones, produciéndose una mayor cantidad de colisiones entre sí.

En el proceso de floculación orto cinético existen tres características importantes:

La forma de producir la agitación

Gradiente de velocidad

Tiempo de retención

Los floculadores según la energía usada para la agitación se dividen en:

Cuadro 30. Clasificación de Floculadores

CLASIFICACIÓN DE FLOCULADORES			
Según la energía de agitación	Según el sentido del flujo	Descripción	Nombre
Hidráulicos	Flujo horizontal	Con tabiques de ida y regreso	De tabiques
	Flujo vertical	Con tabiques arriba y abajo del tanque	
		Con entrada lateral al tanque	Cox
Mecánicos	Rotatorios	De paletas de eje horizontal o vertical	De paletas
		De turbinas horizontales o verticales	De turbinas
	Reciprocantes	Rejas o cintas oscilantes	Reciprocantes
Hdromecánicos	Flujo horizontal	De turbina Pelton y paletas horizontales	Hidromecánicos

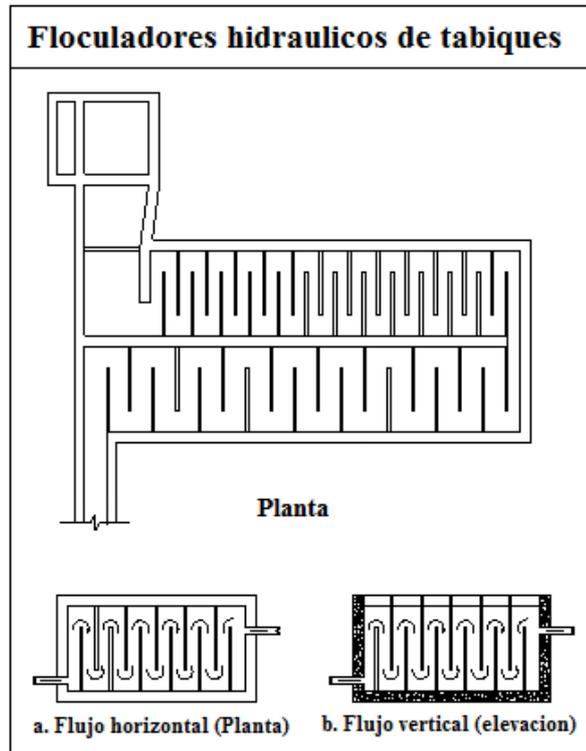
Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)

Elaborado por: Autor

La energía que se necesita para agitar la masa de agua en un floculador hidráulico horizontal o vertical se obtiene de la carga de velocidad del agua que adquiere al ser transportada por tuberías.

Los floculadores están divididos con tabiques, los cuales permiten tener un flujo uniforme con una leve agitación en las curvas.

Figura 11. Tipos de Floculadores hidráulicos

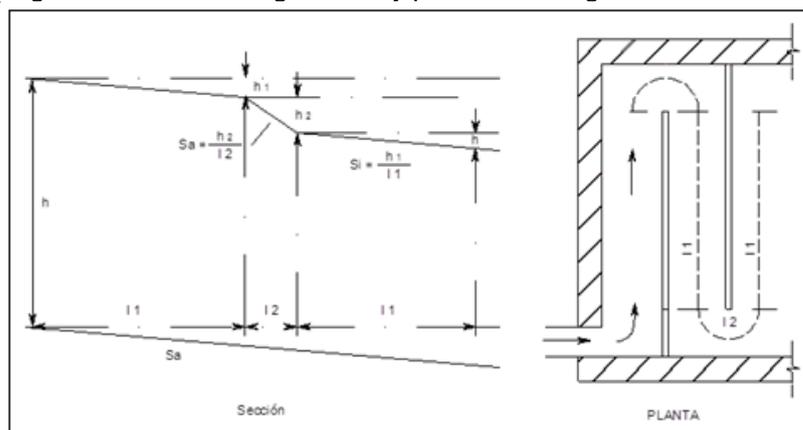


Fuente: (Arboleda Valencia, 2009)
Elaborado por: Autor

3.6.1 Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga que se dan en los floculadores son por los cambios de dirección (h'), por los ensanchamientos de las secciones o canales (h'') y por la fricción en los tramos rectos, la suma de todas estas pérdidas nos da la pérdida total de carga.

Figura 12. Gráfico del gradiente y pérdida de carga en un floculador



Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)
Elaborado por: Autor

3.6.2 Parámetros de diseños

El gradiente de velocidad en el floculador varía desde 90 s⁻¹ a 20s⁻¹, en forma decreciente desde que el flujo ingresa al floculador hasta cuando sale de él, en esta etapa de potabilización la velocidad también varía de 0,22 m/s a 0,08m/s.

El tiempo de retención (Tr) varía de 10 a 30 minutos de acuerdo a la temperatura, es así que a 20°C el Tiempo de floculación será alrededor de 15 minutos, mientras que a temperaturas de 10 a 15°C será mayor o igual 20minutos

Las placas divisoras en la unidad de floculación podrán ser de asbesto cemento, de madera, de fibra de vidrio etc. En la Planta de Tratamiento a diseñar se utilizara placas de fibra de vidrio con un coeficiente de Maning = 0,011

El coeficiente de perdida de carga (K) variara de 1,5 a 3 en las vueltas del flujo, y el espacio que debe de haber entre la pared y el extremo de la placa será 1,5 veces el espacio entre ellas.

3.6.3 Criterios de diseño

La pérdida de carga en los canales se calculara con la fórmula de Manning

$$hf1 = \left(\frac{v \cdot n}{r^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * L = \left(\frac{0,15 * 0,011}{0,14^{\frac{2}{3}}} \right)^2 * 108 = 0,004m$$

Dónde:

hf1 = Perdida de carga en el canal (m)

V = Velocidad en el canal (m/s)

n = Coeficiente de Manning (n = 0,011 fibra de vidrio)

r = Radio hidráulico (m)

L = Longitud del canal (m)

Perdida de carga en las curvas de los canales del floculador:

$$hf2 = \frac{k \cdot N \cdot v^2}{2 \cdot g} = \frac{3 \cdot 37 \cdot 0,15^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13m$$

Dónde:

Hf2 = Perdida de carga en las curvas (m)

k = Coeficiente de perdida de carga (1,5 -3)

N = Número de placas equidistantes

V = Velocidad del agua en la unidad (m/s)

G = Gravedad (m/s²)

El ancho de los canales se calculara dividiendo el área transversal para la profundidad del canal.

$$a = \frac{A}{h} = \frac{0,20}{0,70} = 0,33m$$

Dónde:

a = Ancho del canal (m)

A = Área transversal del canal (m²)

h = Profundidad (m)

La distancia entre el extremo de la placa y la pared debe ser 1,5 veces la separación entre ellas y se calculara con la siguiente formula, (CEPIS/OPS)

$$d = 1,5 * a = 1,5 * 0,33 = 0,5m$$

Dónde:

d = Distancia entre el extremo de la placa y la pared

a = Separación entre placas.

Gradiente de velocidad en el floculador que varía en forma decreciente y constante, que determinaremos con la siguiente formula. (Jorge Arboleda Valencia)

$$G = \left(\frac{P}{\mu}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{0,186}{0,00114}\right)^{\frac{1}{2}} = 40,39 \text{ s}^{-1}$$

Dónde:

G = Gradiente de velocidad (s⁻¹)

P = Peso específico del agua (kg/m³)

μ = Viscosidad dinámica (kg.s/m²)

La longitud total de los canales se obtendrá con el producto de la velocidad del tramo (v) por el tiempo de retención (to). (CEPIS/OPS)

$$L = v * t_o = 0,15 * 12 * 60 = 108m$$

Un punto muy importante es la pendiente en el fondo de la unidad, la cual debe ser igual a la perdida de carga de tal unidad para que así el gradiente de velocidad trabaje de forma decreciente y

la formación de los floculos no sea interrumpida, porque si no tiene pendiente el floculador la gradiente fuera de forma creciente.

3.6.4 Cálculos

Cuadro 31. Calculo del Floculador

FLOCULACION			
LONGITUD DE LOS CANALES			
$L = v \cdot t_o$	L(1) =	108	m
	L(2) =	78	m
SECCION DEL CANAL			
$A = \frac{Q}{v}$	A(1) =	0,2	m ²
	A(2) =	0,3	m ²
Usamos tabiques planos de fibra de vidrio			
Ancho	1,22	m	
Largo	2,44	m	
Borde libre	0,1	m	
Espesor	0,006	m	

ESPACIAMIENTO ENTRE TABIQUES			
$a = \frac{A}{h}$	a(1) =	0,33	m
	a(2) =	0,5	m

ESPACIAMIENTO ENTRE LA PUNTA DEL TABIQUE Y LA PARED			
$d = 1,5 \cdot a$	d(1) =	0,5	m
	d(2) =	0,75	m
ANCHO DEL TANQUE			
$B = 2,4 + d$	B (1) =	2,9	m
	B (2) =	3,15	m
NUMERO DE TABIQUES			
$N = \frac{L}{R}$	N(1) =	37	m
	N(2) =	25	m

LARGO DE LOS TRAMOS			
$m = N * a$	$m(1) =$	12,21	m
	$m(2) =$	12,5	m
ESPESOR DE LOS TABIQUES			
$Le = N * e$	$Le (1) =$	0,22	m
	$Le (2) =$	0,15	m
LONGITUD TOTAL DE LOS TRAMOS			
$LT = m * Le$	$LT (1) =$	12,43	m
	$LT (2) =$	12,65	m
TOTAL		25,08	m

Fuente. Autor

Cuadro 32. Calculo de Perdida de cargas

PERDIDAS DE CARGA DEL FLOCULADOR										
ZONA	VEL. (m/s)	LONG. CANAL (m)	ANCHO CANAL (m)	AREA HIDRAULIC A (m2)	PERIMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRAULIC O (m)	NUMERO TABIQUES (u)	$hf_3 = \frac{k * N * v^2}{2 * g}$	$hf_3 = \left(\frac{v * n}{r^2} \right)^2 * L$	PERDIDA TOTAL (m)
		L	B	A	P	$r = A/P$	N			
1	0,15	108	0,33	0,2	1,53	0,13	37	0,13	0,0045	0,135
2	0,1	78	0,5	0,3	1,7	0,18	25	0,04	0,0009	0,041
3										

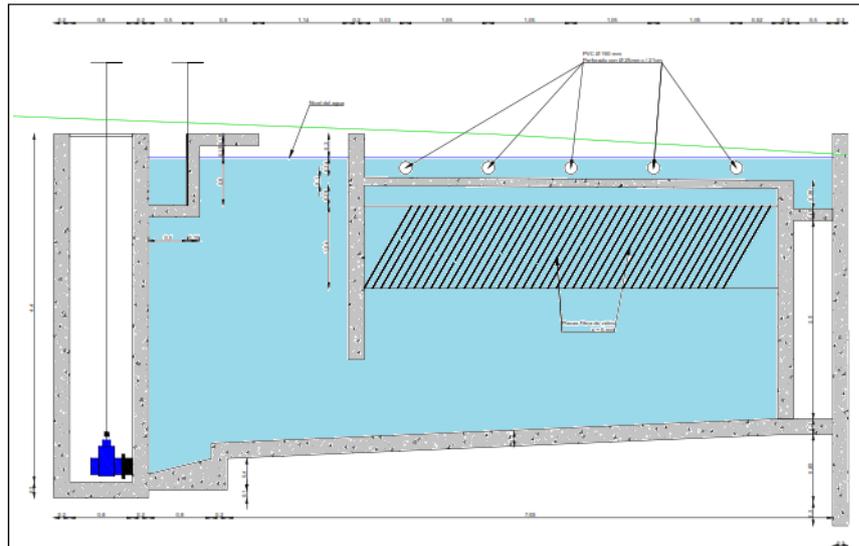
POTENCIA DISIPADA			
$P = \frac{\rho * hf}{t}$	$P(1) = \frac{999,11 * 0,113}{10 * 60}$	0,187	kg/m2*s
	$P(2) = \frac{999,11 * 0,051}{15 * 60}$	0,053	kg/m2*s
GRADIENTE HIDRAULICO			
$G = \left(\frac{P}{\mu} \right)^{\frac{1}{2}}$	$G(1) = \left(\frac{0,188}{0,00114} \right)^{\frac{1}{2}}$	40,5	s-1
	$G(2) = \left(\frac{0,057}{0,00114} \right)^{\frac{1}{2}}$	21,56	s-1
Debe tenerse en cuenta que existe la posibilidad de poner mas o menos tabiques para aumentar o disminuir el gradiente de velocidad cuando haga falta			
PENDIENTE DEL FONDO DE LA ESTRUCTURA			
$i = \frac{hf}{LT}$	$i(1) = \frac{0,404}{33,64}$	1,09	%
	$i(2) = \frac{0,505}{16,42}$	0,32	%

Fuente. Autor

El proceso de la sedimentación es netamente físico y se ha utilizado para la clarificación del agua, la partículas en suspensión se sedimentan de acuerdo a sus características y a su concentración, por lo cual se dividen en sedimentación de partículas discretas, sedimentación de partículas floculentas y por caída libre e interferida (Maldonado Yactayo 2004)

3.7 SEDIMENTADOR

Figura 13. Unidad de Sedimentación



Fuente. Planta de Tratamiento de Agua Potable de Baños
Sedimentación de partículas discretas.

Este tipo de partículas no cambian sus características durante la precipitación, y toma el nombre de sedimentación simple estas partículas se presenta en desarenadores, pre sedimentadores, sedimentadores como paso previo a la filtración lenta

Sedimentación de partículas floculentas.

Mediante agentes químicos las partículas coloidales se unen formando las partículas floculentas, las cuales al contrario de las discretas cambian sus características durante la precipitación, este tipo de proceso clarifica el agua y se da entre los procesos de la coagulación, floculación, y filtración rápida.

Sedimentación por caída libre e interferida.

La caída libre se da cuando existe baja concentración de partículas, con lo cual se sedimentan sin interferencias en cambio la sedimentación de caída interferida se da cuando existe una alta concentración de partículas, dando paso a colisiones que hacen que se mantengan fijas, produciendo así una sedimentación masiva

3.7.1 Clasificación de los procesos de sedimentación

El proceso de sedimentación cambia de acuerdo a las características físicas del agua a tratar, esto puede ser por los tipos de sólidos en suspensión y el grado de concentración de los mismos todo esto lo resumimos en la siguiente tabla:

Cuadro 33. Tipos de sedimentación

TIPOS DE SEDIMENTACION			
TIPO DE SEDIMENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE LOS SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	EJEMPLOS
1. Sedimentación de partículas discretas	Partículas discretas y aisladas en soluciones diluidas	No hay interacción entre las partículas y entre las partículas y el resto del fluido	Movimiento de sedimentación de partículas en desarenadores o presedimentadores
2. Sedimentación floculenta	Partículas aglomerables en soluciones relativamente diluidas	Las partículas se aglomeran agrupándose en partículas de mayor tamaño	Sedimentación de flocs en decantadores horizontales o de placas
3. Sedimentación retardada	Soluciones de concentración intermedia	Las partículas interfieren entre si en su descenso manteniendo posiciones estables.	Deposición de lodos en decantadores de flujo ascendente.
4. Sedimentación compresión	Soluciones de alta concentración	Se forma una estructura entre las partículas que va modificándose lentamente con el tiempo	Compactación de depósito de lodos

Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)

Elaborado por: Autor

La clasificación más recomendada para sedimentadores o decantadores son:

Cuadro 34. Clasificación de los procesos de sedimentación

CLASIFICACION DE LOS PROCESOS DE SEDIMENTACION SEGÚN EL SENTIDO DEL FLUJO			
SENTIDO DEL FLUJO	TIPO DE SEDIMENTACIÓN	EJEMPLO	TASA DE FLUJO
			$m^3/m^2/d$
Horizontal	1 y 2	Desarenadores	200 – 420
			15 - 30
Vertical	2 y 3	Manto de lodos	45 - 60
Inclinado (ascendente o descendente)	1 y 2	Decantadores con placas.	120 - 180

Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)

Elaborado por: Autor

3.7.2 Sedimentador de alta tasa (rata)

Este tipo de sedimentador tiene mejor eficiencia que los sedimentadores convencionales, por lo que actualmente son los más usados en plantas de tratamiento de agua potable, estas unidades están compuestas por tubos, placas planas u onduladas, paralelas entre sí con una separación de aproximadamente 5cm, formando con la horizontal un ángulo de inclinación de 30 a 60 grados con respecto a la horizontal, el cual facilita la auto limpieza de placas o tubos.

Estos sedimentadores cuentan con periodos de retención no mayores a 15 minutos, menores a los de los sedimentadores convencionales que tiene periodos de retención mayores a 2 horas, trabajan con cargas superficiales de 30 hasta 300 m/d.

Se los puede construir en áreas pequeñas, al constar de placas o tubos la área superficial aumenta, y la capacidad de sedimentación se incrementa son unidades poco profundas, trabajan con flujo laminar

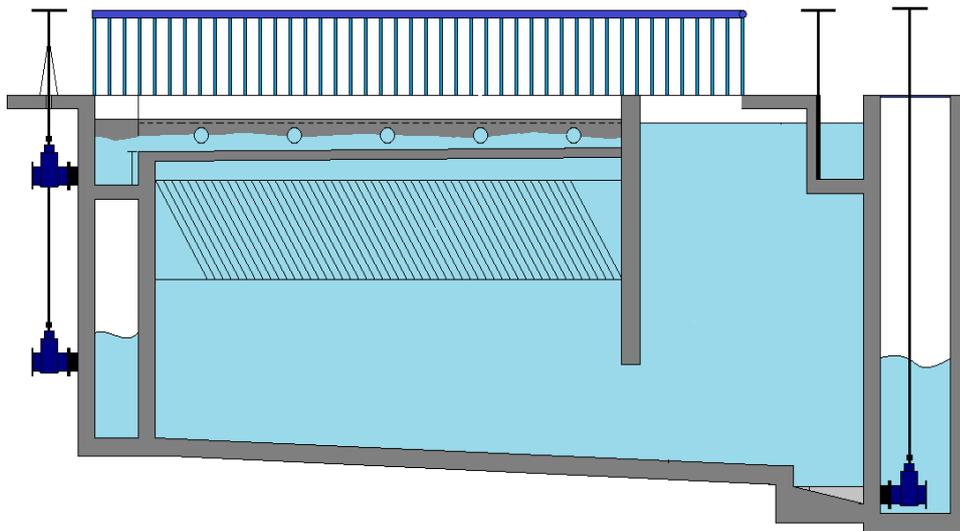
Para nuestro proyecto trabajaremos con placas planas de fibra de vidrio y un ángulo de inclinación de 60 grados

3.8 DECANTADORES

Los decantadores de alta tasa o laminares son sedimentadores que gracias a la colocación de placas paralelas a logrado disminuir su área superficial considerablemente, esto se debe a que al colocar placas paralelas entre si y a una inclinación considerable, se aumenta el área de sedimentación en dónde se depositan los lodos.

La diferencia entre los decantadores laminares y los decantadores convencionales están en que el primero trabaja con un número de Reynolds (< 500) y el otro con (Nr entre 10000 y 250000)

Figura 14. Corte del Decantador



Fuente. Autor

3.8.1 Parámetros de diseño

El principal parámetro de las unidades de decantación es la velocidad de sedimentación de los flóculos, lo cual depende fundamentalmente de la calidad de agua cruda que se va a tratar y del pre tratamiento, por estos motivos determinaremos la velocidad de sedimentación para cada caso.

La carga superficial utilizada en este tipo de decantadores varía entre 120 y 185 $m^3/m^2/d$ con una remoción del 90%, por lo cual se recomienda efectuar un estudio de tratabilidad para obtener una tasa de decantación que nos de 2UN de turbiedad residual.

El Número de Reynolds en un decantador puede llegar hasta 500 sin obtener ninguna disminución en su eficiencia

Si se utiliza el número de Reynolds al límite máximo del rango podremos ampliar la separación entre placas y por lo cual tendremos menos gastos.

3.8.2 Criterios de diseño

Figura 15. Zona de Decantación



Fuente. Planta de Tratamiento de Agua Potable de Baños
Elaborado por. Autor.

Área superficial de la unidad (As).- Comprende la área que será cubierta por las placas de fibra de vidrio, colocadas a 60 grados con respecto a la horizontal en las cuales se sedimentaran los flóculos, para lo cual usaremos la siguiente formula.

$$As = \frac{qd}{f * Vs} = \frac{0,015}{7,03 * 0,000209} = 10,21m^2$$

Dónde:

qd = Caudal del decantador (m³/s)

Vs = Velocidad de sedimentación (m/s)

f = Factor de área

Factor de área:

$$f = \frac{\text{Sen } \acute{U} * (\text{Sen } \acute{U} + Lr * \text{Cos } \acute{U})}{s} = \frac{\text{Sen}60 * (\text{Sen}60 + 13,37 * \text{Cos}60)}{1,18} = 7,03$$

Dónde:

Ú = Angulo de inclinación respecto a la horizontal

S = Modulo de eficiencia de las placas

Longitud relativa:

$$Lr = \frac{Lu}{d} = \frac{1,16}{0,08} = 14,5m$$

Dónde:

Lu = Longitud útil dentro de la placa (m)

d = espaciamiento entre placas (m)

Longitud relativa entre placas:

$$Lu = b - \acute{e} * \cos \acute{U} = 1,2 - (0,1 * \cos 60) = 1,16m$$

Dónde:

b = Ancho de las placas (m)

é = Separación de placas en el plano horizontal (m)

Espaciamiento entre placas:

$$d = \acute{e} * \sin U - e = 0,1 * \sin 60 - 0,006 = 0,080 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

Dónde.

Ú = Angulo de inclinación respecto a la horizontal

e = Espesor de las placas (m)

Número de placas (N).- Se calculara el número de placas a instalar en el sedimentador con la siguiente formula.

$$N = \frac{As * \text{Sen } \acute{U}}{B * d} = \frac{10,21 * \text{Sen } 60}{2,40 * 0,08} = 46$$

Dónde:

As = Área superficial del sedimentador (m2)

Ú = Angulo de inclinación

B = Ancho del decantador (sedimentador) (m)

d = Espaciamiento entre placas (m)

Numero de Reynolds.- el número de Reynolds se comprobara con la siguiente formula.

$$NR = \frac{4 * Rh * Vo}{\nu} = \frac{4 * 3,87 * 0,339}{0,0114} = 460,33$$

Dónde:

Rh = Radio medio hidráulico (m)

V_o = Velocidad media del flujo (m/s)

ν = Viscosidad cinemática (m²/s)

3.8.3 Cálculos

Cuadro 35. Calculo del Decantador

ZONA DE DECANTACION		
ESPACIAMIENTO ENTRE PLACAS		
$d = e \cdot \text{sen } \hat{U} - e$	0,08	
	8	
LONG. UTIL DENTRO DE LAS PLACAS		
$L_u = b - e \cdot \text{cos } \hat{U}$	1,16	m
LONG. RELATIVA DEL MODULO DE PLACAS		
$L_r = \frac{L_u}{d}$	14,5	m
VELOCIDAD DE FLUJO ENTRE LAS PLACAS		
$V_o = \frac{T}{\text{Sen } \hat{U}}$	144,34	m/día
	0,0017	m/s
VELOCIDAD DE SEDIMENTACION		
$V_s = \frac{V_o}{(\text{Sen } \hat{U} + L_r \cdot \text{Cos } \hat{U})}$	0,000209	m/s
FACTOR DE AREA		
$f = \frac{\text{Sen } \hat{U} \cdot (\text{Sen } \hat{U} + L_r \cdot \text{Cos } \hat{U})}{s}$	7,03	
AREA SUPERFICIAL DE LA UNIDAD		
$A_s = \frac{qd}{f \cdot V_s}$	10,21	m ²
NUMERO TOTAL DE PLACAS		
$N = \frac{A_s \cdot \text{Sen } \hat{U}}{B \cdot d}$	46	u
LONG. TOTAL DEL DECANTADOR		
$LT = \frac{(b \cdot \text{Cos } \hat{U} + N \cdot d + (N+1) \cdot e)}{\text{Sen } \hat{U}}$	5,27	m
VELOCIDAD MEDIA DEL FLUJO		
$V_o = \frac{Q}{A_s \cdot \text{Sen } \hat{U}}$	0,00339	m/s
RADIO HIDRAULICO DEL MODULO DE PLACAS		
$RH = \frac{L \cdot d}{2 \cdot (L + d)}$	0,0387	m
NUMERO DE REYNOLDS		
$NR = \frac{4 \cdot Rh \cdot V_o}{\nu}$	460,33	
CARGA SUPERFICIAL REAL		
$V_{sc} = \frac{V_o}{(\text{Sen } \hat{U} + (\frac{1}{2}) - 0,013 \cdot NR \cdot \text{Cos } \hat{U})}$	0,0431	
VELOCIDAD LONGITUDINAL		
$V_{oM} = (NR/8)^{0,10} \cdot V_{sc}$	0,3269	cm/s

Fuente. Autoría

3.9 TUBERÍA DE AGUA DECANTADA

Figura 16. Tubos de Recoleccion de Agua decantada



Fuente. [Http://www.eldiaonline.com](http://www.eldiaonline.com)
Elaborado por: Autor

Al utilizar tubería para recolección del agua decantada esta debe de cumplir con algunas condiciones para tener excelentes resultados, Una condición básica es que el tubo no debe de trabajar a sección llena para lograr una recolección equitativa, debe de tener una carga de agua de 5 a 10 cm, las perforaciones deben ir en la parte de arriba de la tubería, todos los orificios deberán tener el mismo diámetro

3.9.1 Criterios de diseño

Longitud de la tubería para recolección

$$L_{rec} = \frac{qd}{q_{rec}} = \frac{15,15}{1,8} = 8,42 \text{ m}$$

Dónde:

q_{rec} = Caudal máximo de recolección por metro de tubería (m³/s)

qd = Caudal de diseño de un decantador (m³/s)

Separación real entre tubos de recolección

$$S_r = \frac{L}{N} = \frac{5,27}{5} = 1,05 \text{ m}$$

Dónde:

L = Longitud de unidad de sedimentación (m)

N = Numero de tubos de recolección (m)

Caudal en cada tubo de recolección.

$$q' = \frac{qd}{N} = \frac{15,15/1000}{5} = 0,00303$$

Dónde:

qd = Caudal de un decantador (m3/s)

N = Numero de tubos de recolección

Diámetro del tubo de recolección

$$D = q'^{0,4} = 0,098 \text{ m} = 110\text{mm}$$

Dónde:

q = Caudal de cada tubo de recolección (m3/s)

Área de los orificios de recolección.

$$a = \frac{PI * D^2}{4} = \frac{3,14 * 0,025^2}{4} = 0,00049 \text{ m}^2$$

Dónde:

D = diámetro asumido (m)

Caudal por orificios de recolección

$$q_o = Cd * a * V = 0,6 * 0,00049 * 0,98 = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dónde:

Cd = Coeficiente de contracción

a= Área de los orificios de recolección (m2)

v = Velocidad de los orificios de recolección (m/s)

Numero de orificios por unidad de decantación

$$N_o = \frac{q}{q_o} = \frac{0,015}{0,0003} = 51$$

Dónde:

q = Caudal de diseño de un decantador (m³/s)

q_o = Caudal por orificio de recolección (m³/s)

Numero de orificios por tubo de recolección

$$n_o = \frac{N_o}{N} = \frac{51}{5} = 10,2 = 11$$

Dónde:

N_o = Numero de orificios por unidad de decantación

N = Numero de tubos de recolección

Separación entre orificios

$$S_o = \frac{B}{n_o} = \frac{2,06}{11} = 0,19m$$

Dónde:

B = Ancho neto del decantador (m)

n_o = Numero de orificios por tubo de recolección

3.9.2 Cálculos

Cuadro 36. Cálculo de La tubería para la recolección

LONG. MINIMA TUBERIA PARA ADECUADA RECOLECCION		
$L_{rec} = \frac{q}{q_{rec}}$	8,33	m
NUMERO DE TUBOS DE RECOLECCION		
$N = \frac{L_{rec}}{B}$	5	u
SEPARACION REAL ENTRE TUBOS DE RECOLECCION		
$Sr = \frac{L}{N}$	1,05	m
CAUDAL EN CADA TUBO DE RECOLECCION		
$q' = \frac{qd}{N}$	0,003	m3/s
DIAMETRO DEL TUBO DE RECOLECCION		
$D = q'^{0,4}$	0,098	m
	110	mm
Asumimos	160	mm
AREA DE LOS ORIFICIOS DE RECOLECCION		
$a = \frac{\pi D^2}{4}$	0,00049	m2
VELOCIDAD EN LOS ORIFICIOS DE RECOLECCION		
$V = (2 * g * h)^{0,5}$	0,98	m/s
CAUDAL POR ORIFICIO DE RECOLECCION		
$q_o = Cd * a * V$	0,0003	m3/s
NUMERO DE ORIFICIOS POR UNIDAD DECANTACION		
$N_o = \frac{q}{q_o}$	50	u
NUMERO DE ORIFICIOS POR TUBO DE RECOLECCION		
$n_o = \frac{N_o}{N}$	10	u
SEPARACION ENTRE ORIFICIOS		
$S_o = \frac{B}{n_o}$	0,21	m
	21	cm

Fuente. Autor

3.10 FILTRACIÓN

Figura 17. Batería de Filtros



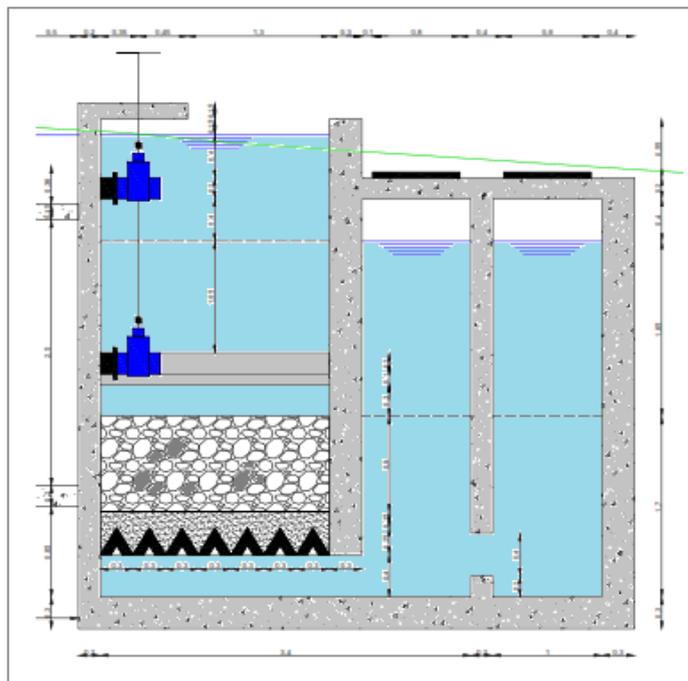
Fuente. Planta de Tratamiento de Agua Potable de baños
Elaborado por: Autor

La filtración es la última etapa hidráulica del proceso de potabilización que remueve partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa, mediante una capa porosa que puede ser de: arena, antracita o de las dos en conjunto.

Esta etapa es la responsable de dar agua de calidad que cumpla con los estándares de potabilidad (Ing. Víctor Maldonado CEPIS/OPS)

3.10.1 Filtro de taza declinante

Figura 18. Corte del Filtro de taza declinante



Fuente. Autor

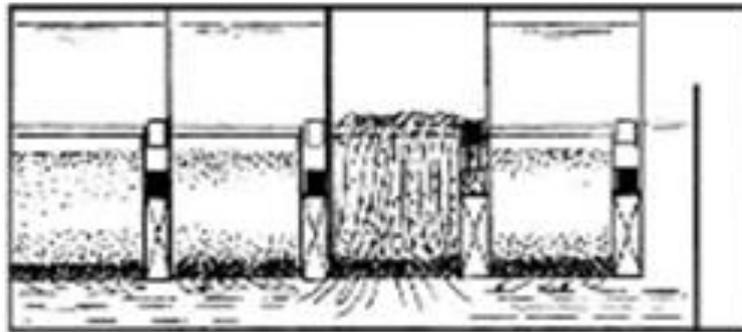
3.10.2 Parámetros de diseño

Los filtros de taza declinante y lavado mutuo tienen los siguientes parámetros:

Operan con una carga hidráulica que va desde 1,80 a 2m con la cual completan carreras de operación de 40 a 50 horas, no constan con tubería para transportar agua filtrada, el lavado de las unidades se realiza hidráulicamente es por eso que este tipo de sistema de filtración debe contar como mínimo con 4 unidades, para que el lavado de una unidad se realice con la carga hidráulica de las otras tres unidades, despreciando así un tanque elevado o un sistema de bombeo para el retro lavado.

Por lo que estas unidades cuentan con fondo falso que se intercomunican entre sí como se puede observar en la siguiente fig.

Figura 19. Circulación de agua durante el retro lavado



Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)
Elaborado por: Autor

Con este tipo de lavado el medio filtrante se expandirá un 25 a 30% lo cual está recomendado en la **Norma**.

3.10.3 Criterios de diseño

Los criterios que se expondrán a continuación son similares entre filtros que reciben agua decantada, coagulada o floculada, con alguna excepción en recomendaciones que se dé por las características de los medios filtrantes.

Número de filtros (N)

El número de filtros de una planta de tratamiento depende de tasa de filtración y del área que se le quiera dar a cada unidad, en este caso se optó por los filtros rápidos de tasa declinante por lo que se tendrá por lo mínimo 4 filtros los cuales funcionaran con lavado mutuo.

Para obtener el número de filtros optaremos por la fórmula de Morril y Wallace

$$N = 0,044\sqrt{Q} = 0.004\sqrt{2332,8} = 3$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño

Asumiremos un número de 4 unidades de filtración, porque es una de las características principales para realizar un retro lavado.

Caudal para un filtro (Qu)

Se calculara el caudal de cada unidad de filtración para luego calcular el área del mismo, esta dato se obtendrá con la siguiente formula.

$$Q_u = \frac{Q}{N} = \frac{2617,92}{4} = 654,48 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dónde:

Q = Caudal de diseño

N = Numero de filtros

Área de cada filtro (Af)

El área de un filtro debe tener las dimensiones necesarias para que al pasar todo el caudal de filtración, este expanda un 30% de la capa filtrante con lo cual se lograra un lavado óptimo del filtro, para el cálculo de esta área tenemos la siguiente formula.

$$A_f = \frac{Q_u}{C_s} = \frac{654,48}{220} = 2,97$$

Dónde:

Qu = Caudal para un filtro

Cs = Tasa o velocidad de filtración

Dimensiones del filtro

$$B = \sqrt{\frac{Af}{1,4}} = \sqrt{\frac{2,97}{1,4}} = 1,5m$$

Para el cálculo del largo y ancho nos basaremos en las siguientes relaciones

$$\frac{B}{L} = \frac{N+1}{2N}$$
$$1 \leq \frac{L}{B} \leq 3$$

Dónde:

B = Ancho del filtro

L = Largo del filtro

N = Numero de filtros

Tasa o Velocidad de filtración durante el lavado

La tasa de filtración durante el retro lavado es superior a la tasa de filtración con la que trabajan los filtros normalmente, esto sucede porque el área de filtración disminuye para lo cual contaremos con las siguientes fórmulas.

$$AFL = (N-1)*AF$$

$$VFL = \frac{Q}{AFL} = \frac{0,03*86400}{8,91} = 293,82 \frac{m^3}{m^2} / d = 0,0034 \text{ m/s}$$

Dónde:

AFL = Área de filtración durante el lavado

AF = Área de un filtro

N = Numero de filtros de la batería

Q = Caudal de filtración

Pérdida de carga al inicio de la filtración.

3.10.4 Cálculos del diseño

Cuadro 37. Calculo de la unidad de los filtros

FILTROS		
NUMERO DE FILTROS		
$N = 0,044\sqrt{Q}$	3	u
Asumimos	4	u
CAUDAL DE UN FILTRO		
$Q_u = \frac{Q}{N}$	650,79	m ³ /d
	7,532291667	l/s
VOLUMEN DE AGUA FILTRADA		
$V_f = \frac{Q_f * T_f}{24}$	813,4875	m ³
$Q_f = Q_u$		
TASA DE FILTRACION DURANTE EL LAVADO		
NUMERO DE FILTROS	3	u
AREA DE FILT. EN EL LAV. (AFL)	8,88	m ²
VELOCIDAD DE FILTRACION		
$VFL = \frac{Q}{AFL}$	293,15	m ³ /m ² /d
	0,00339	m/s

Fuente. Autor

3.11 PÉRDIDAS DE CARGA EN LA FILTRACIÓN.

3.11.1 Criterios de diseño

Pérdida al Inicio de la Filtración

La pérdida en el inicio de la filtración es el resultado de la sumatorio de las pérdidas en: capas filtrantes, fondo falso, sistema de drenaje, entrada y salida del filtro, para lo cual nos basaremos en los principios de Ergun (1962).

Para la pérdida de carga en las capas filtrantes utilizaremos la siguiente formula:

$$h_o = 180 * \frac{v}{g} * V * \frac{(1 - \epsilon_o)^2}{\epsilon_o} * \frac{1}{C e^2} * L * \left(\sum_{i=1}^i \frac{X_i}{d_i^2} \right)$$

Dónde:

v = Viscosidad cinemática

g = Gravedad

V = Velocidad de filtración

ϵ_o = Porosidad inicial del medio

Ce = Coeficiente de esfericidad

L = Espesor de la sub capa filtrante

$\sum xi/di2$ = Sumatoria del % pasa / diámetro efectivo

Perdida de carga en el fondo falso

$$h_{ff} = \frac{K * V_{ff}^2}{2 * g} = \frac{1 * 0,05^2}{2 * 9,81} = 0,00012742 \text{ m}$$

Dónde:

K = Coeficiente de perdida de carga

V_{ff} = Velocidad en el fondo falso

g = Gravedad

Perdida de carga en el sistema de drenaje

$$h_{fd} = \frac{q_0^2}{2 * C_d^2 * A_o^2 * g} = \frac{0,00051531^2}{2 * 0,652^2 * 0,00050671^2 * 9,81} = 0,1247 \text{ m} = 12,47 \text{ cm}$$

Dónde:

q₀ = Caudal por orificio (m³/s)

g = Gravedad (m²/s)

C_d = Coeficiente de descarga

A_o = Área de cada orificio (m²)

Perdida de carga en la entrada y salida del filtro

$$h_{fi} = \frac{K * V_e^2}{2 * g} = \frac{1 * 0,24^2}{2 * 9,81} = 0,00293 \text{ m} = 0,29 \text{ cm}$$

Dónde:

K = Coeficiente de descarga

V_e = Velocidad en la entrada / salida del filtro (m/s)

g = gravedad (m²/s)

3.11.2 Cálculos del diseño

Cuadro 38. Granulometría de la grava

GRANULOMETRIA DE LA GRAVA								
di min (mm)	di max (mm)	di * d2	%retenido	% pasa	di(mm)	xi	xi/di^2	Hfg (mm)
15,8	19,05	300,99	0	100	17,35	0	0	3,70821E-06
12,7	15,8	200,66	19	81	14,17	0,19	0,0009	
9,52	12,7	120,9	28	53	11	0,28	0,0023	
4,75	9,52	45,22	19	34	6,72	0,19	0,0042	Hfg (cm)
2,36	4,75	11,21	19	15	3,35	0,19	0,0169	0,003708208
0	2,36	0	15		0	0,15	0	
			0			0	0,0243	

Fuente. Autor

Cuadro 39. Granulometría de la arena

GRANULOMETRIA DE LA ARENA										
di min (mm)	di max (mm)	di*d2	Peso retenid	% reten.	% ret. Acumul	% pasa	di (mm)	xi	xi/di^2	Hfa (mm)
1,19	1,41	1,68	50	10	10	90	1,3	0,1	0,06	0,0004
1	1,19	1,19	235	47	57	43	1,09	0,47	0,4	
0,841	1	0,84	125	25	82	18	0,92	0,25	0,3	
0,707	0,841	0,59	40	8	90	10	0,77	0,08	0,13	Hfa(cm)
0,595	0,707	0,42	25	5	95	5	0,65	0,05	0,12	0,4117
0,42	0,595	0,25	25	5	100	0	0,5	0,05	0,2	
0	0,42	0	0	0			0	0	0	
			500	100			1	1,21		

Fuente. Autor

Cuadro 40. Calculo del falso fondo

FALSO FONDO		
$Vff = \frac{Q}{B * H}$	0,05	m/s
$hff = \frac{K * Vff^2}{2 * g}$	0,000127421	m
	0,0127421	cm
PERDIDA DE CARGA EN LA VALVULA DE INGRESO		
$Ve = \frac{qf}{Av}$	0,24	m/s
$hfi = \frac{K * Ve^2}{2 * g}$	0,00293578	m
	0,293577982	cm
PERDIDA DE CARGA EN LA VALVULA DE PURGA		
$Vs = \frac{Vl * \dot{A}f}{Av}$	1	m/s
$hfp = \frac{K * Vs^2}{2 * g}$	0,0509684	m
	5,096839959	cm

Fuente. Autor

Cuadro 41. Calculo del Drenaje del Filtro

DRENAJE		
NUMERO DE ORIFICIOS POR VIGUETA		
$N1 = 2 * \frac{L}{s/100}$	21	u
NUMERO TOTAL DE ORIFICIOS		
$NT = Nv * N1$	147	u
CAUDAL POR ORIFICIO		
$qo = \frac{Qf}{NT}$	0,000510204	m3/s
AREA DE CADA ORIFICIO		
$Ao = \frac{\pi * do^2}{4}$	5,06707	cm2
	0,000506707	m2
PERDIDA DE CARGA EN EL DRENAJE		
$hfd = \frac{qo^2}{2 * Cd^2 * Ao^2 * g}$	0,122306161	m
	12,23061606	cm

Fuente. Autor

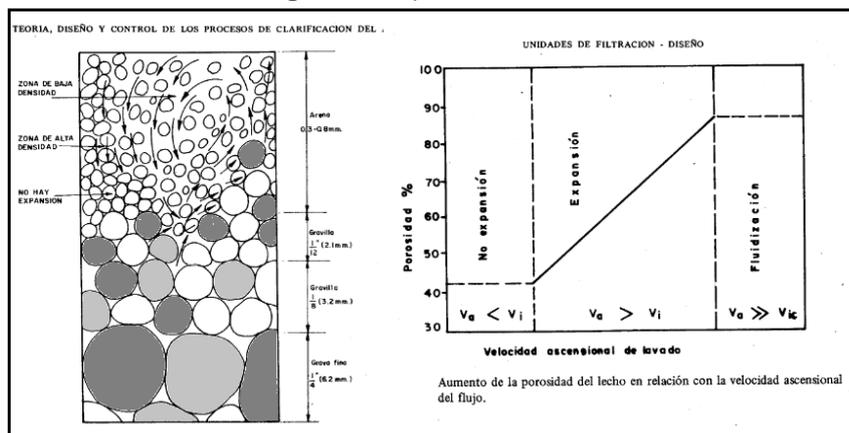
3.12 EXPANSIÓN EN EL MEDIO FILTRANTE

3.12.1 Criterios de diseño

Expansión del medio filtrante durante el lavado

Cuando se realiza el retro lavado en un filtro este genera una expansión del lecho filtrante entre el 25 o 30% de su profundidad, para el cálculo de dicha expansión necesitamos averiguar la: Superficie específica, Número de Galileo, Número de Reynolds

Figura 20. Expansión del Lecho Filtrante



Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)

Elaborado por: Autor

Superficie específica (Sv)

$$Sv = \frac{6}{Ce \cdot De}$$

Dónde:

Ce = Coeficiente de esfericidad

De = diámetro efectivo de la sub capa

Numero de Galileo

$$Ga = \frac{De^3 * \rho_a(\rho_s - \rho_a) * g}{\mu^2}$$

Dónde:

De = Diámetro efectivo

ρ_a = Masa específica del agua (kg/m³)

ρ_s = Peso específico de la arena (kg/m³)

g = Gravedad

μ = Viscosidad absoluta del agua (N*s/m²)

Numero de Reynolds

$$Re = \frac{Va \cdot De \cdot \rho_a}{\mu}$$

Dónde:

Va = Velocidad ascensional de lavado (m/s)

De = Diámetro efectivo de la sub capa (m)

ρ_a = Masa específica del agua (kg/m³)

μ = Viscosidad absoluta del agua (N*s/m²)

Porosidad de la subcapa expandida:

Este valor se obtiene mediante tablas en función al coeficiente de esfericidad que para nuestro diseño asumimos de: Ce = 0,80

Cuadro 42. Coeficiente de esfericidad

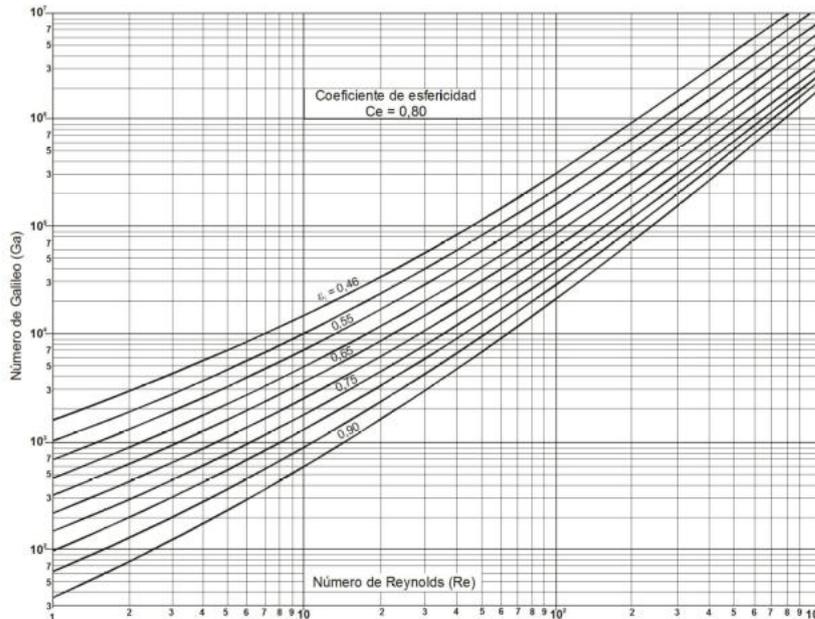


Figura 5-16. Porosidad del lecho expandido (ϵ_e) en función del número de Galileo (Ga) y del número de Reynolds (Re) para $C_e = 0,80$ (3)

Fuente: (Arboleda Valencia, 2000)
Elaborado por: Autor

Perdida de carga durante el lavado

$$HL = \frac{(1-\epsilon_0)(\rho_s-\rho_a)*L_0}{\rho_a} = \frac{(1-0,42)(2650-999,11)*0,9}{999,11} = 0,86m$$

Dónde:

- ϵ_0 = Porosidad de la capa filtrante
- ρ_a = Masa específica del agua (kg/m³)
- ρ_s = Peso específico de la arena
- L_0 = Altura del medio filtrante, arena (m)

Perdida de carga en el canal recolector de lavado

Para el cálculo de esta pérdida utilizaremos las mismas fórmulas de la entrada y salida del filtro.

Para saber a qué altura se coloca la canal de recolección del retro lavado se debe sumar todas las pérdidas de los puntos anteriores.

3.12.2 Cálculos del diseño

Cuadro 43. Cálculo de la expansión de la capa filtrante

ARENA										
dgm (m)	h.inicial (m)	xi	Sup.Específica (Sv)	Num. Galileo (Ga)	Num. De Reynolds (Re)	Poros. Subcapa expand Ce = 0,80	xi/(1-εi)	Porosidad expand. Promed. (εi)	Altura expand. (m)	% Expansion promed. E
						0,8				
0,0013	9	0,1	5769,23	2,74E+10	11403	0,55	0,222	0,52	116,1	29
0,00109	42,3	0,47	6880,73	1,62E+10	9561	0,49	0,922			
0,00092	22,5	0,25	8152,17	9,71E+09	8070	0,48	0,481			
0,00077	7,2	0,08	9740,26	5,69E+09	6754	0,54	0,174			
0,00065	4,5	0,05	11538,46	3,43E+09	5702	0,6	0,125			
0,0005	4,5	0,05	15000	1,56E+09	4386	0,67	0,152			
0	0	0	#DIV/0!	0	0	0	0			
0	90	1		0	0	3,33	2,076			

Fuente: Autor

Cuadro 44. Calculo de perdida de carga en el retro lavado

PERDIDA EN EL FONDO FALSO			
SECCION TRANSVERSAL DE FF	AFF	AFF=H1*L	0,84 m2
VELOCIDAD EN EL FF	VLF	VLF = QL/AFF	0,035714286 m/s
PERDIDA DE CARGA FF	HL3	HL = (K*VLF^2)/2g	4,55075E-05 m
PERDIDAS DE CARGA DURANTE EL RETROLAVADO			
PERDIDA DE CARGA EN LA ENTRADA Y SALIDA DEL FILTRO			
PERDIDA EN LA ARENA			
$HL = \frac{(1 - \epsilon_o)(\rho_s - \rho_a) * L_o}{\rho_a}$		0,862532234	m
PERDIDA EN LA GRAVA			
$HL = \frac{(1 - \epsilon_o)(\rho_s - \rho_a) * L_o}{\rho_a}$		0,422196475	m
PERDIDA DE CARGA EN LA ENTRADA			
DATOS	K		
Entrada	0,5		
Velocidad de entrada y salida	0,01	m/s	
Aceleracion gravedad	9,8	m/s2	
$Hf = k * \frac{Vc^2}{2g}$		2,55E-06	m
HT	1,488082928	m	
Hvs = Hf inicial+Hf lavado		1,6175829	m

Fuente: Autor

3.13 DESINFECCIÓN

Figura 21. Caseta de Cloración

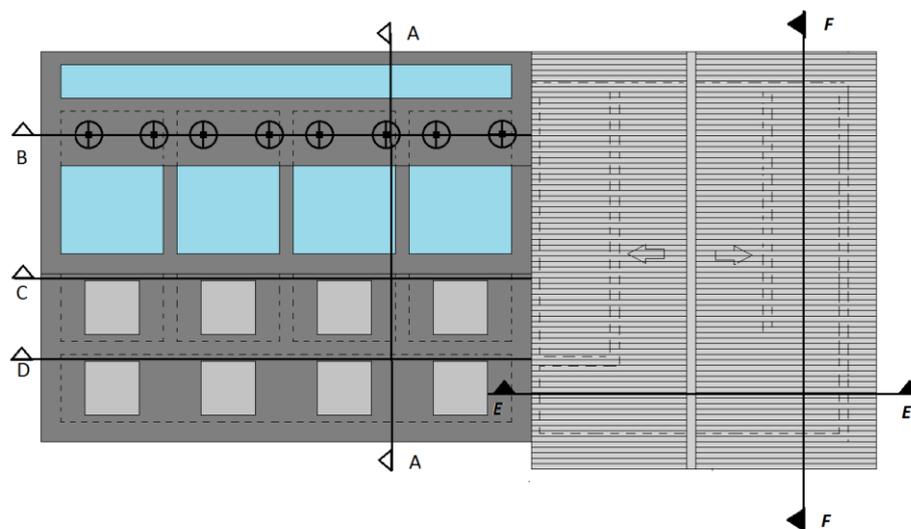


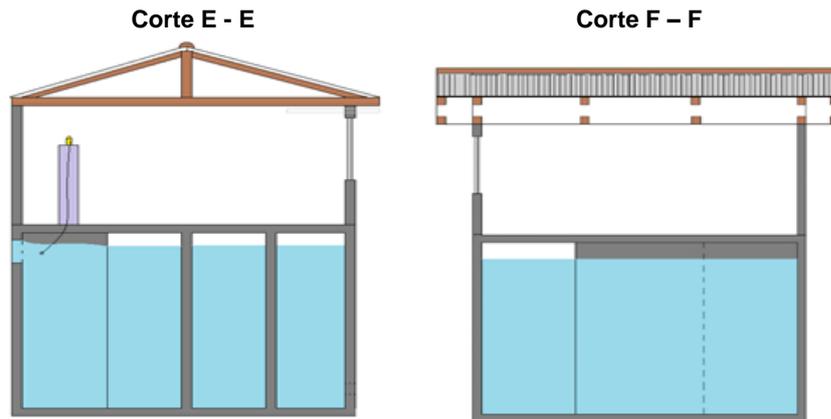
Fuente: Planta de Tratamiento de Agua Potable de Baños
Elaborado por: Autor

El agua luego de pasar por todo el proceso de: floculación, sedimentación y filtración, no llega al 100% de eficiencia contra los microorganismos patógenos, por lo que debe contar con un proceso de desinfección el cual garantice la calidad del agua.

La desinfección es un proceso que puede darse directamente en aguas con características especiales, esto quiere decir que tengan un grado de contaminación mínima, de lo contrario deben tener procesos previos como floculación, sedimentación, filtración.

Figura 22. Vista en planta y corte de la caseta de Cloración





Fuente: Autor

Utilidad de la desinfección

Con la desinfección el proceso de tratamiento del agua quiere obtener los siguientes objetivos:

Reducir los contaminantes microbiológicos en el agua cruda (en casos especiales)

Luego de la filtración desinfectar el agua sería uno de los pasos más importantes de la purificación.

Desinfección simple a aguas libres de contaminación físico y químicas que no se necesite otro tratamiento

Para que la desinfección sea eficiente en un proceso de tratamiento de aguas estas deben de encontrarse libres de partículas coloidales, esto quiere decir con turbiedad cercana a la unidad es por eso que los proceso anteriores a la desinfección deben ser lo más eficientes y efectivos posibles.

Factores que influyen en la desinfección

Estos factores debemos tenerlos muy en cuenta y son los siguientes:

- Tipo de microorganismos presentes
- Concentración del desinfectante
- Temperatura
- Características del agua
- PH
- Tiempo de contacto del desinfectante

Cuadro 45: Valores de tiempo de contacto versus dosis de cloro (DT) para la destrucción de micro organismos patógenos

pH	Virus		Protozoarios		
	0-5 °C	10 °C	5 °C	15 °C	25 °C
6,0	—	—	80	25	15
7,0	—	—	100	—	35
7,0-7,5	12	8	—	—	—
7,5-8,0	20	15	—	—	—
8,0	—	—	150	50	15
8,0-8,5	30	20	—	—	—
8,5-9,0	35	22	—	—	—

Fuente: Capítulo 10 (Desinfección) Quím. Ada Barrenechea Martel
Ing. Lidia de Vargas

Variables controlables en la desinfección

Estas variables son las siguientes:

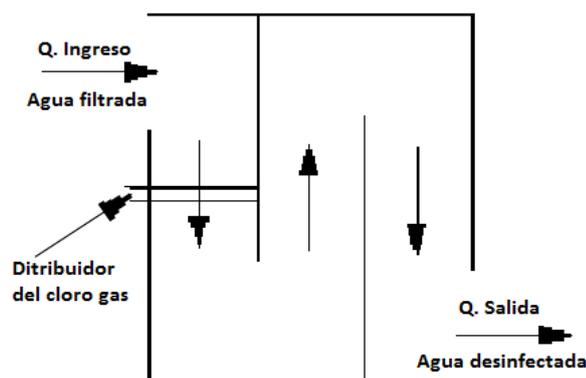
Característica y concentración del desinfectante.

Grado de agitación que se dé a la agua.

Tiempo de contacto del desinfectante con los microorganismos.

La Planta de tratamiento contará con una cámara para la desinfección la cual se encontrará luego de la unidad de filtración, esta cámara está conformada por tabiques similares a los de la floculación con lo que se tendrá un flujo tipo pistón, lo que dará un tiempo de retención hidráulica, dando así un contacto del cloro gas con el agua suficiente para eliminar los microorganismos.

Figura 23. Cámara de desinfección



Fuente. Autor

La cámara de desinfección contará con una entrada del agua filtrada luego de cual tendrá el distribuidor de la solución de cloro mediante un tubo PVC, la salida contará con un vertedero para regular el caudal interior de la cámara y el que sale al tanque de reserva.

Según las Normas Brasileñas el tiempo de contacto del cloro con el agua para que este sea eficiente es de 25 minutos y elimine en su totalidad los virus, bacterias y protozoos.

Figura 24. Cilindros de Cloro gas



Fuente: Planta de Tratamiento de Agua Potable de Baños
Elaborado por: Autor

3.13.1 Criterios de diseño

El proceso de cloración a utilizarse en la planta de tratamiento será el recomendado por la guía de diseño de unidades de desinfección de la OPS/CEPIS, que es el de cloro gas en una cámara de dos tramos.

Masa de cloro gas dosificada es igual a:

$$M_{Cl} = Q \cdot D \cdot 86,4 = 0,0303 \cdot 2 \cdot 86,4 = 5,23 \text{ kg/d} = 0,0606 \text{ g/s}$$

Dónde:

Q = Caudal de ingreso (m³/s)

D = Dosis de cloro gas (mg/l)

Caudal de la solución de cloro

$$q_{sol} = \frac{1000 \cdot Q \cdot D}{C} = \frac{1000 \cdot 0,0303 \cdot 2}{1500} = 0,0404 \text{ l/s}$$

Dónde:

C = Concentración de la solución de cloro gas (mg/l)

La cantidad necesaria de cloro que se necesita para la Planta se lo realizara de cilindros de 75 kilogramos aplicando la siguiente formula.

$$N_{cf} = \frac{M_{cl}}{Ex} = \frac{0,0606}{0,0404} = 0,287$$

Asumimos 1 cilindro de cloro gas.

Dónde:

N_{cf} = Numero de cilindros en servicio (u)

M_{cl} = Masa del clorado gas dosificado (kg/d)

Ex = Extracion maxima de cilindros de 75kg

La extracion maxima de los cilindros lo obtendremos en la siguiente tabla en funcion del peso

Cuadro 46 Características de los cilindros de cloro

Peso del contenido		Peso del cilindro		Peso total del cilindro lleno		Maximo flujo de cloro que se puede extraer de un cilindro	
kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb
50	100	33	72,6	83	172,6	11,7	26
75	150	40 -59	88-129,8	115 -134	238- 279,8	18,2	40
1000	2000	680	1496	1680	3496	182	400

Fuente: (CEPIS/OPS Tratamiento de agua para consumo humano, 2006)

Elaborado por: Autor

Para el calculo del numero de cilindros que seran almacenados en la bodega de quimicos se utilizara la siguiente formula.

$$N_{ca} = \frac{M_{ct} * T}{C_c} = \frac{5 * 30}{75} = 2$$

Donde:

N_{ca} = Numero de cilindros almacenados (u)

T = Periodo de almacenamiento (d)

C_c = Capacidad de cilindros almacenados (kg)

Volumen necesario del agua para que entre en contacto con el cloro.

$$V_{cc} = Q * T_c * 60 = 0,0303 * 25 * 60 = 45,45 \text{ m}^3$$

Donde:

V_{cc} = Volume n de la camara de contacto (m3)

Tc = Tiempo de contacto (min)

3.13.2 Cálculos del diseño

Antes de empezar con el cálculo de la cámara de desinfección necesitamos conocer los parámetros esenciales que son :

Cloro gas (D) = 2mg/l

Concentración del cloro gas (C) < 3500mg/l asumimos = 1500 mg/l

Capacidad de los cilindros de gas = 75kg

Extracción max. del cilindro = 18,20 kg*d

Periodo para almacenar los cilindros de gas cloro.(T) = 30 días

Area del cilindro (Ac) = 0,71 m²

Cuadro 47. Parámetros esenciales para la desinfección

MASA DE CLORO GAS DOSIFICADA		
$Mcl = Q * D * 86,4$	5	kg/d
	0,216929	kg/h
	0,060258	g/s
CAUDAL DE LA SOLUCION DEL CLORO		
$qsol = \frac{1000 * Q * D}{C}$	0,040172	l/s
CILINDROS DE 75kg EN SERVICIO		
$Ncf = \frac{Mcl}{Ex}$	0,28606	u
Asumimos	1	u
NUMERO DE CILINDROS ALMACENADOS		
$Nca = \frac{Mcl * T}{Cc}$	2,082516	u
Asumimos	3	u
NUMERO DE CILINDROS VACIOS		
$Ncv = Nca - 1$	2	u
AREA OCUPADA POR LOS CILINDROS		
$Atc = 1,25 * Ac * Nca$	2,66	m ²

Fuente. Autor

Asumiremos una profundidad de (H) = 2,8m para el cálculo de la cámara de contacto.

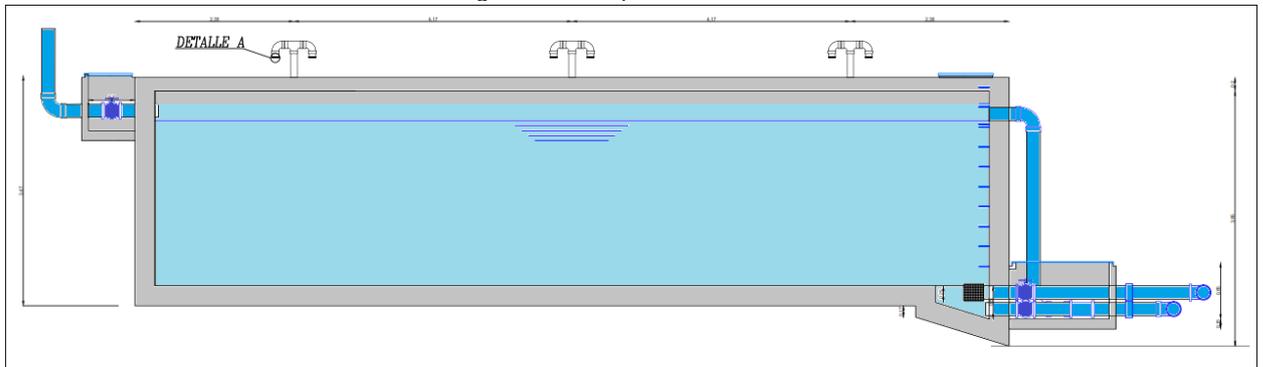
Cuadro 48. Calculo de la cámara de contacto

CAMARA DE CONTACTO		
VOLUMEN DE LA CAMARA DE CONTACTO		
Formula	Calculo	Unidad
$V_{cc} = Q \cdot T_c \cdot 60$	45,19	m ³
AREA TOTAL DE LA CAMARA		
$A_{cc} = \frac{V_{cc}}{H}$	15,06	m ²
AREA POR COMPARTIMIENTO		
$A_{cm} = \frac{A_{cc}}{N_c}$	5,02	m ²
LONG. DE LA CAMARA (Lc)		
Asumiremos una long de:	5	m
ANCHO DE LA CAMARA		
$B_c = \frac{A_{cm}}{L_c}$	1	m

Fuente. Autor

3.14 UNIDAD DE RESERVA

Figura 25. Tanque de Reserva



Fuente. Autor

3.14.1 Parámetros de diseño

Esta unidad tiene el propósito de mantener la presión y caudal en todo el sistema de distribución y mas aun en las horas pico que son las de mayor consumo, este tanque también se proyecta para cubrir una demanda de consumo en caso de combatir incendios o durante emergencias.

Ubicación

El tanque de almacenamiento estará ubicado en un cota alta para que todo el sistema de distribución trabaje a gravedad, todas las plantas de tratamiento cuentan con un tanque de reserva en el mismo terreno para facilitar el análisis de agua al que tiene que estar sometido para dar un servicio de calidad.

Esto no quita que se pueda colocar otras unidades de almacenamiento en lugares estratégicos para colaborar con el sistema de distribución en la carga hidráulica, caudal y presión.

Tipos de tanques de almacenamiento

Existen dos tipos de tanques:

Tanques Superficiales.-Estos tipos de tanques son diseñados por dos parámetros importantes que son:

Que la topografía del terreno satisfaga los requerimientos hidráulicos

Cuando se necesite un tanque con una capacidad grande, en este caso se puede dividir en dos o más unidades que funcionen en paralelo.

Tanques Elevados.- son tanques contruidos sobre un soporte para darle la altura necesaria que el terreno no brinda y así satisfacer las presiones que necesita el sistema de distribución.

3.14.2 Criterios de diseño

Según la Norma Ecuatoriana para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Recomienda ocupar la siguiente fórmula, la cual se obtiene sumando los siguientes volúmenes

El volumen de regulación será el 25% del volumen de consumo en un día, recomendado para poblaciones mayores a 5000 habitantes según la Norma Co 10,07 – 601.

$$V1 = 25\% \left(\frac{\text{Dot} * \text{Pobl}}{1000} \right) = 25\% \left(\frac{200 * 7929}{1000} \right) = 396,45\text{m}^3$$

Dónde:

Dot = Dotación adoptada (l/hab*d)

Pob. = Número de habitantes de diseño (hab)

El volumen contra incendios para poblaciones hasta 20000 habitantes será el 50% de la raíz de la población futura según la Norma Co 10,07 – 601 por tanto tenemos que:

$$V2 = 50\% * \sqrt{Pob} = 50\% \sqrt{7929} = 44,52 \text{ m}^3$$

Según la Norma Co 10,07 – 601 el volumen de emergencia será el 25% del volumen de regulación.

$$V3 = 25\% * V1 = 25\% * 396,45 = 99,11 \text{ m}^3$$

3.14.3 Cálculos

Cuadro 49. Calculo del tanque de reserva

TANQUE DE ALMACENAMIENTO		
VOLUMEN DE REGULACION		
FORMULA	CALCULO	UNIDAD
$V1 = 25\% \left(\frac{Dot * Pobl}{1000} \right)$	397	m3
VOLUMEN CONTRA INCENDIOS		
FORMULA	CALCULO	UNIDAD
$V2 = 50\% \sqrt{Pob.}$	45	m3
VOLUMEN DE EMERGENCIA		
$V1=25\%(V1)$	99,25	m3
VOL. TOTAL	541,25	m3
Asumimos	600	m3

Fuente. Autor

3.15 MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Este manual se basa en el mantenimiento y operación que se realiza en la planta actual, y referencias obtenidas en:

ETAPA

GADS municipales

Plantas de agua potable

JAAP y S Baños.

3.15.1 ALCANCE

Luego del diseño y construcción de la PTAP, se hace necesario formar un sistema organizado y técnico para la operación y mantenimiento de la planta, llevándonos a elaborar un

documento en el cual contenga criterios técnicos para orientar al personal durante el inicio de operaciones y así cumplir con el objetivo.

3.15.2 PERSONAL ENCARGADO DE PTAP.

Para cumplir con la operación de la planta se contará con el personal técnico y las áreas de trabajo necesarias:

Departamento de Operación y Mantenimiento: El personal de esta área será el encargado del mantenimiento y operación de la planta.

Jefe de Operación: En este cargo lo tendrá un Ingeniero Químico para que supervise todas las unidades y realice pruebas de cloro, cultivos etc., las cuales se realizarán en el laboratorio de la planta actual y también será el encargado de supervisar al personal.

Operador de Planta: Por lo mínimo serán 4 personas con turnos de 6h diarias los 365 días del año, también se necesitará un operador disponible para emergencias, feriados, fines de semana.

Mantenimiento: Este proceso se lo puede realizar o bien con la cuadrilla de mantenimiento del sistema de distribución o también solo lo realizarán los operadores de la planta para arreglos concernientes a electricidad, mecánica etc. se contratará eventualmente a profesionales en tal rama.

3.15.3 CRITERIOS PARA LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO

En la planta se puede dar dos condiciones de operación que se caracterizarán por la calidad de agua siendo la primera:

Filtración de agua coagulada.- Esta condición se dará durante estaciones de sequía ya que las concentraciones de los parámetros físicos son bajas y se necesitará dosis pequeñas de coagulante, teniendo así un proceso de Filtración Directa. (HPE/OPS/CEPIS, 1992).

Filtración de agua floculada.- Al contrario de la coagulada esta se dará cuando exista altos parámetros físicos, por lo cual se necesitará el proceso de floculación.

UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA

Operación: Al ser una unidad hidráulica sus parámetros de operación serán: el tiempo de mezcla y su agitación, lo cual se determinará por el caudal de ingreso y la geometría de la unidad. Por lo cual se deberá mantener los siguientes criterios todo el tiempo.

Gradiente de velocidad entre 700 a 1300 s-1

El Resalto hidráulico será estable con un rango de 4,5 a 9,0 del número de Froud (Fr) al inicio del proceso

La dosis de Sulfato de aluminio tipo A o B se determinara por la calidad de agua que ingrese en la planta mediante prueba de jarras, con lo cual se elaborara diagramas de dosis de coagulante vs turbiedad y vs color aparente, que guiaran al personal.

El sulfato de aluminio absorbe la humedad del aire por lo cual debe ser almacenado en un lugar con ventilación sobre madera.

Mantenimiento: Se inspeccionara diariamente la unidad de mezcla rápida, el resalto hidráulico, canal que conduce a los floculadores.

- Se inspeccionara las tuberías del sulfato para verificar que no estén taponadas, a igual que los difusores para que tengan sus agujeros libres.

- Se verificará el funcionamiento de los tanques mezcladores del sulfato

UNIDAD DE FLOCULACION

Operación: Para este proceso tenemos un tiempo de 25 minutos obtenido en el análisis de jarras realizado en el laboratorio de la planta actual, el cual se ha dividido para dos gradientes de velocidad decrecientes.

A lo largo del periodo de funcionamiento la variación del caudal influirá en los parámetros hidráulicos, por lo que si el caudal de producción es menor al nominal se incrementara el tiempo de retención y disminuirá la gradiente de velocidad en el floculador, manteniendo el número de Camp, constate ($Camp = G \times T$).

Mantenimiento: Esta unidad se lavara a través de los canales y constara con una tubería de desagüe.

UNIDAD DE SEDIMENTACION

Operación: Esta unidad consta de 4 zonas, la primera que es por donde ingresa el agua floculada y llega a un estado de aquietamiento para luego de distribuirse, en la segunda zona los floculos formados en la unidad de floculación se sedimentaran en las placas paralelas que tiene la zona de sedimentación las cuales están colocadas a 60 grados con respecto al horizonte para que la precipitación de lodos hacia el fondo se eficiente, el agua sedimentada será recolectada por la siguiente zona que es la de recolección mediante tubos de 4 plg de diámetro que llevaran hasta la canal y de ahí a la unidad de filtración, esta unidad tiene una zona de lodos que se encuentra al fondo del sedimentador en donde se acumulan por la precipitan desde las placas de fibra de vidrio colocadas en la zona de sedimentación.

Mantenimiento: La Planta de Tratamiento tendrá dos unidades de sedimentación las cuales se dará mantenimiento por la acumulación de lodos en un intervalo de 15 días cada unidad, lo cual se realizara con agua a presión y se desfogara por medio de una válvula a una zona de secamiento de lodos.

UNIDAD DE FILTRACION

Operación: La carrera de filtración que se da en la canal común tiene tres niveles:

El Nivel en el cual se lavara el filtro más sucio.

El Nivel que se refiere a la carga hidráulica que deben tener los tres filtros para tratar el caudal total

Nivel que descenderá por el ingreso del filtro limpio donde el caudal se distribuye en todas las unidades.

Por lo cual los filtros operan de acuerdo a su colmatación es así que el filtro más limpio tiene una tasa más alta que el que está sucio y así respectivamente.

En el arranque de una Planta de tratamiento se conseguirá distintos grados de colmatación en filtros, como a inicio se encuentran estos limpios se realizara el siguiente procedimiento.

Como todos filtros empiezan limpios se les irá lavando con un intervalo de 3 horas a cada uno y así luego se les lavara con intervalos aumentados 1 hora es así que el próximo lavado tendrá un intervalo de 4 horas.

Mantenimiento: El lavado de los filtros se deberá realizar en el mismo orden que se arrancó.

La variación de los niveles en el canal depende de la carga hidráulica y la tasa media de filtración

Es así que el nivel del canal se incrementará cuando entre en operación un filtro lavado, al contrario ese mismo nivel disminuirá cuando haya la redistribución de caudales en la batería filtrante, por lo que se debe explicar a los operadores de la Planta para que no se mal interprete como deficiencia del lavado de los filtros.

UNIDAD DE DESINFECCION

Operación: En la unidad de desinfección la dosis de cloro debe de ser exacta de acuerdo con las características del agua cruda, para lo cual se ocupara equipos de micro medición.

Mantenimiento: Se debe de limpiar la unidad con un detergente especial y que se ventile por varias horas antes de entrar en funcionamiento.

CAPITULO IV

4.1 Ficha ambiental

PROGRAMA DE PREVENCION		P-01
IMPACTO:	Contaminación Ambiental del Ruido	
OBJETIVO:	Reducir los efectos del ruido sobre las especies endémicas	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Acústico	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Inmigración de las especies del sector por el aumento de ruido y vibraciones ocasionado por: El transporte de materiales y el uso de maquinaria pesada para construcción	
MEDIDAS PROPUESTAS:	Se restringirá el uso de los pitos, y sirenas. El contratista realizara mantenimiento continuo a la maquinaria y equipos que se utilicen en la construcción	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de la construcción y se pedirá un registro de mantenimiento de la maquinaria.	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de Tratamiento	

PROGRAMA DE PREVENCION		P-02
IMPACTO:	Erosión e inestabilidad del suelo	
OBJETIVO:	Reducir la excavaciones en el terreno que genera inestabilidad en el mismo	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Suelo	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Alteración de la estabilidad del suelo debido a las excavaciones innecesarias y depósitos de materiales en lugares no aptos	
MEDIDAS PROPUESTAS:	<p>Mantener la capa vegetal existente en la mayor área posible.</p> <p>El material sacado por la excavación transportarlo a escombreras designadas y no depositarlas en lugares de la zona.</p> <p>El material sacado cubrirlo con plásticos para evitar la contaminación del resto de la capa vegetal del lugar</p>	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de la construcción ; se pedirá un registro de depósitos en la escombrera y se llevara un registro fotográfico	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE PREVENCIÓN		P-03
IMPACTO:	Uso de combustibles	
OBJETIVO:	Evitar una contaminación del suelo por el derrame de combustible y aceites utilizados por la maquinaria.	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Suelo	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Contaminación del suelo por el mal uso de los combustibles	
MEDIDAS PROPUESTAS:	<p>Almacenar los combustibles y aceites en un lugar que este a unos 100m de cualquier cuerpo de agua.</p> <p>Todo tanque portador de combustible o aceite tiene que llevar su respectivo rotulo, de advertencia sobres lo peligroso de su contenido.</p> <p>El aceite usado se deberá almacenar en tanques que no tengan fugas y con sus respectivos rótulos de aviso, luego de esto serán transportados y depositados en un lugar autorizado.</p>	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de almacenamiento y se pedirá un registro fotográfico de entrega en los depósitos autorizados	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE PREVENCION		P-04
PROGRAMA PARA:	Residuos Solidos	
OBJETIVO:	Prevenir la contaminación del suelo por inapropiada disposición de los residuos solidos	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Contaminación del Suelo	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Modificación de las características del suelo por una inadecuada disposición de los residuos sólidos.	
MEDIDAS PROPUESTAS:	Se colocara en un lugar estratégico recipientes para recolectar los residuos reciclables y no reciclables respectivamente. Está prohibido dejar desechos sólidos en lugares que no cuenten con el servicio de recolección como pueden ser en: Vías, cuerpos de agua, terrenos aledaños etc.	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de la construcción, registro fotográfico y verificación la cantidad de recipientes colocados.	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE PREVENCIÓN		P-05
IMPACTO:	Residuos líquidos	
OBJETIVO:	Prevenir la contaminación del suelo por mala disposición de los residuos líquidos	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Contaminación del suelo	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Modificación de las características del suelo por el mal manejo de los residuos líquidos	
MEDIDAS PROPUESTAS:	Se realizará la construcción de baños con pozo séptico, o cualquier otra forma para evitar la contaminación del ambiente. Se prohíbe la deposición de cualquier residuo líquido en fuentes de agua o sobre el suelo sin antes pasar por un tratamiento previo.	
MEDIO DE VERIFICACIÓN:	Se verificará el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al sector de la construcción.	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de Tratamiento	

PROGRAMA DE PREVENCIÓN		P-06
PLAN DE:	Seguridad laboral	
OBJETIVO:	Prevenir incidentes que afecten a la salud y seguridad de los obreros	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Agua Potable de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Salud y seguridad	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Incidentes que deterioren la salud y seguridad de los obreros por laborar en un ambiente inapropiado de trabajo.	
MEDIDAS PROPUESTAS:	El contratista deberá de afiliar a todos los obreros (Contratados o subcontratados) al Instituto de seguridad social (IESS) y dotar al personal con el equipo mínimo de seguridad como es: Botas, Cascos, Gafas de protección, Orejeras, Guantes de cuero, chaleco refractivo, Poncho de aguas, Arnés	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara diariamente el uso del equipo de protección personal que se entregó a cada obrero, el incumplimiento a esta medida será sancionado verbal o económicamente según se el grado de incumplimiento	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE SEÑALIZACION DE AREAS DE TRABAJO		P-07
IDENTIFICACION:	Problemas de Seguridad laboral	
OBJETIVO:	Evitar incidentes con la salud y seguridad de los obreros y los vecinos	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Agua Potable de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Salud y seguridad	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Riesgos de la salud de los obreros y del público debido a la falta de señalización en los lugares de trabajo durante la ejecución de la obra.	
MEDIDAS PROPUESTAS:	El área de trabajo será delimitada por letreros informativos, prevención, y de prohibición también se utilizara mallas , cinta de peligro	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de la construcción y se llevara un registro fotográfico	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE CAPACITACION		P-08
PLAN DE:	Concientización Ambiental y Seguridad Laboral	
OBJETIVO:	Tener un conocimiento más amplio de lo ambiental para prevenir	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Agua Potable de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Seguridad Ocupacional	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Alteración en la seguridad ocupacional por desconocimiento de los aspectos y seguridad ambiental	
MEDIDAS PROPUESTAS:	Al inicio de la obra se dará una charla de información en el aspecto ambiental a todo el personal y cuando se contrate nuevo personal.	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara la asistencia a la charla median un registro de firmas	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO DE AREAS DE TRABAJO		P-09
PLAN DE:	Cierre y abandono de áreas de trabajo.	
OBJETIVO:	Eliminación y retro instalación de: Maquinaria, equipos, instalaciones	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Paisaje y Bienestar.	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Molestias a la comunidad por variación del contorno paisajístico durante la construcción de la Planta de Tratamiento	
MEDIDAS PROPUESTAS:	Retirar todos los materiales de señalización como son letreros, y cinta de peligro que fueron colocado en áreas intervenidas	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones al lugar de la construcción y se llevara un registro topográfico.	
PLAZO:	Durante la terminación de la obra	

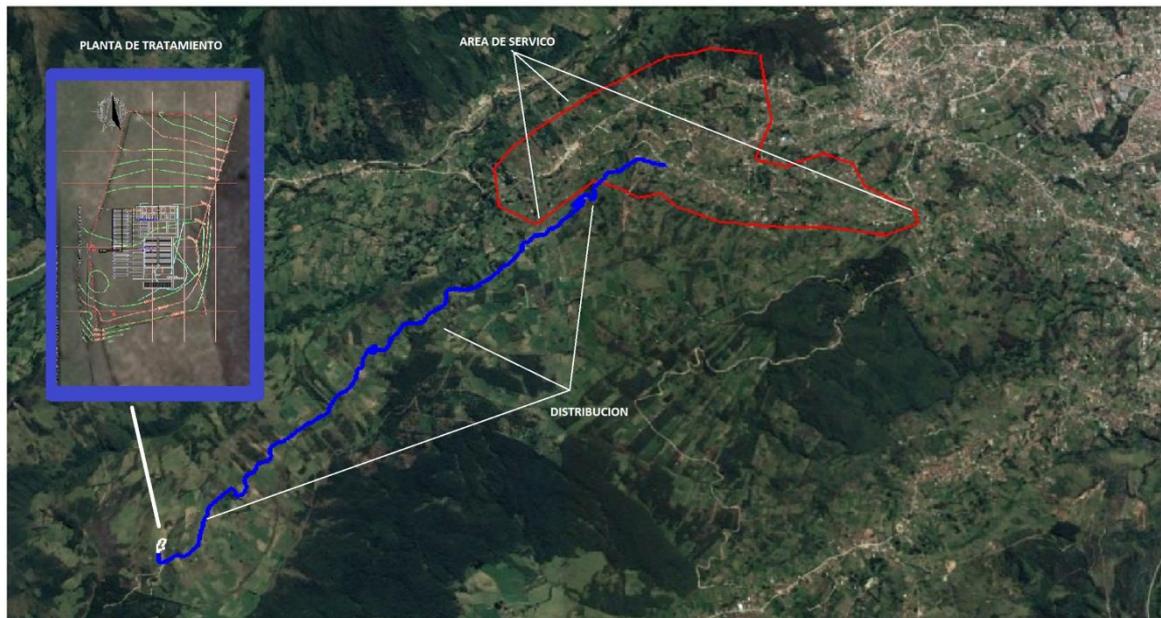
PROGRAMA DE CONTINGENCIAS		P-10
PLAN DE:	Respuestas contra las contingencias	
OBJETIVO:	Programar acciones que se tomaran en casos de un accidente, o	
LUGAR:	Planta de Tratamiento de Rudio	
FASE:	Construcción	
ASPECTO AMBIENTAL:	Acústico	
IMPACTO IDENTIFICADO:	Inmigración de las especies del sector por el aumento de ruido y vibraciones ocasionado por: El transporte de materiales y el uso de maquinaria pesada para construcción	
MEDIDAS PROPUESTAS:	<p>En caso de una emergencia que puede ser un incendio en la bodega de combustibles. Se deberá tener los extintores listos en lugares estratégicos que el personal debe de conocer. Se inspeccionara los extintores trimestralmente para saber en qué estado se encuentran.</p>	
MEDIO DE VERIFICACION:	Se verificara el cumplimiento de las medidas tomadas mediante inspecciones a los lugares de riesgo, y se llevara un registro fotográfico.	
PLAZO:	Durante todo el tiempo de construcción de la Planta de tratamiento	

4.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OBRA

La Planta de Tratamiento de Agua Potable es la parte primordial dentro del sistema a integrar en la zona, que se implementará para dotar de un servicio básico a una población que bordeara los 16000 habitantes repartidos respectivamente entre las 8 comunidades en estudio.

Al ser una planta de tratamiento completa estará conformada por: Mezcla rápida, Floculación, Sedimentación, Filtración, Cloración y Almacenamiento, con lo cual se brindará un servicio de calidad.

Figura 26. Croquis de la Planta y el sistema de distribución



Fuente. Google earth
Elaborado por: Autor

En el cálculo siguiente describiremos el presupuesto referencial de cada una de las unidades que contendrá la planta, para lo cual se ha hecho una investigación exhaustiva de los materiales tanto en calidad como en lo económico, con lo que se dará una mayor viabilidad para la ejecución de la obra.

Cuadro 50. Proyecto: Planta de tratamiento de agua potable

PLANTA DE TRATAMIENTO DE RUDIO						
UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1.000		MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1.001	503001	Excavación mecanica en suelo conglomerado	m3	62,17	5,00	310,85
1.002	514004	Relleno compactado	m3	9,00	4,43	39,87
SUB TOTAL						350,72
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.003	508002	Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2	9,00	13,53	121,77
1.004	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0,67	153,00	102,51
1.004	501003	Encofrado Recto	m2	68,40	13,13	898,09
1.005	516001	Acero de Refuerzo	Kg	375,08	2,68	1.005,21
1.005	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	5,64	181,56	1.024,00
1.006	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	30,76	3,74	115,04
1.006	506024	Revestimiento epóxico	m2.	17,85	24,61	439,29
SUB TOTAL						3.705,92
TUBERIA Y ACCESORIOS						
1.007	535330	Sum, Pasamuro HD BL D=150 mm L=0.30 m	u	1,00	123,38	123,38
1.008	535067	Sum, Tuberia PVC U/E 1,00 MPA - 160 mm	m	30,00	22,66	679,80
1.009	509004	Colocacion Tuberia PVC U/E D=160 mm	m	30,00	0,68	20,40
1.010	535908	Sum, Tuberia HD D=150 mm	m	20,00	51,56	1.031,20
1.011	5A0045	SUM-INS. VALVULA COMPUERTA, HD, D=150 MM, SELLO ELASTOMERICA, VOLA	U	1,00	1.070,75	1.070,75
1.012	5A0047	Compuerta de acero inoxidable 800*900mm	u	1,00	6.494,50	6.494,50
1.013	535549	Sum, Valvula mariposa D=150 mm	u	1,00	555,75	555,75
SUB TOTAL						9.975,78
SUB TOTAL						14.032,42
FLOCULADOR HIDRAULICO DE FLUJO HORIZONTAL						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.014	503002	Excavación mecanica en suelo conglomerado	m3	298,57	5,00	1.492,85
1.015	514004	Relleno compactado	m3	84,03	4,43	372,25
1.016	535200	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	125,98	16,10	2.028,28
1.017	513001	Cargada de material a mano	m3	49,02	7,31	358,34
1.018	513003	Cargada de Material a maquina	m3	249,55	1,51	376,82
1.019	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	298,57	2,58	770,31
SUB TOTAL						5.398,85
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.020	508002	Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2	125,98	13,53	1.704,51
1.021	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	8,79	153,00	1.344,87
1.022	501003	Encofrado Recto	m2	699,04	13,13	9.178,40
1.023	516001	Acero de Refuerzo	Kg	5.819,79	2,68	15.597,04
1.024	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	35,00	181,56	6.354,60
1.025	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	138,15	3,74	516,68
1.026	506024	Revestimiento epóxico	m2.	149,44	24,61	3.677,72
1.027	506001	Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	3,04	147,50	448,40
1.028	516010	Sum-Ins, Tapa de acero inoxidable con mecanismo de regulaci3n (e=3 mm)	m2	2,88	435,94	1.255,51
SUB TOTAL						40.077,72
TUBERIA Y ACCESORIOS						
1.029	5A0046	SUM-INS, SISTEM PLACAS , MATERIAL FIBRA DE VIDRIO	m2	102,48	23,40	2.398,03
1.030	5A0045	Marco de aluminio para las placas	m	378,20	2,50	945,50
1.031	540766	Angulo para anclaje	m	14,64	3,40	49,78
1.032	540755	perfil para estabilizar las placas	m	56,00	4,17	233,52
SUB TOTAL						3.626,83
SUB TOTAL						49.103,39

DECANTADOR LAMINAR DE ALTA TASA						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.033	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado	m3	465,71	5,00	2.328,55
1.034	514004	Relleno compactado	m3	156,36	4,43	692,67
1.035	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	75,48	16,10	1.215,23
1.036	513001	Cargada de material a mano	m3	91,21	7,31	666,75
1.037	513003	Cargada de Material a máquina	m3	490,92	1,51	741,29
1.038	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	582,13	2,58	1.501,90
SUB TOTAL						7.146,38
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.039	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	75,48	13,53	1.021,24
1.040	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	6,40	153,00	979,20
1.041	501003	Encofrado Recto	m2	832,21	13,13	10.926,92
1.042	516001	Acero de Refuerzo	Kg	12.799,48	2,68	34.302,61
1.043	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	77,25	181,56	14.025,51
1.044	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	250,15	3,74	935,56
1.045	506024	Revestimiento epóxico	m2	236,97	24,61	5.831,83
1.046	506001	Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0,32	147,50	47,20
1.047	516010	Sum.-Ins. Tapa de acero inoxidable con mecanismo de seguridad (e=3 mm)	m2	1,02	435,94	444,66
1.048	516012	Rejilla en hierro	m2	4,16	133,75	556,40
1.049	516011	Escalones en Cámaras y cajones	u	24,00	9,09	218,16
SUB TOTAL						69.289,29
TUBERIA Y ACCESORIOS						
1.050	5A0029	SUM-INS. SISTEM PLACAS DE SEDIMENTACION, MATERIAL FIBRA DE VIDRIO, INC	m2	299,52	23,40	7.008,77
1.051	5A0040	Sum-Ins. Neplo PVC D=160mm L=0.25m	u	20,00	5,84	116,80
1.052	5A0041	Tubería perforada PVC D=160mm 1 MPA L=2.85m	u	10,00	66,51	665,10
1.053	5A0035	SUM-INS. PASAMUROS, HD, D=200mm, B/B, PN10, L=0,50M	U	2,00	366,14	732,28
1.054	5A0043	Sum.-Ins. Neplo HD BB DN 200 L= 1.14 m PN 10	U	2,00	1.042,00	2.084,00
1.055	5A0033	Sum. Ins. VALVULA MARIPOSA, HD, D=200mm, AWWA C504, B/B, PN10 COLUMN	U	2,00	2.089,40	4.178,80
1.056	5A0044	Marco de aluminio para las placas	m	7,50	2,50	18,75
1.057	5A0037	Angulo para anclaje	m	18,00	3,40	61,20
1.058	540766	perfil para estabilizar las placas	m	70,00	4,17	291,90
SUB TOTAL						15.157,60
SUB TOTAL						91.593,27
FILTRO RAPIDO DESCENDENTE						
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.059	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado	m3	680,68	5,00	3.403,40
1.060	514004	Relleno compactado	m3	228,38	4,43	1.011,72
1.061	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	94,02	16,10	1.513,67
1.062	513001	Cargada de material a mano	m3	133,22	7,31	973,84
1.063	513003	Cargada de Material a máquina	m3	647,08	1,51	977,09
1.064	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	780,28	2,58	2.013,12
SUB TOTAL						9.892,85
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.065	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	94,02	13,53	1.272,05
1.066	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	6,09	153,00	931,77
1.067	501003	Encofrado Recto	m2	1.205,53	13,13	15.828,61
1.068	516001	Acero de Refuerzo	Kg	16.562,20	2,68	44.386,70
1.069	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	241,87	181,56	43.913,92
1.070	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	254,36	3,74	951,31
1.071	506024	Revestimiento epóxico	m2	454,45	24,61	11.184,01
1.072	506001	Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	5,00	147,50	737,50
1.073	516010	Sum.-Ins. Tapa de acero inoxidable con mecanismo de seguridad (e=3 mm)	m2	4,32	435,94	1.883,26
1.074	516011	Escalones en Cámaras y cajones	u	62,00	9,09	563,58
1.075	540094	Sum. y colocacion Arena para filtro	m3	11,34	173,18	1.963,86
1.076	540095	Sum. y colocacion Grava para filtros	m3	5,04	65,68	331,03
SUB TOTAL						123.947,59

TUBERIA Y ACCESORIOS						
1.077	5A0028	Sum-Ins, FONDO FALSO CALIFORNIANO (VIGA V INVERTIDA)	m2	15,00	70,25	1.053,75
1.078	5A0030	SUM-INS. PASAMUROS, HD, D=200MM, B/L , PN10, L=0,50M	u	8,00	30,00	240,00
1.079	5A0031	SUM-INS. UNION DESMONTAJE AUTOPORTANTE, HD, D= 200 MM, B/B PN10	u	4,00	812,23	3.248,92
1.080	5A0032	Sum,-Ins, Neplo HD BL DN 200 L= 0.50 m	U	8,00	469,39	3.755,12
1.081	5A0033	Sum. Ins. VALVULA MARIPOSA, HD, D=200mm, AWWA C504, B/B, PN10 COLUMN	U	8,00	2.089,40	16.715,20
1.082	5A0034	Sum,-Ins, Neplo HD BL DN 200 L= 1.15 m	u	2,00	1.063,89	2.127,78
1.083	5A0035	SUM-INS. PASAMUROS, HD, D=200mm, B/B , PN10, L=0,50M	U	4,00	366,14	1.464,56
1.084	5A0036	Sum,-Ins, Neplo HD BB DN 200 L= 0.35 m	U	8,00	397,14	3.177,12
1.085	5A0037	SUM-INS. CODO 90°, HD, D=200mm, B/B, PN10	u	4,00	340,89	1.363,56
1.086	5A0039	Sum,-Ins, Neplo HD BL DN 200 L= 1.00 m	U	2,00	922,14	1.844,28
SUB TOTAL						34.990,29
SUB TOTAL						168.830,73
CAMARA DE CLORACIÓN						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.087	503002	Excavación mecanica en suelo conglomerado	m3	240,00	5,00	1.200,00
1.088	514004	Relleno compactado	m3	116,42	4,43	515,74
1.089	535200	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	48,00	16,10	772,80
1.090	513001	Cargada de material a mano	m3	67,00	7,31	489,77
1.091	513003	Cargada de Material a maquina	m3	233,20	1,51	352,13
1.092	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	300,20	2,58	774,52
SUBTOTAL						4.104,96
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.093	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	48,00	13,53	649,44
1.094	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	5,40	153,00	826,20
1.095	501003	Encofrado Recto	m2	430,00	13,13	5.645,90
1.096	516001	Acero de Refuerzo	Kg	3.550,25	2,68	9.514,67
1.097	506008	Hormigón Simple 280 Kg/cm2	m3	45,35	181,56	8.233,75
1.098	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	60,40	3,74	225,90
1.099	506024	Revestimiento epóxico	m2	65,30	24,61	1.607,03
1.100	506001	Hormigon Ciclopeo 60% HS y 40% piedra	m3	0,32	147,50	47,20
1.101	516010	Sum,-Ins, Tapa de acero inoxidable con mecanismo de seguridad (e=3 mm)	m2	1,02	435,94	444,66
SUB TOTAL						27.194,74
SUB TOTAL						31.299,70
TANQUE DE RESERVA						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.102	502007	Excavación a mano en Terreno Conglomerado	m3	1.775,73	14,51	25.765,84
1.103	523002	Entibado Discontinuo	m2	70,00	8,64	604,80
1.104	514005	Relleno compactado para conformacion de plataformas	m3	302,51	4,71	1.424,82
SUB TOTAL						27.795,46
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO						
1.105	506008	Hormigon Simple 280kg/cm2	m3	897,45	141,26	126.773,79
1.106	516001	Acero de Refuerzo (incluye corte y doblado)	Kg	36.451,03	2,68	97.688,76
1.107	501003	Encofrado Recto	m2	1.896,34	13,13	24.898,94
1.108	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	201,85	3,74	754,92
1.109	516010	Sum,-Ins, Tapa de acero inoxidable con mecanismo de seguridad (e=3 mm)	m2	2,01	435,94	876,24
SUB TOTAL						250.992,65
ACCESORIOS PARA LA ENTRADA DE AGUA:						
1.110	535058	Sum,-Ins, Union Gibault D=200 mm	u	7,00	81,39	569,73
1.111	540083	Sum,-Ins, Valvula HF D=200 mm	u	1,00	521,93	521,93
1.112	540089	Sum,-Ins, Codo HF D=200 mm 90 grad,	u	2,00	183,75	367,50
1.113	540766	Sum,-Ins, Codo 90 grad. BB HD, D= 200 mm	u	1,00	222,76	222,76
1.114	540028	Sum,-Ins, Escalera metálica	m	1,80	37,06	66,71
SUB TOTAL						1.748,63

		ACCESORIOS PARA REBOSE:				
1.115	535611	Sum, Codo HF D=200 mm 90 grad,	u	2,00	183,75	367,50
1.116	540033	Sum,-Ins, Union Gibauld D=200 mm	u	5,00	81,39	406,95
SUB TOTAL						774,45
		ACCESORIOS PARA LIMPIEZA DEL TANQUE:				
1.117	540032	Sum,-Ins, Valvula HF D=200 mm	u	1,00	521,93	521,93
1.118	540033	Sum,-Ins, Union Gibauld D=200 mm	u	5,00	81,39	406,95
1.119	535685	Sum, Tee HF D=200 mm	u	1,00	157,51	157,51
1.120	540028	Sum,-Ins, Escalera metálica	m	4,30	37,06	159,36
SUB TOTAL						1.245,75
		ACCESORIOS PARA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN:				
1.121	535058	Sum,-Ins, Union Gibault D=150 mm	u	3,00	65,05	195,15
1.122	540083	Sum,-Ins, Valvula HF D=150 mm	u	1,00	434,25	434,25
SUB TOTAL						629,40
			SUB TOTAL			287.291,30
			TOTAL			610.851,11
			IVA		14%	85519,1554
			PRESUPUESTO FINAL			696.370,27

Fuente: Autor

4.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Para las especificaciones técnicas se ha tomado referencias de proyectos similares y de empresas dedicadas a la construcción civil, las que continuación se detalla.

ETAPA

INTERAGUA

Plantas de tratamiento de agua potable, de varios lugares del país etc.

Obra

Trabajo que realiza el contratista con las especificaciones técnicas estipuladas en un contrato celebrado entre ambas partes.

Proyecto

Es el conjunto de documentos que describen y especifican la obra siendo estos los: Planos, Normas, Especificaciones técnicas, Presupuesto, etc.

Planos

Documento en el cual se plasma la obra, y contiene las características de dicha obra como son: dimensiones, localización, y demás características

Especificaciones

Instrucciones, disposiciones, normas que se establece en el contrato y que el contratista debe de cumplir en la ejecución de la obra.

Contrato

Acuerdo suscrito entre dos partes el contratante y el contratista para la realización de una obra en el cual forma parte las especificaciones normas, planos y todo lo concerniente en ese proyecto.

Cronograma Valorado

Esquema en Dónde se indica los tiempos de ejecución, costos de cada una de las etapas de acuerdo a la mano de obra y maquinaria a usar, etc. para el cumplimiento de la obra

Contrato Complementario

Contrato que se suscribe entre el contratante y el contratista para ampliar, modificar o complementar una obra, por motivos imprevistos o técnicos

Contratista

Persona natural o jurídica que suscribe un contrato comprometiéndose a ejecutar una obra hasta el final, de acuerdo a lo especificaciones técnicas y por la cual recibe la compensación acordada.

Sub Contratista

Persona natural o jurídica que por contrato directo con el contratista puede ejecutar una o varias partes de la obra, suministrando mano de obra, materiales o maquinaria.

Fiscalización

Entidad que controla y verifica los hechos o sucesos que durante la ejecución de la obra para poder tener un juicio correcto y así proponer o tomar las medidas necesarias según el caso que se dé para que la obra se ejecute según lo planeado.

Fiscalizador

Todo profesional sea este un Ingeniero o Arquitecto que representa al director de la obra y a su vez sea una persona responsable de realizar el control y supervisión en cada etapa de la obra, para que esta se realice con los materiales y especificaciones estipulados en el contrato.

Supervisión

Trabajo que será realizado por fiscalización

Residente de Obra

Profesional escogido por el contratista con el conocimiento del contratante, el cual estará todo el tiempo en la obra y a su vez recibirá órdenes del contratista en asuntos técnicos y será el encargado del libro de obra.

Libro de control de Obra

Documento que el contratista debe de proveerse en el cual registrara los hechos, circunstancias, instrucciones, etc. Este libro debe de permanecer en la obra y en el cual el Fiscalizador dejara constancia de lo ordenado y de lo emitido verbalmente, luego de la ejecución de la obra este documento será entregado a la entidad contratante.

Un libro de obra llevara:

- Fecha
- Estado del tiempo
- Actividades ejecutadas
- Descripción y número del personal y equipos utilizados
- Ordenes de cambio
- Detalles
- Firmas del Contratista y el Fiscalizador etc. etc.

Rubro

Conjunto de operaciones para los cuales se han estipulado precios unitarios o globales.

Costo Directo

Suma de costos por mano de obra, herramientas, maquinarias, materiales o instalaciones efectuadas por un rubro o concepto de trabajo.

Costo Indirecto

Son gastos que no están incluidos en los costos directos que se tiene por lo técnico-administrativo en el transcurso de la obra, realizado por el contratista proporcional a los costos directos.

Utilidades

Ganancia por prestaciones en la ejecución de la obra que recibirá el contratista

Plazo de Entrega

Tiempo en el cual el contratista debe entregar la obra especificado en años, meses, o días.

Fuerza Mayor

Eventos imprevistos que de forma directa o indirecta afectan en el transcurso de la ejecución de una obra y que pueden ocasionar atrasos o a su vez paralización de la misma, la

mayoría de estas circunstancias son ocasionadas por la Naturaleza como son: terremotos, lluvias excesivas, huracanes, crecimiento de ríos, pero también están los ocasionados por las personas como guerras, incendios, etc.

Retardo

Retraso parcial de la obra que no permitirá al contratista entregar la misma, en el tiempo que se propuso en el cronograma de actividades estipulado en el contrato.

4. 4 ESPECIFICACIONES GENERALES DE MATERIALES BÁSICOS

Todos los materiales que se usaran para la construcción de la planta, deberán ser de primera calidad y sus muestras aprobadas por el fiscalizador.

Los equipos que se necesiten para la ejecución de la obra deberán ser transportados adecuadamente, para luego de ser instalados y protegidos de la inclemencia del tiempo, los lugares arrendados que servirán como bodegas de materiales a igual que las guardianías construidas temporalmente deben de incluirse en los costos directos en cada uno de los precios unitarios.

Agua

Según la Norma 404 ACI se deberá utilizar solo agua potable, si no es potable el fiscalizador deberá dar el visto bueno para utilizar esa agua, a su vez el contratista está en la obligación de presentar un análisis de agua al fiscalizador para que él tenga una idea más clara del agua que están por utilizar.

El suministro de agua será igual al conjunto de operaciones que realice el contratista para hacer llegar el líquido al sector de la obra.

El agua deberá ser clara y estar libre de partículas, grasas, aceites, ácidos, azúcar, sales, y elementos químicos, los cuales reducen las características de los hormigones.

El tiempo de fraguado la durabilidad y la resistencia del mortero o el hormigón son los parámetros para saber qué tan limpia ha sido el agua utilizada, todo esto según la Norma INEN

Figura 27. Empleo de agua en la construcción



Fuente: <http://voxpathulisp.com/2013/05/07/utilizan-agua-potable-en-obras-de-construccion-el-bulevar-rio-santiago/>
Elaborado por: Autor

Arena (Arido fino)

Este agregado debe de pasar por el tamiz # 4 (4,74mm) según la norma INEN para ser considerado como arena.

Para la ejecución de una obra civil se necesitara una arena con las siguientes características, color azul, limpia, que sea de silicea, sin materia vegetal o cualquier otro material que la perjudique, etc.

Según las Normas ASTM y INEN 154 se destinaran arenas para diferentes tipos de concreto.

Figura 28: Arena en la construcción



Fuente. <http://elmaestrodecasas.blogspot.com/2013/06/la-arena.html>

Ripio/Grava (Árido grueso)

Agregado grueso que será el retenido en el tamiz #4 (4,75) y que cumpla con las normas AASHO o ASTM, se necesita que provenga de roca granítica que no sea escamosa ni con laminados debe de ser limpia sin recubrimientos.

Para utilizarla el concreto la granulometría que será exigida estará en las normas ASTM e INEN 872, el producto puede proceder de una cantera natural o de una trituradora mecánica la cual estará limpia de material calcáreo o arcilloso.

Si el agregado no cumple con las normas antes expuestas se le puede utilizar pero antes tiene que realizarse pruebas especiales o experimentales sobre durabilidad y resistencia.

El árido estará sujeto al Código Ecuatoriano de la Construcción: Capitulo # 3 quinta edición 1993

Figura 29: Ripio en la construcción



Figura. <http://www.fmbolivia.net/noticia14272-bolivia-sobre-explotacin-de-ridos-genera-grave-dao-ambiental.html>

Cemento portland

Se utilizara el cemento que cumpla las normas ASTM Y INEN 152 Tipo I teniendo asi el cemento: Guapan, Rocafuerte, Chimborazon o cualquier otro que cumpla con las normas establecidas.

En una fundicion no utilizar cementos de diferentes marcas, los cementos extranjeros deben de ser calificados por el fiscalizador mediante pruebas según las Normas AASHO o ASTM 150

Figura 30. Cemento portland en la construcción.



Fuente. (Ramón López García, 2014)

Barras de acero

Serán Varillas redondas corrugadas con coeficientes de trabajo determinados según calculo estructural realizado por el contratista, el hierro no debe de estar con oxido, debe de cumplir la norma INEN No. 102 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

Los perfiles de hierro o aluminio utilizado en los pasamanos ventanas, puertas, techos y cerramientos serán los especificados en los planos.

Para que el hormigon se adhiera bien en las barras de hierro estas debe de estar libre de de polvo, grasa,pintura,y cualquier otro producto que reste la adherencia del hierro.

Las especificaciones tanto mecánicas como químicas se especificaran en las tablas 2 y 3 de la norma INEN 102. Varillas lisas de acero al carbono de sección circular laminadas en caliente para hormigón armado.

Figura 31. Acero en barras en la construcción



Fuente. <http://www.arqhys.com/construccion/barras-varillas.html>

Piedra estructural

Esta piedra serán graníticas, grises o azules de una resistencia de 800kg/cm² aproximadamente, las que serán utilizadas para re plantillo, muros, etc.

Ladrillos

Los ladrillos usados en cualquiera de los tabiques serán de barro cocido, prensado, de masa homogéneo, buena resistencia, tamaño uniforme y forma regular los cuales deben de resistir una compresión mayor a 40kg/cm².

Figura 32. Empleo de ladrillos en la construcción



Fuente. <http://dearkitectura.blogspot.com/2011/02/materiales-para-la-construccion.html>

Bloques

Serán alivianados, prensados, huecos de arena o cemento y resistirán de 30 kg/cm², tendrán buena calidad y cumplirá con la norma ASTM C 90-59.

Cal

Sera de buena calidad no tendrá impurezas Su apagado será de acuerdo al uso que se le dé pasara luego por el tamiz #1mm.

Madera

La madera a utilizarse será de acuerdo al tipo de trabajo a cumplir serán estas maderas para resistencia como el eucalipto, guayacán, canelo y otras, así también tendremos las maderas para muebles como puede ser cedro, yumbinga etc. todas estas maderas serán utilizadas previo a la aprobación del fiscalizador.

Aditivos.

El contratista podrá utilizar aditivos por motivos de corregir deficiencias de graduación de agregados esto debe ser previo a la aprobación del fiscalizador.

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.5.1 CONCLUSIONES

Luego de realizar los análisis respectivos del agua a ser tratada, se obtuvo como resultado que existen algunos parámetros que sobrepasan los límites permitidos, tales como: la turbidez y el color, por lo tanto, se ha diseñado las unidades que conforman una planta de tratamiento del tipo convencional; además, por el caudal a ser tratado, la calidad físico, químico y bacteriológico del agua y a los ensayos tratabilidad.

El nuevo sistema de agua potable para las comunidades ubicadas en los sectores altos de la Parroquia Baños, ha sido socializado por las autoridades en los años anteriores, pero sin resultados positivos, creando en ellos un ambiente de desconfianza haciendo imposible una socialización para lograr cualquier información y participación en este proyecto. Por lo cual, se ha optado en contar con la encuesta e información realizada por la Junta de Agua Potable de Baños realizada en años anteriores.

Al realizar el presupuesto referencial, se tuvo la oportunidad conocer materiales que se usaran en la construcción de la Planta, también se efectuó una investigación de precios referenciales en las casas comerciales de la Ciudad de Cuenca y sus alrededores.

Para utilizar todos los espacios de terreno se ha diseñado un tanque de reserva cuadrado, el que estará dividido en dos cámaras de 500 m³ cada una, lo cual ayudará para la limpieza y mantenimiento.

El sector en donde se construirá la Planta de Agua Potable es un área sin vegetación, por lo tanto el impacto ambiental en ese punto no será severo ya que no consta de Flora y Fauna. Los impactos más importantes en esta obra será: El ruido, El polvo, la contaminación por combustibles de la maquinaria, para contrarrestar estos impactos se realizará programas de prevención y de capacitación.

4.5.2 RECOMENDACIONES

Se debe contratar personal con experiencia en la operación de Plantas de tratamiento de agua potable.

Se debe realizar un estudio del costo total de la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable que comprende: La captación, conducción, Planta de tratamiento y distribución a esto se sumará un estudio de gastos de operación y mantenimiento del sistema, luego de tener estos resultados se debe calcular la tarifa del servicio de agua potable.

El estudio realizado es una base para los estudios definitivos antes de construir la Planta, a lo que también se sumarán los estudios estructurales.

Los materiales para el medio filtrante se deben requerir con anticipación para evitar contratiempos y las planchas para el falso fondo deberán ser de acero y no se las doblará sino que se las va a cortar y soldar.

La operación y administración deberá realizarse con personal que se capacite frecuentemente que sea capaz de encontrar soluciones a problemas que puedan presentarse durante la operabilidad de la planta a futuro.

Se debe de realizar un diseño de hormigones realizado en concreteira, ya que el sector dónde se construirá la planta está distante y la vía tiene algunas pendientes pronunciadas que los tanqueros de hormigón no podrán subir.

4.6 BIBLIOGRAFIA

CEPIS. (1998). Selección de Procesos de Tratamiento de Agua

CEPIS/OPS. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano – Diseño de Mezcladores. Diseño de Planta de Tecnología Apropriada.

CEPIS/OPS. (2006). Desinfección

Código Ecuatoriano para la Construcción de Obras Sanitarias. (s.f). CO 10.07 – 601.

Ing. Lidia Vargas. (s.f.). Criterios para la Selección de los Procesos y de los Parámetros Óptimos de las Unidades. CEPIS

CEPIS/OPS. (2006). Guía para Diseño de Sistemas de Tratamiento de Filtración en Múltiples Etapas

CEPIS/OPS. (2005). 158 Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores

ETAPA. (1994/fs). Especificaciones Técnicas para Diseño Agua Potable y Alcantarillado.

Ing. Lidia Vargas. (s.f.). Mezcla Rápida. CEPIS/OPS.

Ing. Lidia Vargas, CEPIS/OPS. (s.f.) Capitulo 6. Floculación.

Ing. Lidia Vargas, CEPIS/OPS. (s.f.) Capitulo 3. Procesos Unitarios y Plantas de Tratamiento

Jorge Arboleda Valencia. (2000). Teoría y Práctica de la Purificación del Agua.

Norma Ecuatoriana para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. (s.f.). CO: 1007 – 601

Norma Técnica Ecuatoriana 1108. (2011). Calidad del Agua.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108. (2011). Agua Potable. Requisitos.

Norma CO 10.7 -602 Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y residuos Líquidos en el Área Rural.

Ing. Jorge Arturo Pérez P. Tratamiento de Aguas

OPS/CEPIS. (2006). Plantas de filtración rápida: Diseño de plantas de tecnología apropiada, Lima.

Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías de Calidad de Agua Potable.

Luiz Di Bernardo. (1993). Métodos e técnicas de tratamiento de agua. Brasil.

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/027757/027757-12a.pdf>

http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/ma2_cap5.pdf

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/ti878.pdf>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/020867/020867-17.pdf>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/016324/016324-04.pdf>

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/cristobal_ef/cap02.pdf

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8158/1/CD-2730.pdf>

Sistema de distribución de agua potable:

https://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema7.PDF

http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/043_dise%C3%B1o_de_redes_de_distribuci%C3%B3n/dise%C3%B1o_de_redes_de_distribuci%C3%B3n.pdf

<http://www.edec.gob.ec/sites/default/files/Red%20Dise%C3%B1o%20del%20Sistema%20de%20Distribuci%C3%B3n%20de%20Agua%20Potable.pdf>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8158/1/CD-2730.pdf>

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358040/Contenido_en_linea_Diseño_de_Plantas_Potabilizadoras/index.html

<http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/12033/1/ChavarroRodriguezDaniel2014.pdf>

<http://www.fcpa.org.pe/archivos/file/DOCUMENTOS/5.%20Manuales%20de%20proyectos%20de%20infraestructura/Manual%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf>

http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual1/tomo1/ma1_tomo1_cap6.pdf

http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=58

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRAFICO

Fotografía 1. Rio Minas



Fuente: Autor

Fotografía 2. Banco de divisiones (Antes)



Fuente: Autor

Fotografía 3. Banco de divisiones (Actual)



Fuente: Autor

Fotografía 4. Reconocimiento del sendero que conduce al banco de divisiones



Fuente: Autor

Fotografía 5. Sendero (Banco divisiones)



Fuente: Auto

Fotografía 6. Sendero (Nueva conducción)



Fuente: Autor

Fotografía 7. Terreno donde se implementara la Nueva Planta



Fuente: Autor

Fotografía 8. Terreno donde se implementara la Nueva Planta



Fuente: Autor

ANEXO 2:
ANALISIS DE LA CALIDAD
DEL AGUA



JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTEREOLÓGICO DE AGUA

R.U.C. 0190414329001

Muestra procedencia: Rios Minas - Sector la Comuna - Parroquia Baños

Tipo de fuente: Superficial

Fecha de toma: 13 de Enero 2016

Fecha de Analisis: 13 de Enero 2016

Analisis solicitado por: Ricardo Calderón

PARAMETROS	CAPTACION	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARAMETROS FISICOS			
TEMPERATURA	10	°C	In situ
TURBIEDAD	180	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	1710	UC, Pt Co	
COLOR REAL	525	UC, Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	58,3	microsiemens/cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	35	mg/l	Por calculo
PARAMETROS QUIMICOS			
PH	6,8		
ALCALINIDAD TOTAL	25	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	Negativo	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	20	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	6	mg/l	
Mg ⁺⁺	1,25	mg/l	Por calculo
HIERRO TOTAL	0,15	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS		mg/l	
MANGANESO		mg/l	
COBRE	0,9	mg/l	
SILICIO		mg/l	
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS		mg/l	
CLORUROS	8	mg/l	
SULFATOS	1	mg/l	
N. NITRITOS	0,008	ug/l	
COLOR LIBRE RESIDUAL	0	mg/l	
ARSENICO	0,01	mg/l	
PARAMETROS BIOLÓGICOS			
RECuento EN PLACA		U.F.C./ml	
PSEUDOMONA AERUGINOSA		U.F.C./100ml	
MOHOS Y LEVADURAS		U.F.C./100ml	
COLIFORMES TOTALES	> 100	U.F.C./100ml	35°C - 24H
E. COLI	60	U.F.C./100ml	35°C - 24H

responsable:

Dr. Segunde Chica

◊ Av. Ricardo Durán s/n Vía al Cementerio QUM 1602 - BAÑOS 3058 / 2400559

✉ E-mail: juntaguapotablebanos@hotmail.com ☎ www.juntabanos.org.ec 📠 Jaat Baños
Cuenca - Ecuador



DETERMINACIÓN DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

Muestra procedencia: Río Miras - Sector La Cometa - Parroquia Baños

Fecha de recepción y análisis: 13 DE Enero del 2016

Solicita:
R.U.C. 0150414329001

Ricardo Calderón

Características de la muestra:

Turbiedad	180 NTU
Color Aparente	1710 NTU
Color Real	525 NTU
Conductividad	58,3 us/cm
pH	6,8
Alcalinidad	25 mg/l
Hierro total	25 mg/l
Manganesio	1,2 mg/l

Condiciones del ensayo:

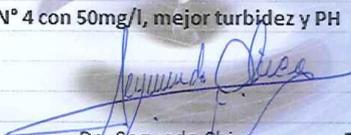
Coagulante:	Sulfato de Aluminio al 2%
Polimero:	Copolimero de amida 1560 PWG
Mezcla rápida:	30 segundos
Mezcla lenta:	Floculación 25 minutos
Sedimentación:	30 minutos

Jarra #:	1	2	3	4	5	6
Dosis de coagulante: mg/l	35 mg/l	40 mg/l	45 mg/l	50 mg/l	55 mg/l	60 mg/l
cc. de coagulante	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Agua sedimentada						
Color	143	125	56	40	143	145
Turbiedad	6,4	6	6,26	4,3	6,9	5,29
Alcalinidad	-----					
pH	5,82	6	6,3	6,5	5,82	5,59
Agua filtrada						
Color						
Turbiedad						

Dosis optima de coagulante: 50mg/l

Conclusión: La mejor dosis es la jarra N° 4 con 50mg/l, mejor turbidez y PH

Atentamente


Dr. Segundo Chica
QUIMICO - ANALISTA





JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTEREOLÓGICO DE AGUA

R.U.C. 0190414329001

Muestra procedencia: Rios Minas - Sector la Comuna - Parroquia Baños

Tipo de fuente: Superficial

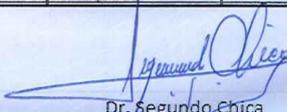
Fecha de toma: 28 de Marzo del 2016

Fecha de Analisis: 28 de Marzo del 2016

Analisis solicitado por: Ricardo Calderón

PARAMETROS	CAPTACION	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARAMETROS FISICOS			
TEMPERATURA	10	°C	In situ
TURBIEDAD	0,73	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	19	UC,Pt Co	
COLOR REAL		UC,Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	51,6	microsiemens/cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	32,4	mg/l	Por calculo
PARAMETROS QUIMICOS			
PH	6,6		
ALCALINIDAD TOTAL	15	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	2	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	17	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	6	mg/l	
Mg ⁺⁺	0,48	mg/l	Por calculo
HIERRO TOTAL	0,01	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS		mg/l	
MANGANESO		mg/l	
COBRE	0,02	mg/l	
SILICIO		mg/l	
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS		mg/l	
CLORUROS		mg/l	
SULFATOS	5	mg/l	
N. NITRITOS	0,003	ug/l	
COLOR LIBRE RESIDUAL		mg/l	
ARSENICO	0,01	mg/l	
PARAMETROS BIOLOGICOS			
RECuento EN PLACA		U.F.C./ml	
PSEUDOMONA AERUGINOSA		U.F.C./100ml	
MOHOS Y LEVADURAS		U.F.C./100ml	
COLIFORMES TOTALES	> 100	U.F.C./100ml	35°C - 24H
E. COLI	32	U.F.C./100ml	35°C - 24H

responsable:


 Dr. Segundo Chica
 QUIMICO ANALISTA



DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

Fuente de procedencia: Río Alarcón - Sector I - Comuna Píscos de Baños

Fecha de recepción y análisis: 28 de Marzo del 2016

Solicita: Ricardo Calderón
R.U.C. 0190414329001

Características de la muestra:

Turbiedad	7,19 NTU
Color Aparente	59 NTU
Color Real	32 NTU
Conductividad	50,4 us/cm
pH	6,97
Alcalinidad	20 mg/l
Hierro total	0,07 mg/l
Manganeso	-----

Condiciones del ensayo:

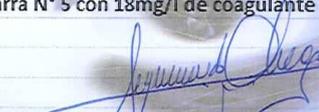
Coagulante:	Sulfato de Aluminio al 2%
Polimero:	Copolimero de amida 1560 PWG
Mezcla rápida:	30 segundos
Mezcla lenta:	Floculación 25 minutos
Sedimentación:	30 minutos

Jarra #:	1	2	3	4	5	6
Dosis de coagulante: mg/l	10 mg/l	12 mg/l	14 mg/l	16 mg/l	18 mg/l	20 mg/l
cc. de coagulante	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
Agua sedimentada						
Color	77	59	42	28	19	21
Turbiedad	6,44	2,76	2,31	2,54	2,03	2,31
Alcalinidad	-----					
pH	6,79	6,8	6,72	6,67	6,53	6,7
Agua filtrada						
Color						
Turbiedad						

Dosis óptima de coagulante: 18mg/l

Conclusión: La mejor dosis es la jarra N° 5 con 18mg/l de coagulante

Atentamente


 Dr. Segundo Chica
 QUIMICO - ANALISTA





LABORATORIO DE SANITARIA

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA

R.U.C. 019041435580

Muestra procedencia: Rios Minas - Sector la Comuna - Parroquia Baños

Tipo de fuente: Superficial

Fecha de toma: 15 de Junio del 2016

Fecha de Analisis: 15 de Junio del 2016

Analisis solicitado por: Ricardo Calderón

PARAMETROS	CAPTACION	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARAMETROS FISICOS			
TEMPERATURA	11	°C	In situ
TURBIEDAD	0,89	NTU, FTU	
COLOR APARENTE	14	UC,Pt Co	
COLOR REAL		UC,Pt Co	
CONDUCTIVIDAD	43,4	microsiemens/cm	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	28	mg/l	Por calculo
PARAMETROS QUIMICOS			
PH	6,5		
ALCALINIDAD TOTAL	19	mg/l, CaCO ₃	
ALCALINIDAD F.	Negativo	mg/l, CaCO ₃	
DUREZA TOTAL	17	mg/l, CaCO ₃	
Ca ⁺⁺	6	mg/l	
Mg ⁺⁺	0,48	mg/l	Por calculo
HIERRO TOTAL	0,02	mg/l	
TANINOS Y LIGNINAS		mg/l	
MANGANESO		mg/l	
COBRE	0,02	mg/l	
SILICIO		mg/l	
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS		mg/l	
CLORUROS	6	mg/l	
SULFATOS	8	mg/l	
N. NITRITOS	0,004	ug/l	
CLORO LIBRE RESIDUAL		mg/l	
ARSENICO	0,01	mg/l	
PARAMETROS BIOLOGICOS			
RECuento EN PLACA		U.F.C/ml	
PSEUDOMONA AERUGINOSA		U.F.C/100ml	
MOHOS Y LEVADURAS		U.F.C/100ml	
COLIFORMES TOTALES	> 100	U.F.C/100ml	35°C - 24H
E. COLI	80	U.F.C/100ml	35°C - 24H

responsable:

Segundo Chica
Dr. Segundo Chica

QUIMICO - ANALISTA

☎ Av. Ricardo Durán s/n Vía al Cementerio (2892 307 / 4093058 / 2400559
 ✉ E-mail: juntaguapotablebanos@hotmail.com 🌐 www.juntabanos.org.ec 📱 Jaat Baños
 Cuenca - Ecuador



JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS

DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA DE COAGULANTE

Muestra procedencia: Rio Minas - Sector La Cruz - Parroquia Baños
R.U.C. fecha de recepcion y analisis: 15 de Junio del 2016
Solicita: Ricardo Calderón

Características de la muestra:

Turbiedad	114 NTU
Color Aparente	88 NTU
Color Real	-----
Conductividad	-----
pH	6,89
Alcalinidad	25 mg/l
Hierro total	0,2 mg/l
Manganesio	-----

Condiciones del ensayo:

Coagulante:	Sulfato de Aluminio al 2%
Polimero:	Copolimero de amida 1560 PWG
Mezcla rápida:	30 segundos
Mezcla lenta:	Floculacion 25 minutos
Sedimentación:	30 minutos

Jarra #:	1	2	3	4	5	6
Dosis de coagulante: mg/l	40 mg/l	42 mg/l	44mg/l	46 mg/l	48 mg/l	50 mg/l
cc. de coagulante	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5
Agua sedimentada						
Color	345	432	445	448	327	468
Turbiedad	46,2	38,3	6,26	4,3	6,9	5,29
Alcalinidad	-----					
pH	5,64	5,38	5,25	5,14	5,29	5,04
Agua filtrada						
Color					14	
Turbiedad					0,89	

Dosis optima de coagulante: 48mg/l

Conclusión: La mejor dosis es la jarra N° 5 con 48mg/l, de sulfato el PH esta fuera de la Norma, hay que utiliz

Atentamente

Dr. Segundo Chica
QUIMICO - ANALISTA



9 Av. Ricardo Durán s/n Vía al Cementerio (2892 307 / 4093058 / 2400559
E-mail: juntaguapotablebanos@hotmail.com www.juntabanos.org.ec Jaat Baños
Cuenca - Ecuador

Cuenca 10 de Enero del 2016

Sr. MANOLO SOTO ALEMÁN

PRESIDENTE DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE BAÑOS.

De mis consideraciones:

Yo, **RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN** con C.I. 0103687901, estudiante egresado de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, solicito a usted de la manera más cordial, me facilite realizar el análisis de agua en el Laboratorio de La Planta de Tratamiento de Agua Potable de Baños, debido a que me encuentro realizando mi tesis de grado, el cual consiste en el "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS" para las ocho comunidades de la parte alta de la Parroquia . Esto es posible gracias al convenio celebrado entre la Junta (JAAP. Baños) y la universidad, para contribuir al desarrollo de la misma.

Por la favorable atención que le dé a la presente, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente

RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN
0103687901

Cuenca 11 de Enero del 2016

Sr.

RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN
ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

Presente.

De nuestras consideraciones:

Quienes conformamos la Junta Administradora de Agua Potable de Baños, le deseamos un cordial saludo, y en atención al oficio s/n del 10 de Enero del 2016 me permito comunicarle la aprobación para que se realice los respectivos análisis de agua en el Laboratorio de la Planta de tratamiento.

Esperando que la aprobación sirva para los fines pertinentes, me despido de Ud., deseándole muchos éxitos en su vida profesional.

Atentamente

Manolo Soto Alemán

**PRESIDENTE DE LA JUNTA ADMINISTRADORA
DE
AGUA POTABLE DE BAÑOS**

ANEXO 3:

INFORME TECNICO DE

ANALISIS DE SUELOS

INFORME DEL ANALISIS DE SUELOS

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El análisis de suelos para el proyecto de la Planta de tratamiento de agua potable de Baños que abastecerá a las comunidades de: Minas Cochapamba, Zhipata, Guaquir, Tuncay, Paccha, Guadalupano Alto, Rudio y Sunsun, se realizaron en el laboratorio de suelos en la Universidad Católica de Cuenca.

1.2 OBJETIVO.

Describir los trabajos realizados en el campo, laboratorio y oficinas, con la muestra obtenida en el sector de Rudio en donde se construirá la Planta, con el estudio se obtendrá las condiciones geológicas del terreno de fundación el tipo de estructura necesaria para ese suelo, a igual que los parámetros a utilizar en su diseño y posterior construcción.

1.3 UBICACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO.

El lugar en donde se construirá la Planta está a unos 7km del centro de Baños en las coordenadas: 710310.00 m E y 9673521.00 m S

Figura 01: Ubicación del Terreno para la Planta



Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth>

Elaborado por: Autor

Figura 02: Ubicación del Terreno para la Planta



Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth>

Elaborado por: Autor

1.4 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.

El proyecto comprenderá el diseño de una Planta de tratamiento de agua potable convencional en el sector de Rudio de la Parroquia Baños, para lo cual se hará un estudio de suelos que describiremos a continuación.

2 TRABAJO DE CAMPO.

2.1 CALICATAS

Para definir el perfil estratigráfico del terreno en estudio se realizaron dos calicatas uno a cielo abierto y otro por perforación siendo C1 y C2.

TABLA N° 01 CALICATAS					
CALICATA	PROFUND.	COORDENADAS			NF
		SUR	ESTE	COTA	
C-1	3,9	9673521.82	710315.03	3251	No presenta
C-2	3,5	9673521.34	710301.51	3250	No presenta

2.2 MUESTREO Y REGISTROS DE EXPLORACION

Se realizó la clasificación de cada una de las calicatas que debido a la geología del sector tienen las mismas características, que son el tipo de suelo, espesor del estrato, consistencia, color, humedad,

etc., al tener los mismos resultados detallaremos en el siguiente informe solo del calicata C1 muestras recolectadas el 07 de Enero del 2017.

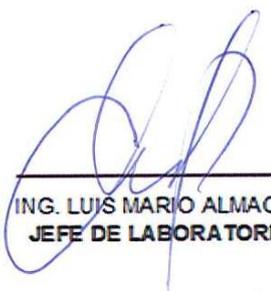
2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con Las muestras recolectadas en la calicata C1 se realizaran los ensayos en el laboratorio de la Universidad y así identificaremos el tipo de suelo con el cual se cuenta.

2.3.1 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL.

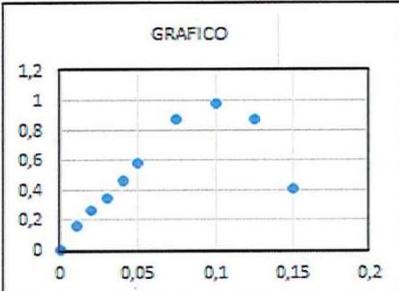
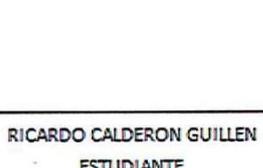
Para obtener la humedad natural del suelo utilizaremos la norma ASTM-2426.

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO				
TARRO N° (T)	P. TARRO (A)	P. TARRO + M. HUMED (B)	P. TARRO+ M.SECA C	% HUMEDAD $W = ((B-C)/(C-A)) * 100$
S1	52,6	114,9	96,7	41,27
S2	52,9	113,2	95,4	41,88
% HUM. PROMEDIO				41,58

 <hr/> ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO	 <hr/> ATANASIO JARA LABORATORISTA	<hr/> RICARDO CALDERON GUILLEN ESTUDIANTE
---	---	--

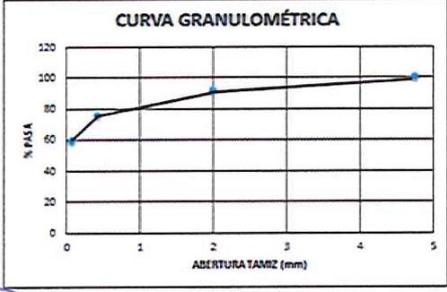
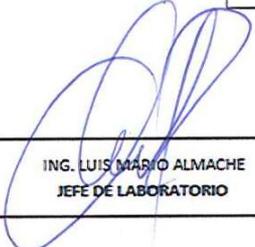
2.3.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

Este ensayo se realizar para obtener la carga ultima del suelo, el que se obtiene por la relacion de la resistencia al corte del suelo valor el cual es usado en el proyecto.

		UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA						
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL						
		LABORATORIO DE SUELOS						
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS							
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.							
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)							
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SMPLE							
MUESTRA:	C-2							
PROFUNDIDAD:	3,50m							
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERON GUILLEN							
FECHA:								
CILINDRO N° 1								
Ds	3,785	cm	As	11,25	cm ²	W (peso)	197,46	g
Dc	3,84	cm	Ac	11,58	cm ²	Vol.	114,63	cm ³
Di	3,9	cm	Ai	11,95	cm ²	Ŷh	1,72	kg/cm ³
Hm	9,89	cm	Am	11,59	cm ²	Ŷd	0	kg/cm ³
LECTURA 1*10 ⁻⁴	CARGA KG	DEFOR. 1*10 ⁻²	DEF. UNITARIA	AREA CORREG.	ESFUER. Kg/cm ²	HUMEDAD		
0	0	0	0	0	0	TARRO N°	1	2
13	1,81	10	0,0026	11,62	0,16	P,TARRO	0,4	0,9
21	3,18	20	0,0051	11,65	0,27	P.TARR.+M.HUM.	141,5	141,6
28	4,08	30	0,0077	11,68	0,35	P.TARR.+M.SEC.	114,1	114,2
36	5,44	40	0,0103	11,71	0,46	% HUMEDAD	43,7	43,8
46	6,81	50	0,0128	11,74	0,58	HUMEDAD PROM.	38,92	
73	10,44	75	0,0193	11,82	0,88			
82	11,7	100	0,0257	11,9	0,98			
74	10,58	125	0,0321	11,97	0,88			
33	4,99	150	0,0385	12,05	0,41			
$C = \frac{qu}{2} = \frac{0,98}{2} = 0,49 \text{ kg/cm}^2$								
						 <p style="text-align: center;">GRAFICO</p>		
								
ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO			ATANASIO JARA LABORATORISTA			RICARDO CALDERON GUILLEN ESTUDIANTE		

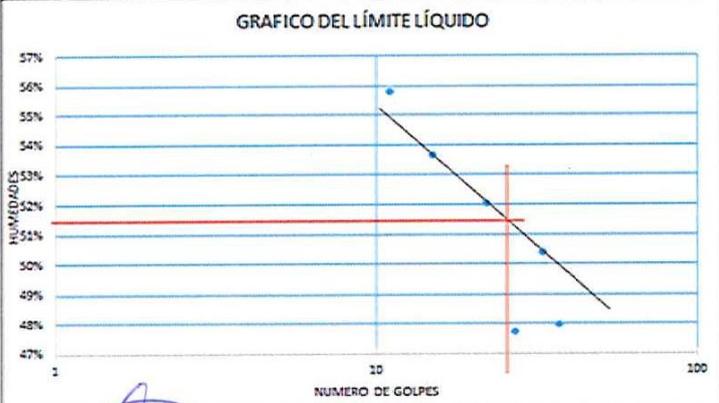
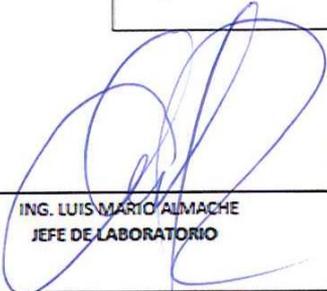
2.3.3 ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Para el análisis granulométrico empleamos la norma ASTM-D422 que determina la distribución de tamaños de partículas del suelo en forma cuantitativa.

		UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA			
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
		LABORATORIO DE SUELOS			
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS				
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.				
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)				
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO				
MUESTRA:	C-1				
PROFUNDIDAD:	3,90m				
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERON GUILLEN				
FECHA:					
ANALISIS GRANULOMÉTRICO					
TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Nº	mm				
Nº 4	4,76	0	0	0	100
Nº 10	2	28,1	28,1	7,97	92,03
Nº 40	0,42	58,8	86,9	24,65	75,35
Nº 200	0,07	56,7	143,6	40,73	59,27
PASA Nº 200		0,7	144,3	40,93	59,07
TOTAL		144,3			
DATOS					
PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO		499,2 g			
% HUMEDAD		41,58 %			
PESO SECO ANTES DEL LAVADO (Ws)		352,59 g			
PESO SECO DESPUES DEL LAVADO		144 g			
ERROR DE GRANULOMETRÍA (<+ 0,5%)		0,208 %			
PORCENTAJE DE MATERIAL					
ARENA		40,73 %			
FINO		59,07 %			
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
 ING. LUIS MASIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO		 ATANASIO JARA LABORATORISTA		RICARDO CALDERON GUILLEN ESTUDIANTE	

2.3.4 LIMITE LÍQUIDO

Según la norma ASTM D-423 el límite líquido determina la humedad del suelo cuando este se comporta en forma plástica, para este ensayo utilizaremos la cuchara Casa grande, y en relación entre la cantidad de golpes y el porcentaje de humedad se obtendrá el límite líquido.

		UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA			
		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
		LABORATORIO DE SUELOS			
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS				
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.				
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)				
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO				
MUESTRA:	C-1				
PROFUNDIDAD:	3,90m				
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN				
FECHA:	03 DE ABRIL DEL 2017				
LÍMITE LÍQUIDO					
TARRO N° (T)	NÚMERO DE GOLPES (N)	P. TARRO (A)	P. TARRO+M. HU M (B)	P. TARRO+M. SECA C	% HUMEDAD W= [B-C]/[C-A]
10-PS	11	12,1	27,25	20,5	55,79
9	33	12,1	24,1	18	50,41
6	27	12,3	24,67	18,8	47,72
4	22	12,3	24,9	18,5	52,03
63	37	12,3	23,5	17,6	47,97
8	15	12,3	25,6	19	53,66
				LL	51,26
GRAFICO DEL LÍMITE LÍQUIDO					
					
 ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO		 ATANASIO JARA LABORATORISTA		RICARDO CALDERÓN GUILLÉN ESTUDIANTE	

2.3.5 LIMITE PLASTICO

Para este ensayo se empleara la norma ASTM D-424, con la cual determinaremos la humedad del suelo cuando se comporta como un material no plástico, para esto amasaremos el material hasta formar rollitos de 3mm de diámetro.

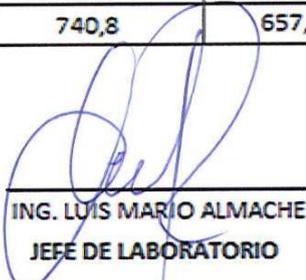
	UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA																																											
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL																																											
	LABORATORIO DE SUELOS																																											
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS																																											
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.																																											
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)																																											
ENSAYO:	LÍMITE PLÁSTICO																																											
MUESTRA:	C-1																																											
PROFUNDIDAD:	3,90m																																											
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN																																											
FECHA:	LUNES ,03 DE ABRIL DEL 2017																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">LÍMITE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>TARRO N° (T)</th> <th>P. TARRO (A)</th> <th>P.TARRO+M.HU M (B)</th> <th>P. TARRO+M. SECA C</th> <th>% HUMEDAD $W = \frac{(B-C)}{(C-A)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>22,07</td> <td>25,02</td> <td>24,06</td> <td>48,24</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>21,19</td> <td>23,65</td> <td>22,82</td> <td>50,92</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>21,65</td> <td>24,22</td> <td>23,35</td> <td>51,18</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20,98</td> <td>24,27</td> <td>23,15</td> <td>51,61</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>21,89</td> <td>25,29</td> <td>24,1</td> <td>53,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>LP</td> <td>51,89</td> </tr> </tbody> </table>					LÍMITE PLÁSTICO					TARRO N° (T)	P. TARRO (A)	P.TARRO+M.HU M (B)	P. TARRO+M. SECA C	% HUMEDAD $W = \frac{(B-C)}{(C-A)}$	11	22,07	25,02	24,06	48,24	2	21,19	23,65	22,82	50,92	25	21,65	24,22	23,35	51,18	1	20,98	24,27	23,15	51,61	23	21,89	25,29	24,1	53,85				LP	51,89
LÍMITE PLÁSTICO																																												
TARRO N° (T)	P. TARRO (A)	P.TARRO+M.HU M (B)	P. TARRO+M. SECA C	% HUMEDAD $W = \frac{(B-C)}{(C-A)}$																																								
11	22,07	25,02	24,06	48,24																																								
2	21,19	23,65	22,82	50,92																																								
25	21,65	24,22	23,35	51,18																																								
1	20,98	24,27	23,15	51,61																																								
23	21,89	25,29	24,1	53,85																																								
			LP	51,89																																								
 ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO		 ATANASIO JARA LABORATORISTA		RICARDO CALDERÓN GUILLÉN ESTUDIANTE																																								

Obteniendo así el índice de plasticidad con la siguiente formula.

$$I_p = (LL-LP) = 51,26 - 51,89 = - 0,63 = 0$$

2.3.6 GRAVEDAD ESPECÍFICA

Para este ensayo se empleara la norma ASTM-C127, que determina la relación entre la masa de unidad de volumen de un material a una temperatura determinada y la masa de ese mismo volumen de agua destilada y libre de gas a la misma temperatura.

		UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS		
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS			
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.			
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)			
ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA			
MUESTRA:	C-1			
PROFUNDIDAD:	3,90m			
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERON GUILLEN			
FECHA:	LUNES, 3 DE ABRIL DEL 2017			
GRAVEDAD ESPECIFICA				
P.MATRAZ+AGUA +MUESTRA (A)	P.MATRAZ +AGUA (B)	P.MUESTRA SECA C	TEMPERAT. C* (D)	PESO ESPECIFICO SECO $W = C/((C+B)-A)$
740,8	657,3	133,2	17	2,68
 ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO		 ATANASIO JARA LABORATORISTA		RICARDO CALDERON GUILLEN ESTUDIANTE

3 TRABAJOS DE GABINETE

Con la obtencion de datos sacados en los ensayos se a realizado los trabajos de gabinete como la clasificacion de suelos y elaboracion de perfiles.

3.1 CLASIFICACION DE SUELOS

Para la clasificación se utilizó el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS), con lo que se ha obtenido las características del suelo y el comportamiento del mismo ante agentes externos.

Esta clasificación utilizara símbolos de grupo, que consiste en un prefijo con el que se accederá a la composición del suelo y un sufijo que realzara las propiedades. Tales propiedades y su significado se mostraran en el siguiente cuadro.

TABLA N° 02: SIMBOLO DE GRUPOS (SUCS)			
TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUB GRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido bajo (< 50)	H

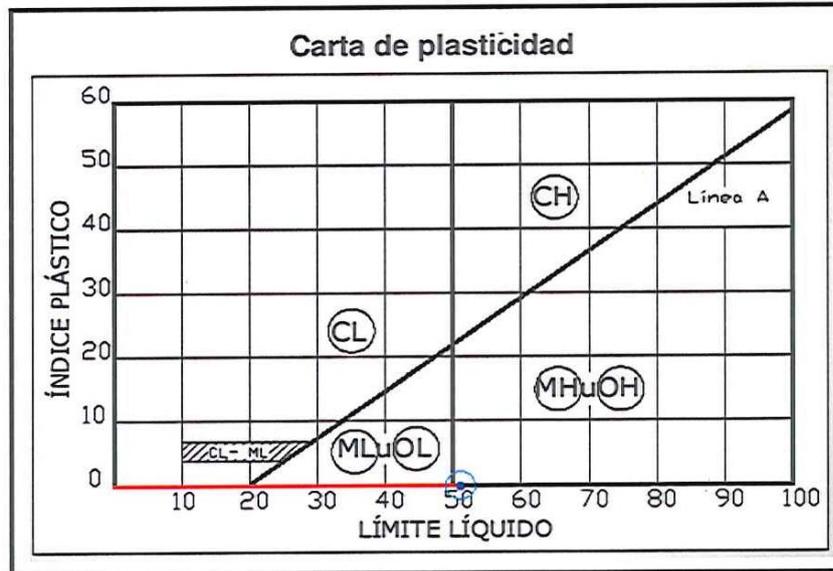
FUENTE: (Bowles, 2001)

En función de estos símbolos se pueden identificar diferente tipología de suelos que se demostrara en la siguiente tabla.

TABLA N° 03: TIPOLOGÍA DE SUELOS (SUCS)			
SÍMBOLO	CARACTERISTICAS GENERALES		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz# 4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
GP			Pobrememente graduadas
GM		Con finos (Finos> 12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (< 50% en tamiz # 4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
SP			Pobrememente graduadas
SM		Con finos (Finos> 12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL< 50)	
MH		Alta plasticidad (LL > 50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL< 50)	
CH		Alta plasticidad (LL > 50)	
OL	SUELOS ORGANICOS	Baja plasticidad (LL< 50)	
OH		Alta plasticidad (LL > 50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

FUENTE: (Bowles, 2001)

Para la clasificación de suelos finos contaremos con la Carta de Casagrande, la cual mediante la relación entre el límite líquido y el índice de plasticidad, ubica al suelo fino en el diagrama.



Con los parámetros de las tablas antes indicadas, podremos mostrar algunas propiedades importantes, que indicaremos en las tablas siguientes.

TABLA N° 04: CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE SUELOS

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLO	COMPORTAMIENTO MECANICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	Densidad optima P.M.	CBR In situ
SUELOS DE GRANO GRUESO	Gravas	GW	Excelente	Excelente	2.00 - 2.24	60 - 80
		GP	Bueno a excelente	Excelente	1.76 - 2.08	25 - 50
		GM	Bueno a excelente	Aceptable a mala	2.08 - 2.32	40 - 80
			Bueno	Mala a impermeable	1.92 - 2.24	20 - 40
	Arenas	GC	Bueno	Mala a impermeable	1.92 - 2.24	20 - 40
		SW	Bueno	Excelente	1.76 - 2.08	20 - 40
		SP	Aceptable a bueno	Excelente	1.60 - 1.92	oct-25
			Aceptable a bueno	Aceptable a mala	1.92 - 2.16	20 - 40
			Aceptable	Mala a impermeable	1.68 - 2.08	oct-20
SC	Malo a aceptable	Mala a impermeable	1.68 - 2.08	oct-20		
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas (LL < 50)	ML	Malo a aceptable	Aceptable a mala	1.60 - 2.00	may-15
		CL	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.60 - 2.00	may-15
		OL	Malo	Mala	1.44 - 1.70	04-ago
	Limos y arcillas (LL > 50)	MH	Malo	Aceptable a mala	1.28 - 1.60	04-ago
		CH	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.44 - 1.25	03-may
		OH	Malo a muy malo	Casi impermeable	1.28 - 1.68	03-may
SUELOS ORGANICOS		Pt	Inaceptable	Aceptable a mala		

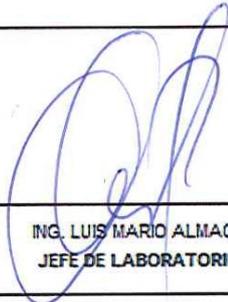
FUENTE: (Das, 2006)

TABLA N°05: PROPIEDADES IMPORTANTES DE LOS TIPOS DE SUELOS					
Denominaciones típicas de los grupos de suelos	Símbolo del grupo	PROPIEDADES MAS IMPORTANTES			
		Permeabilidad en estado compactado	Resistencia al corte en estado compacto y saturado excelente	Compresibilidad en estado compacto y saturado	Facilidad de tratamiento en obra
Gravas bien graduadas mezclas de grava y arenas con pocos finos o sin ellos	GW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Gravas mal graduadas mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos	GP	Muy permeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas limosas mal graduadas mezclas de gravas, arena y limo	GM	Semi permeable a impermeable	Buena	Despreciable	Buena
Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de gravas, arena y arcilla	GS	Impermeable	Buena a regular	Muy baja	Buena
Arenas bien graduadas arenas con grava con pocos finos o sin ellos	SW	Permeable	Excelente	Despreciable	Excelente
Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos	SP	Permeable	Buena	Muy baja	Regular
Arenas limosas mezclas de arena y limo mal graduadas.	SM	Semi permeable a impermeable	Buena	Baja	Regular
Arenas arcillosas mezclas de arena y arcilla mal graduadas	SC	Impermeable	Buena a regular	Baja	Buena
Limos inorgánicos y arenas muy finas polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas con ligera plasticidad	ML	Semi permeable a impermeable	Regular	Media	Regular
Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad arcillas con grava, arcillas arenosas arcillas limosas, arcillas magras.	CL	Impermeable	Regular	Media	Buena a Regular
Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	OL	Semi permeable a impermeable	Deficiente	Media	Regular
Limos inorgánicos, suelos finos arenosos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos	MH	Semi permeable a impermeable	Regular a deficiente	Elevada	Deficiente
Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad arcillas grasas	CH	Impermeable	Deficiente	Elevada	Deficiente
Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta	OH	Impermeable	Deficiente	Elevada	Deficiente

FUENTE: (Abreu, 2003)

3.2 CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

A continuacion detallaremos el tipo de suelo donde se emplasara el proyecto.

 UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS		
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS	
TEMA:	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.	
UBICACIÓN:	RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)	
ENSAYO:	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
MUESTRA:	C-1	
PROFUNDIDAD:	3,50m	
REALIZADO POR:	RICARDO ERMEL CALDERÓN GUILLÉN	
FECHA:	LUNES, 03 DE ABRIL DEL 2017	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)		
% Que pasa la malla N° 200	59,07	
Limite Líquido	LL 51,26	
Limite Plástico	LP 51,89	
Indice de Plasticidad	IP 0	
Tipo de Suelo	Suelo Fino Alta Plasticidad	
Tipo de Simbología	Simbología Normal	
Suelo	MH Inorgánico	
Características del Suelo	Son limos inorgánicos, con una alta plasticidad, semi permeables a impermeables, resistencia al corte regular a deficiente, y se caracterizan por ser muy comprensibles.	
 		
ING. LUIS MARIO ALMACHE JEFE DE LABORATORIO	ATANASIO JARA LABORATORISTA	RICARDO CALDERON GUILLEN ESTUDIANTE

4. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En el calicata C-1

Luego del respectivo analisis de suelos realizado con la muestra del calicata C-1, se a obtenido un tipo de suelo CH que de acuerdo ala clasifacion SUCS, es un suelo Arcilla inorganica de alta plasticidad , ya que su límite líquido es superior al 50% siendo un suelo impermeable sin capacidad de drenaje por lo que presenta una resistencia al corte deficiente, y su característica principal que ser, muy comprensibles.

En el cuadro siguiente se detallara el perfil estratigrafico:



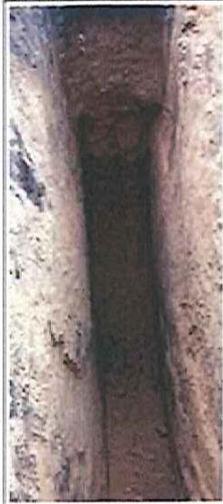
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA 8 COMUNIDADES DE LA PARTE ALTA DE BAÑOS
TEMA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS.
UBICACIÓN: RUDIO (PARROQUIA BAÑOS)
CLIMA: NUBLADO
FECHA: LUNES, 03 DE ABRIL DEL 2017

CALICATA # 1

TIPO DE SUELO	GRAFICO	PROF (m)	COLOR	DESCRIPCION
SUCS				
Capa Vegetal		0,10	N	Capa Vegetal
		0,20	E	
		0,30	G	
		0,40	R	
		0,50	O	
MH		0,60		Despues de la capa vegetal, y hasta la profundidad de 3,9m se encontro material limo organico de alta plasticidad resistente al corte regular a deficiente y muy comprensible. plástico.
		0,70		
		0,80		
		1,00		
		1,20	A	
		1,40	N	
		1,60	A	
		1,80	R	
		2,00	A	
		2,20	N	
		2,40	J	
		2,60	A	
		2,80	D	
		3,00	O	
		3,20		
3,40				
3,60				
3,80				
3,90				


 LUIS MARIO ALMACHE
 JEFE DE LABORATORIO


 ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

RICARDO CALDERO G.
 ESTUDIANTE

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Con todos los ensayos realizados se identifico y clasifico el tipo de suelo en donde se emplazara la Planta de tratamiento, En la siguiente tabla se presentara los resultados finales para que luego se realice el analisis de cimentaciones para cada estructura del proyecto investigado.

TABLA N 6 RESULTADOS OBTENIDOS								
CALICATA	PROF.(m)	W%	LL	LP	IP	NF	SUCS	CARACTERITICAS
C-1	0.50 -3,90	41,58	51,26	51,89	0	No presenta	MH	Limo orgánico de alta plasticidad y resistente al corte normal.

Donde:

W% = Contenido de humedad

LL= Límite Líquido

LP = Límite plástico

IP = Índice de Plasticidad

NF = Nivel Freático

Sucs = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos en los ensayos posteriormente se debera analizar un tipo de sedimentacion especial por las características naturales que presenta este tipo de suelo
- De acuerdo a los resultados del analisis de suelos se podra saber que tipo de sedimentacion se debera realizar para cada una de las unidades.
- Gracias a la colaboración del Laboratorio de Suelos de la Universidad Católica se a podido realizar el estudio de suelos
-

5.2 BIBLIOGRAFIA:

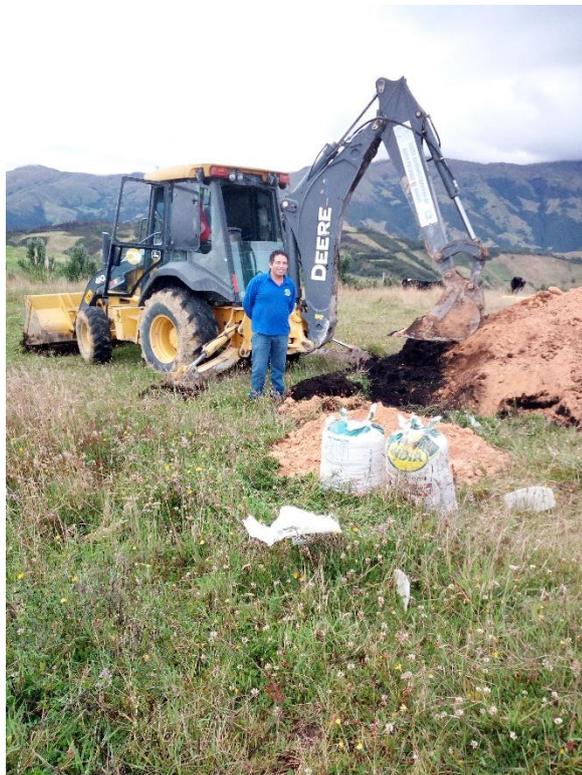
- INEC; Municipalidad de Cañar. (2011). PDOT Cañar
- Abreu, J.A (2003). Mecanica de suelos y Cedimentaciones. Mexico Suelos. DF: Limusa S.A.
- Das, B. M.(2006). Fundamentos de la Ingenieria Geotecnica.D.F.
<http://www.videosdeincesto.net/me-corro-en-el-culo-de-mi-madre/>

Fotografía 9. Recolección de muestras con maquinaria pesada para el Análisis de Suelos Calicata 1



Fuente: Autor

Fotografía 10. Recolección de muestras con maquinaria pesada para el Análisis de Suelos Calicata 1



Fuente: Autor

Fotografía 11. Recolección de muestras con equipo de perforación por percusión para el Análisis de Suelos Calicata 2



Fuente: Autor

Fotografía 12. Recolección de muestras con equipo de perforación por percusión para el Análisis de Suelos Calicata 2



Fuente: Autor

Fotografía 13. Análisis de Suelos

ANALISIS GRANULOMÉTRICO



Fuente: Autor

Fotografía 14. Análisis de Suelos



Fuente: Autor

Fotografía 15. Análisis de Suelos

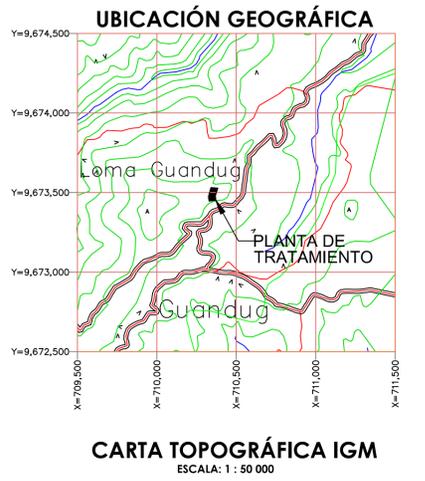
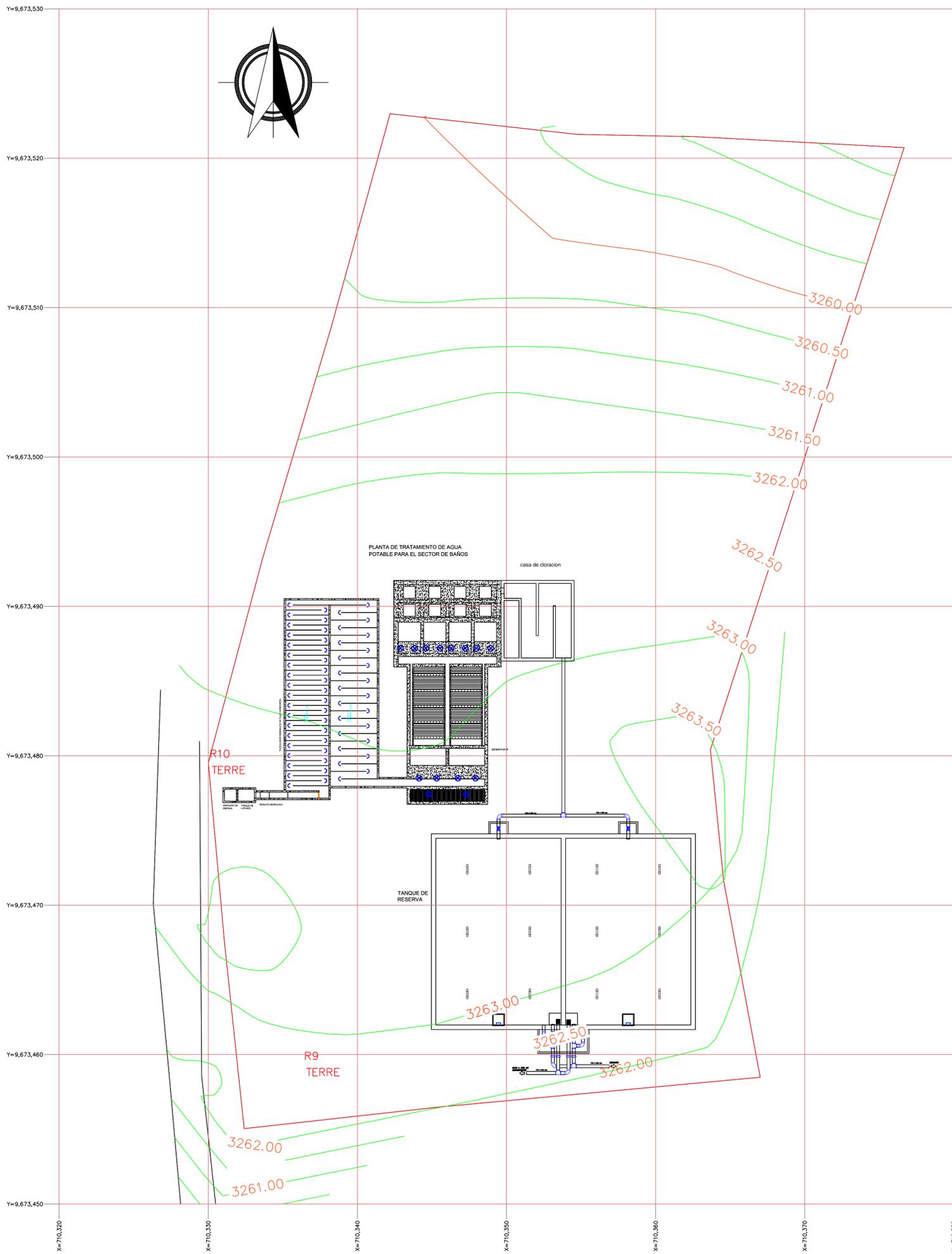
COMPRESIÓN SIMPLE



Fuente: Autor

ANEXO 4:

PLANOS



SIMBOLOGÍA:

- LINDERO
- CURVAS DE NIVEL A CADA 0.50 M
- CURVAS DE NIVEL A CADA 2.50 M
- VÍA
- COTAS DE LAS CURVAS DE NIVEL
- CONSTRUCCIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS

CONTENIDO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

FECHA:
OCTUBRE / 2016

ESCALA:
1 : 150

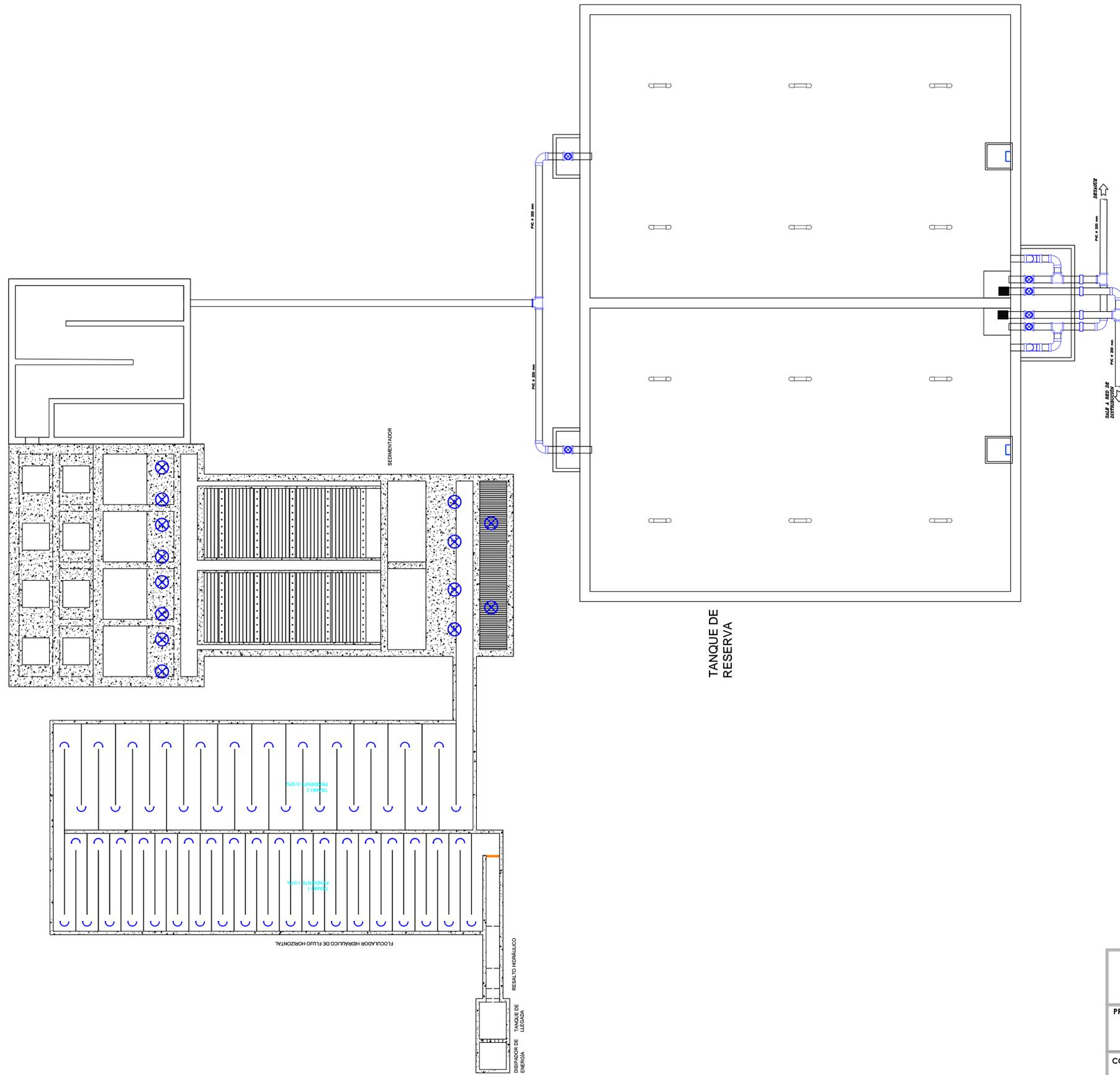
DIBUJO:
RICARDO CALDERÓN.

REVISADO:

ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ
DIRECTOR DE TESIS

LAMINA:
1 / 9

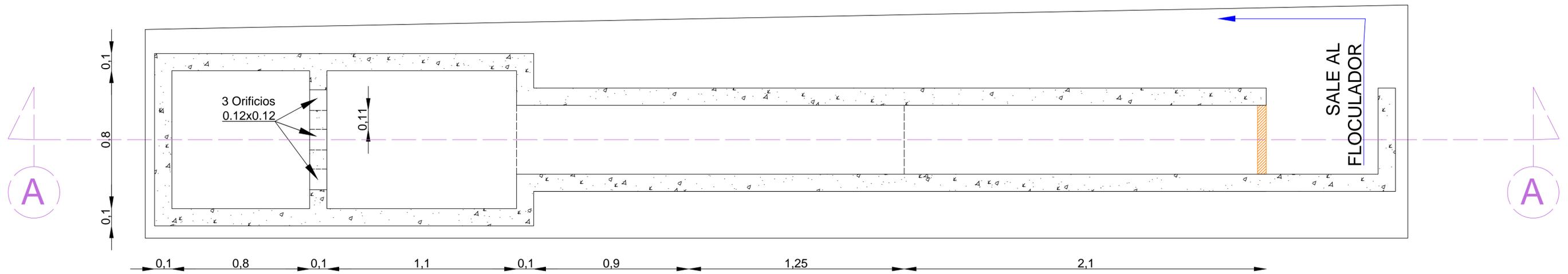
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL SECTOR DE BAÑOS



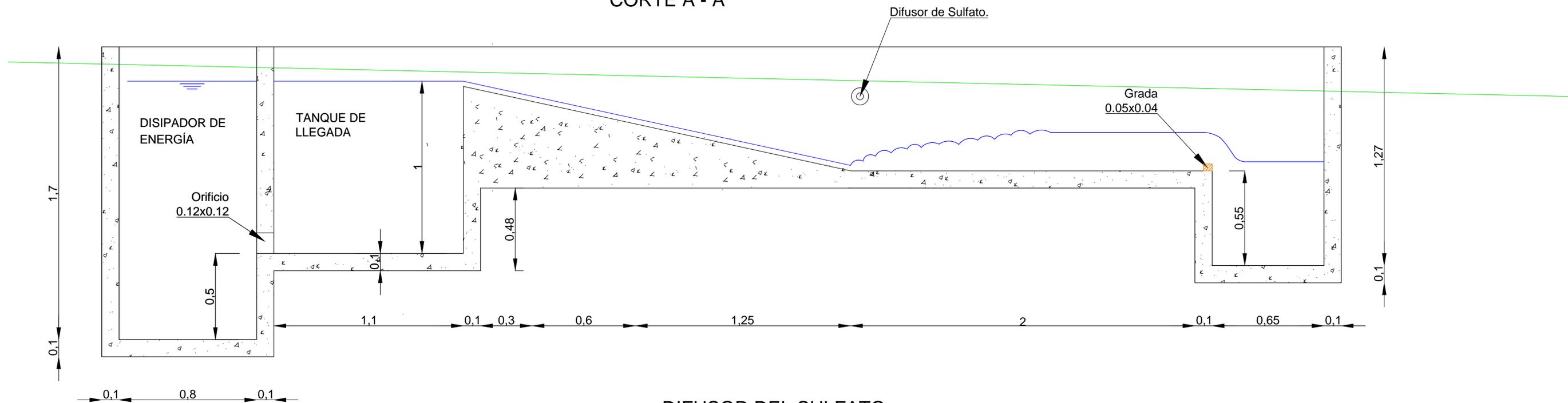
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	ESCALA: 1 : 50
CONTENIDO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.	LAMINA: 2 / 9
REVISADO: ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZÁLEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>		

DISIPADOR DE ENERGÍA, TANQUE DE LLEGADA Y RESALTO HIDRÁULICO

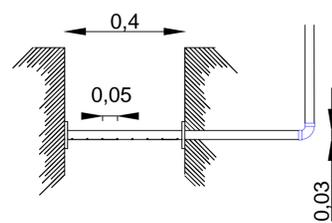
VISTA EN PLANTA



CORTE A - A



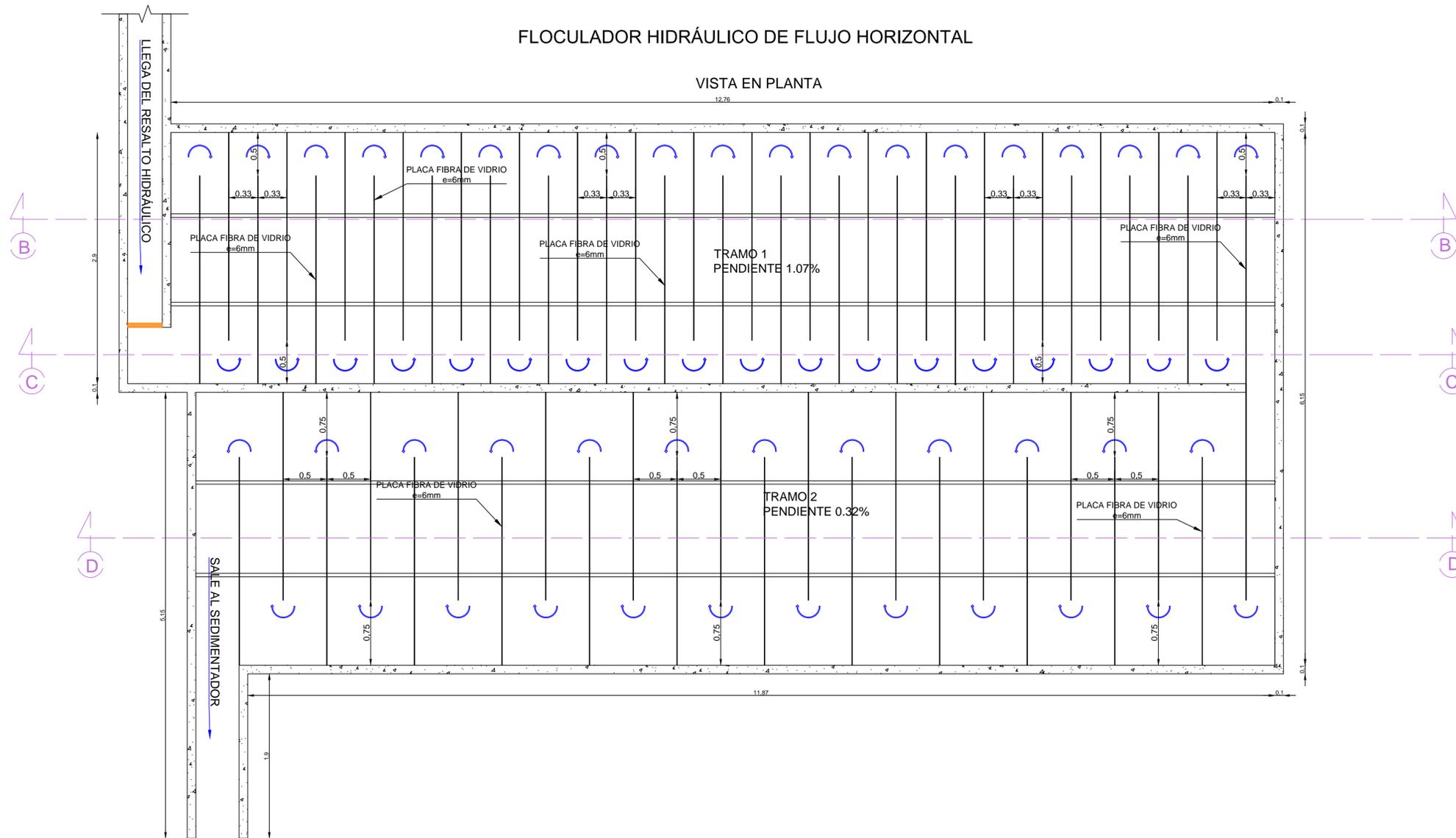
DIFUSOR DEL SULFATO



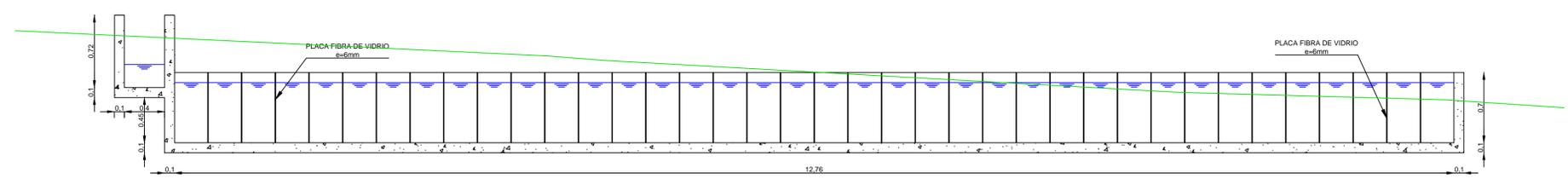
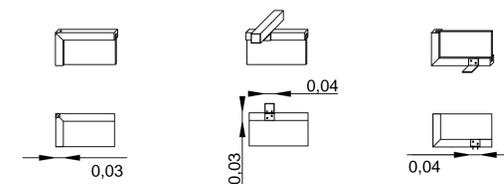
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: DISIPADOR DE ENERGÍA, TANQUE DE LLEGADA Y RESALTO HIDRÁULICO PLANTA Y CORTES	ESCALA: 1 : 50	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO:	LAMINA: 3 / 9	ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>

FLOCULADOR HIDRÁULICO DE FLUJO HORIZONTAL

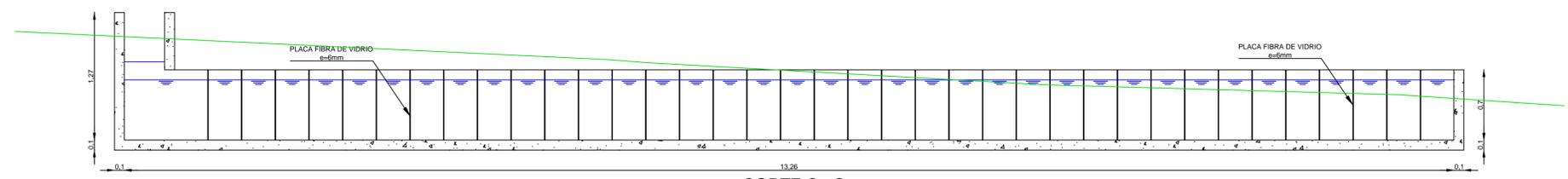
VISTA EN PLANTA



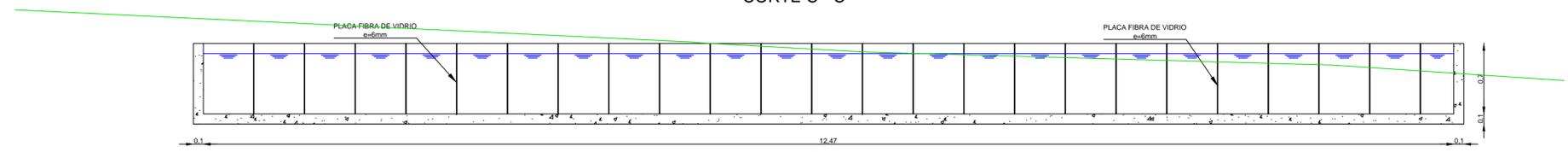
DETALLES DE ANCLAJE DE LAS PLACAS



CORTE B - B



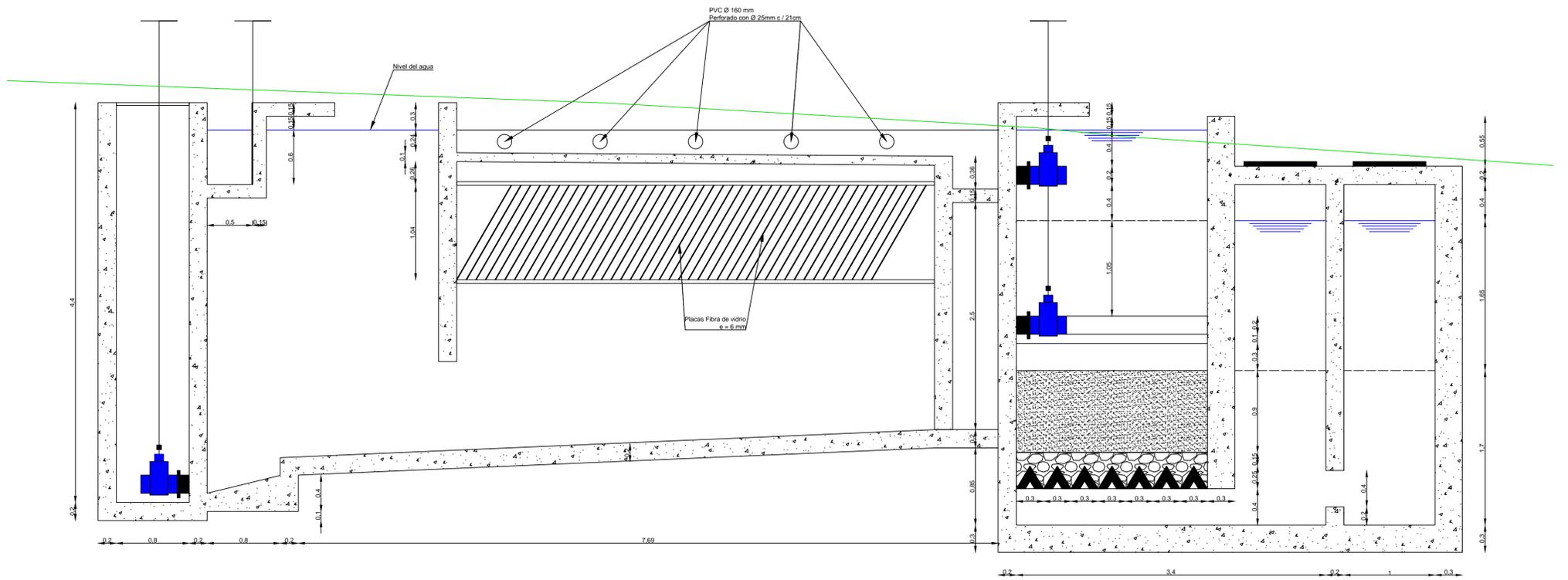
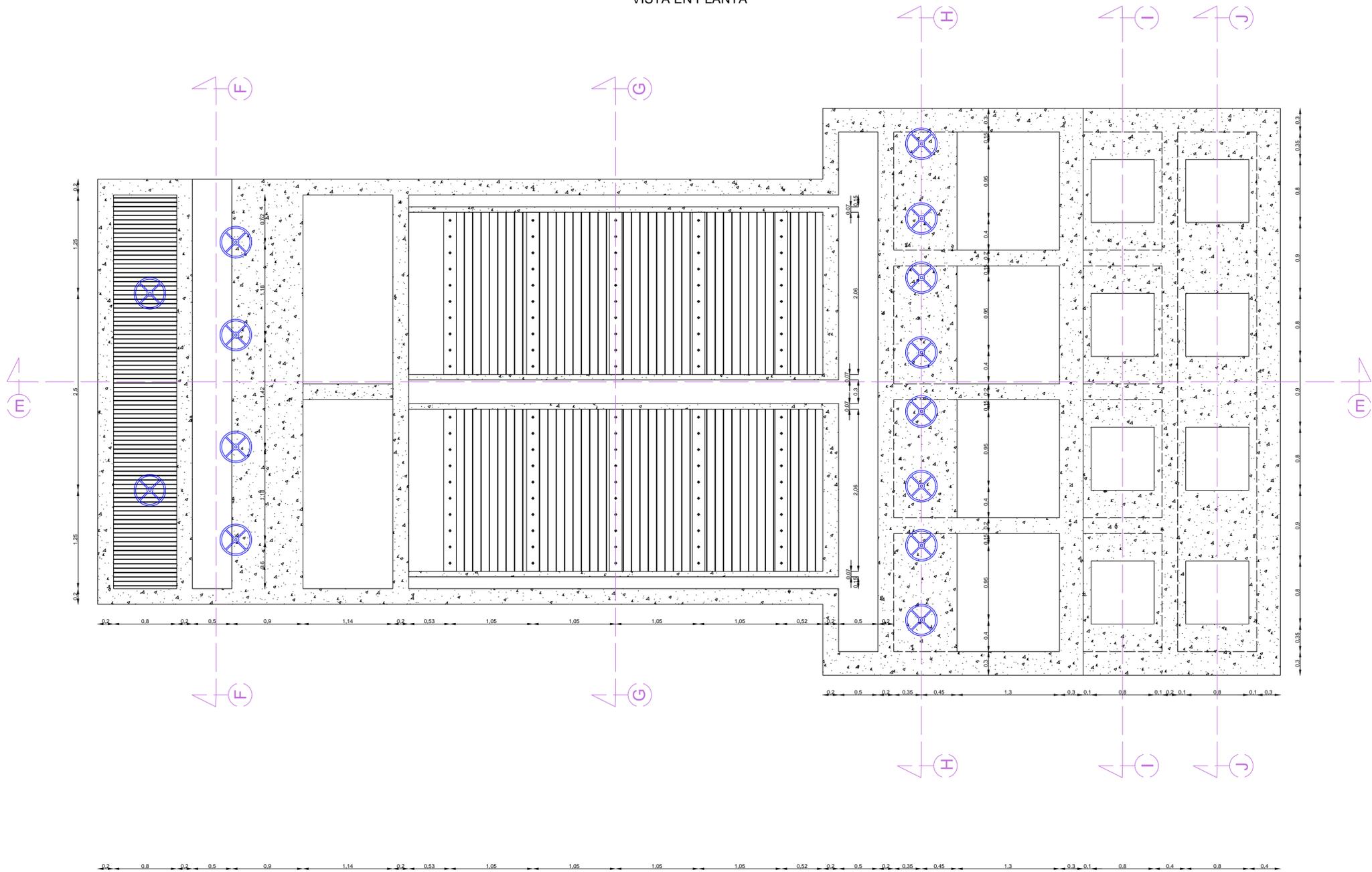
CORTE C - C



CORTE D - D

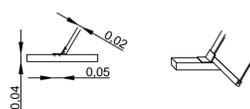
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: FLOCULADOR HIDRÁULICO DE FLUJO HORIZONTAL PLANTA Y CORTES	ESCALA: 1 : 50	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO:	LAMINA: 4 / 9	ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>

SEDIMENTADOR
VISTA EN PLANTA

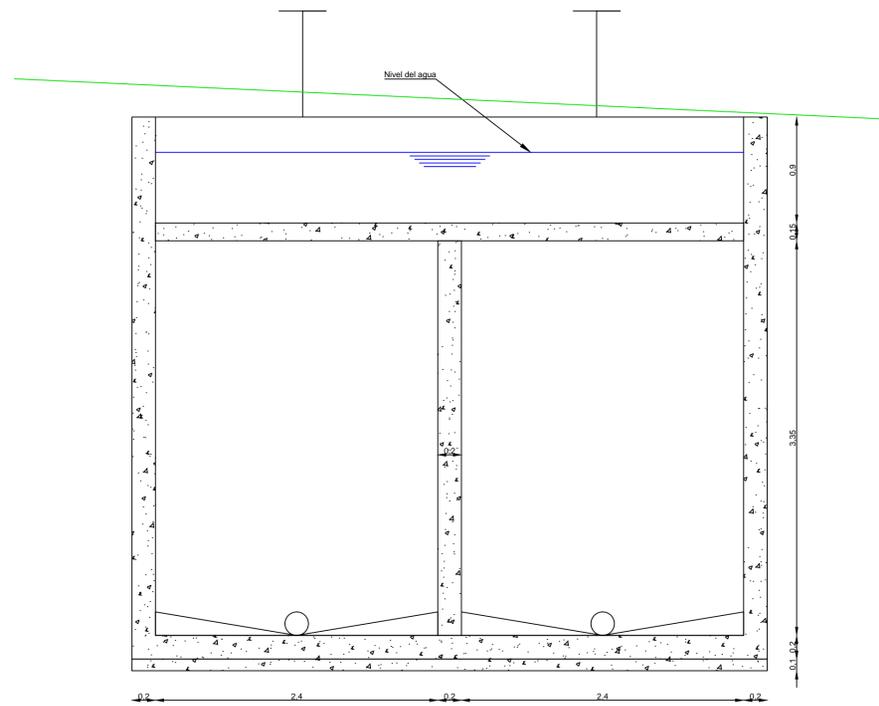


CORTE E - E

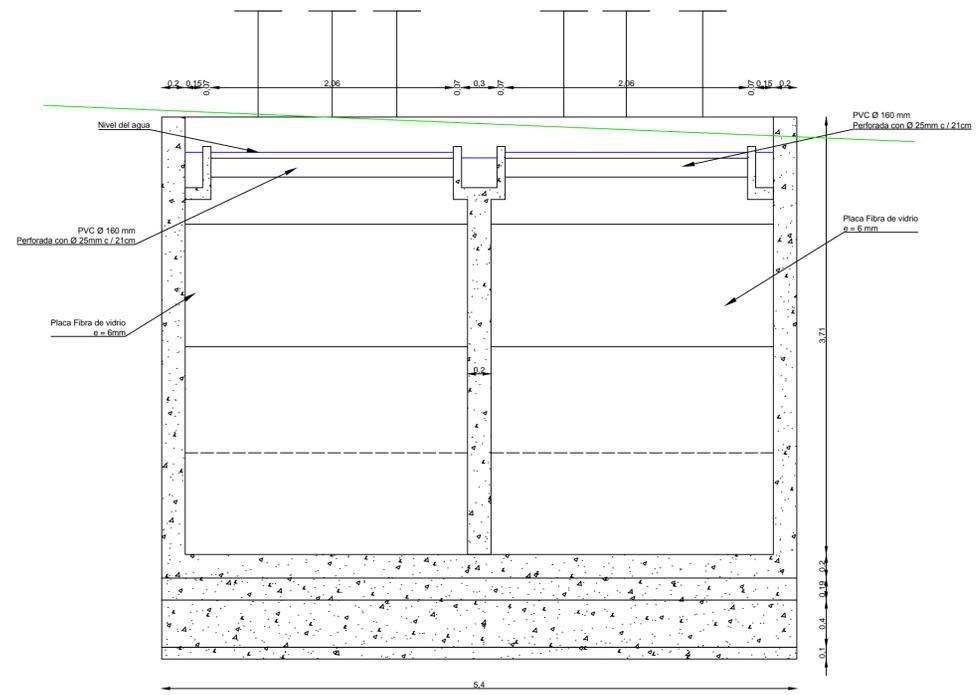
DETALLES DE ANCLAJE DE LAS PLACAS



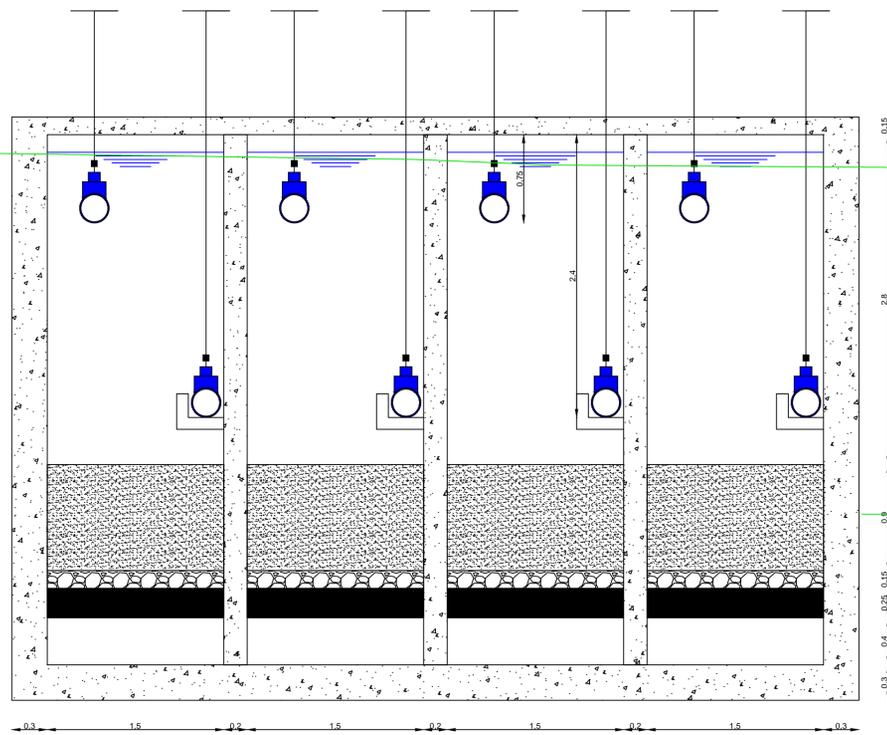
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDIO PERTENECIENTE A LA PARRQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: SEDIMENTADOR Y FILTROS PLANTA Y CORTES	ESCALA: 1 : 50	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO:	LAMINA: 5 / 9	ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>



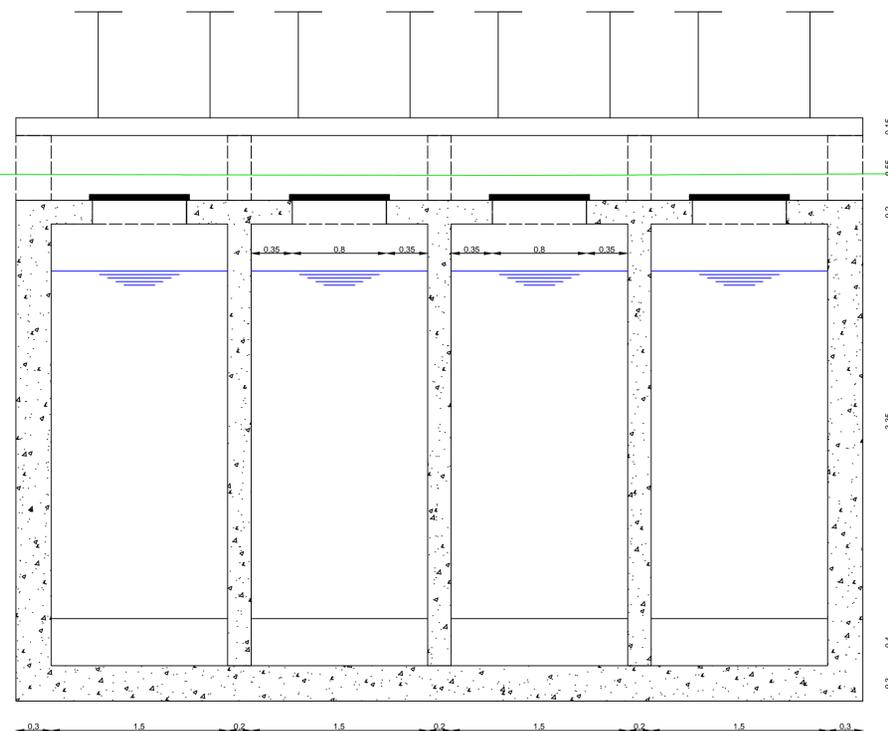
CORTE F - F



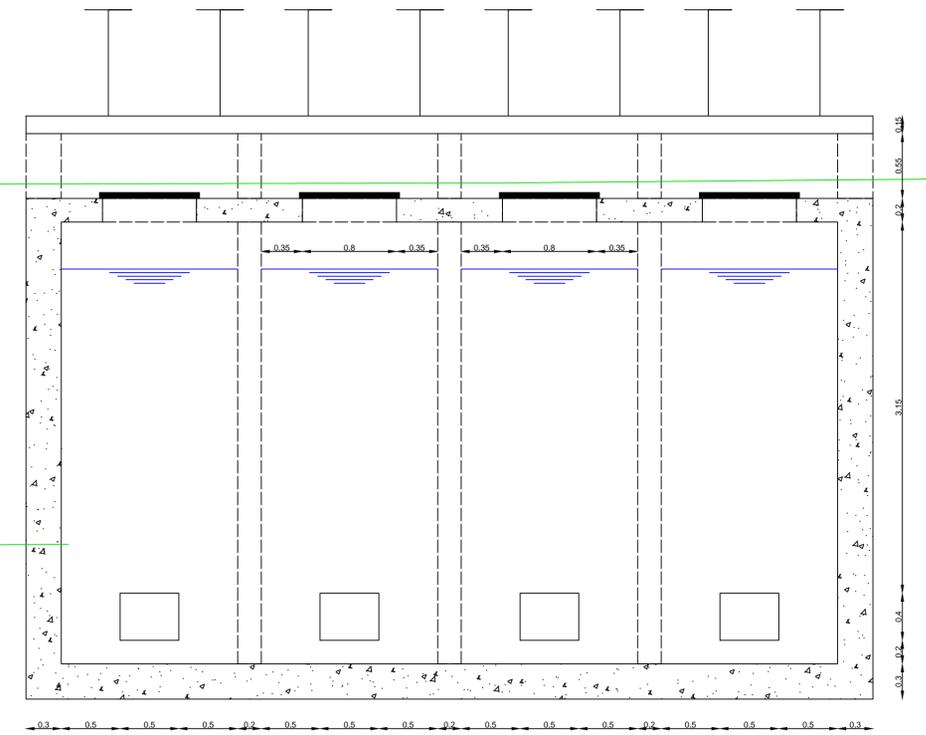
CORTE G - G



CORTE H - H



CORTE I - I

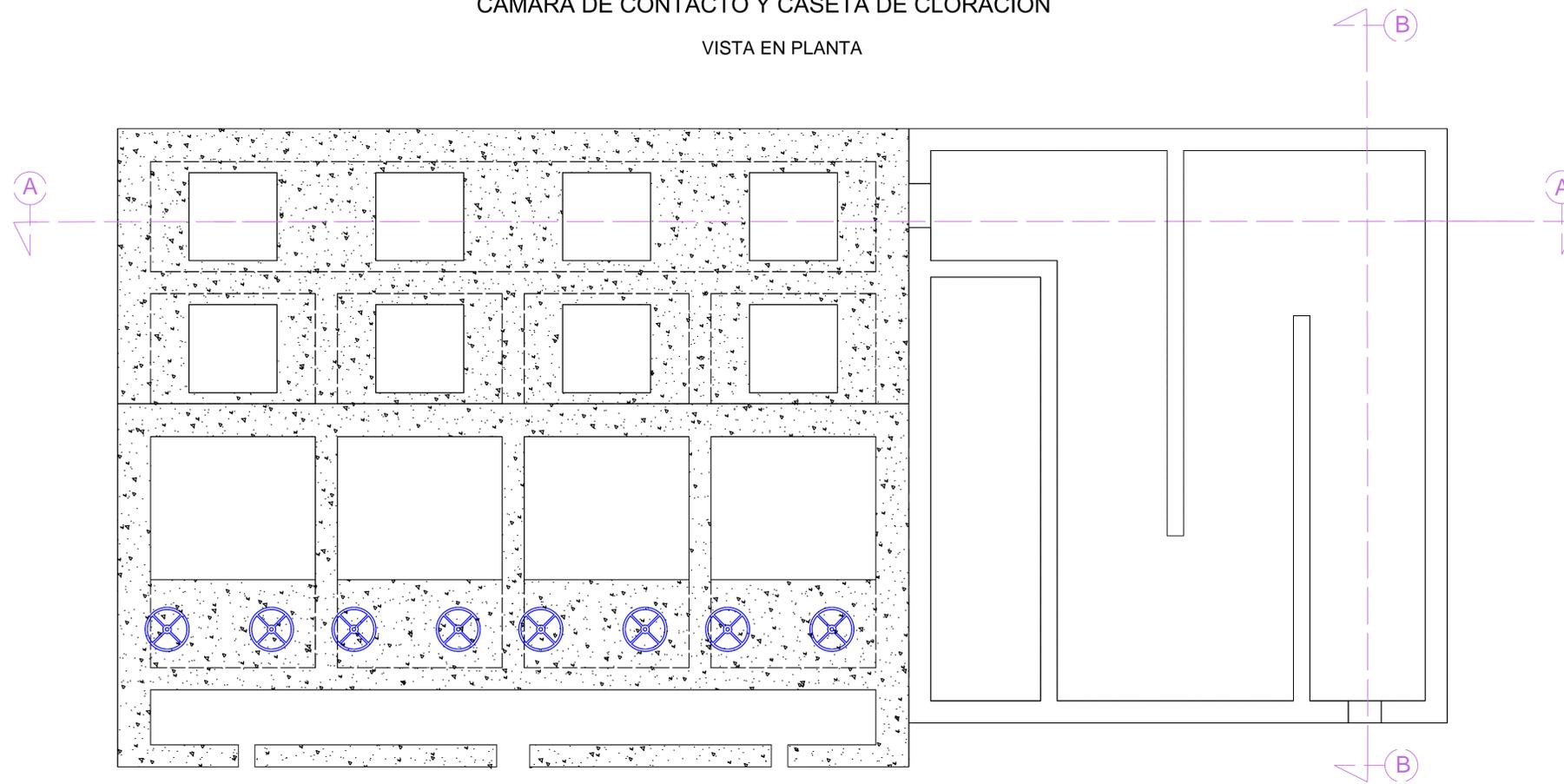


CORTE J - J

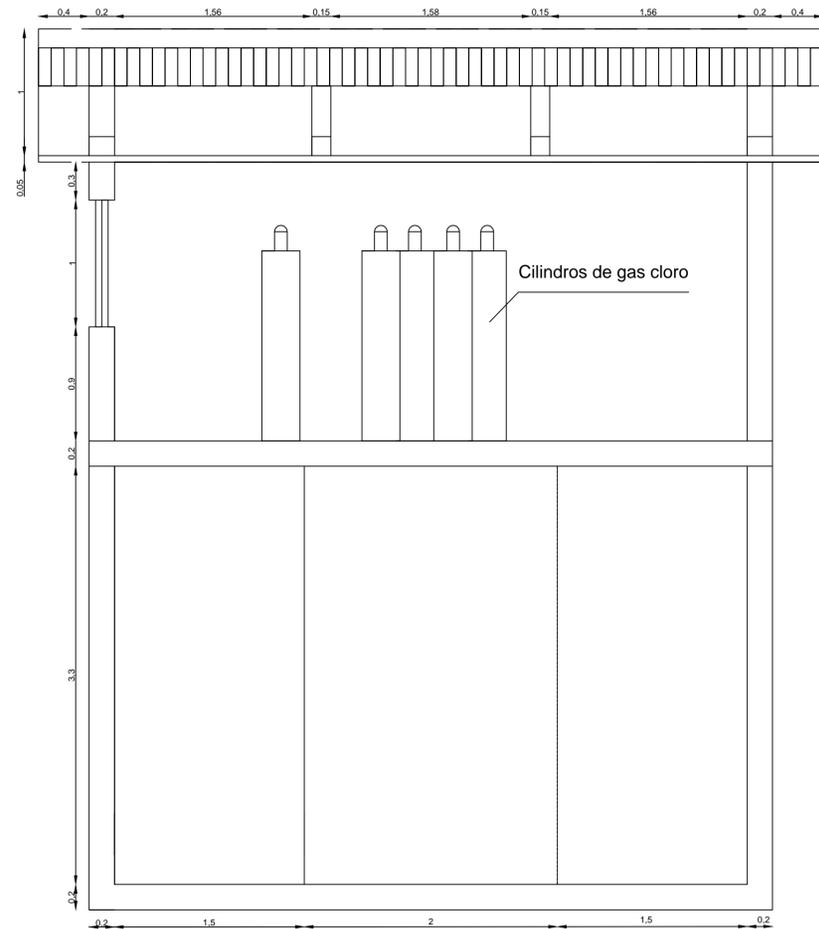
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	ESCALA: 1 : 30	
CONTENIDO: SEDIMENTADOR Y FILTROS CORTES	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.	LAMINA: 6 / 9	
REVISADO: ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>	APROBADO: ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>		

CÁMARA DE CONTACTO Y CASETA DE CLORACIÓN

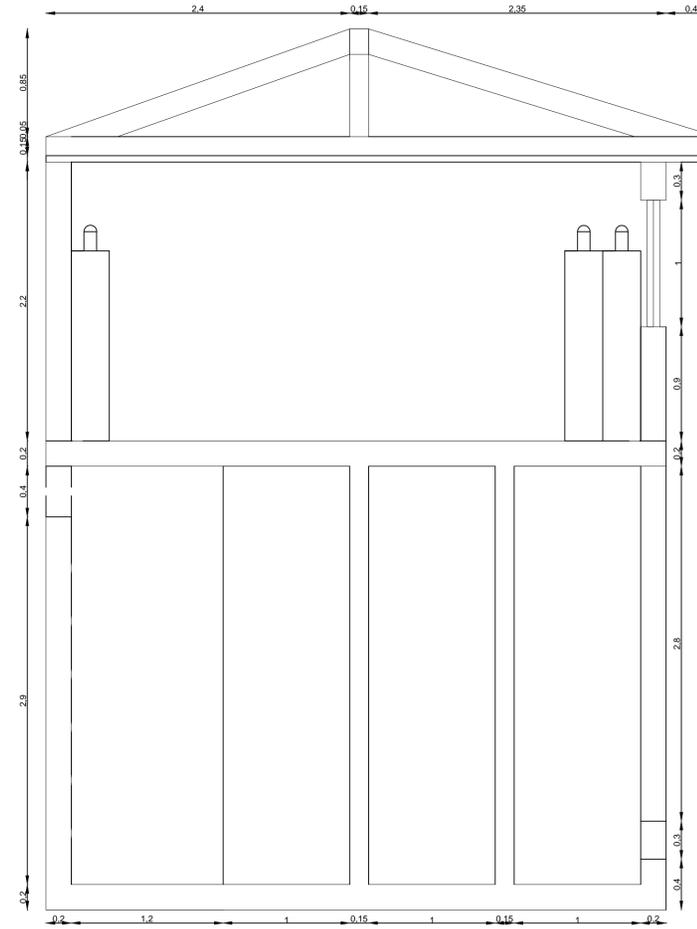
VISTA EN PLANTA



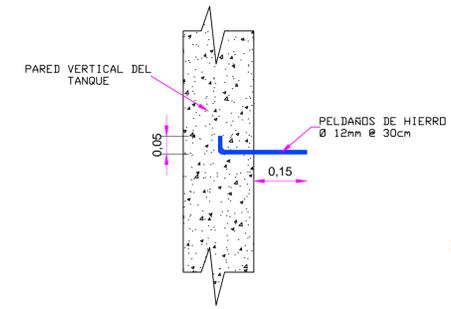
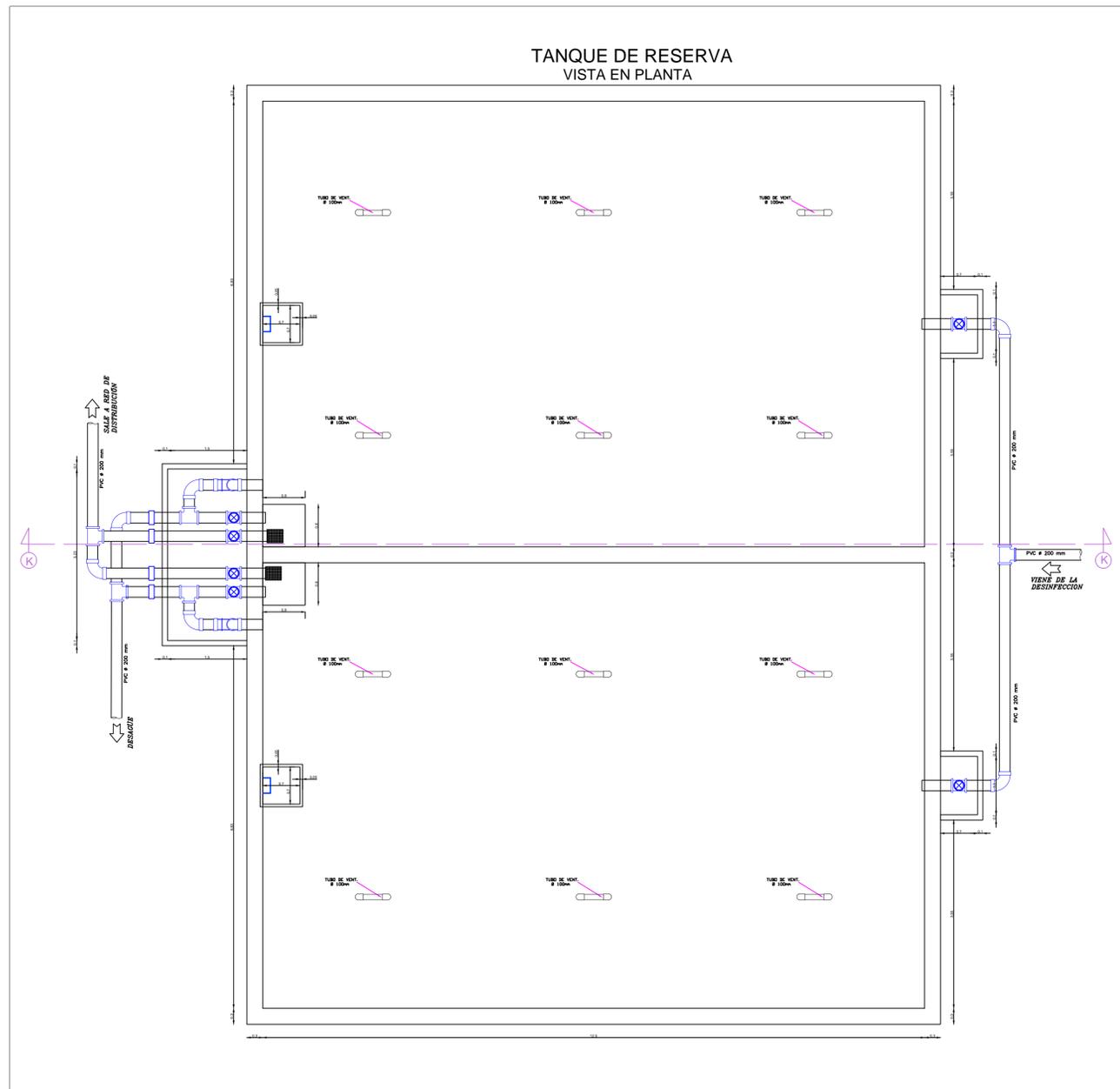
CORTE A - A



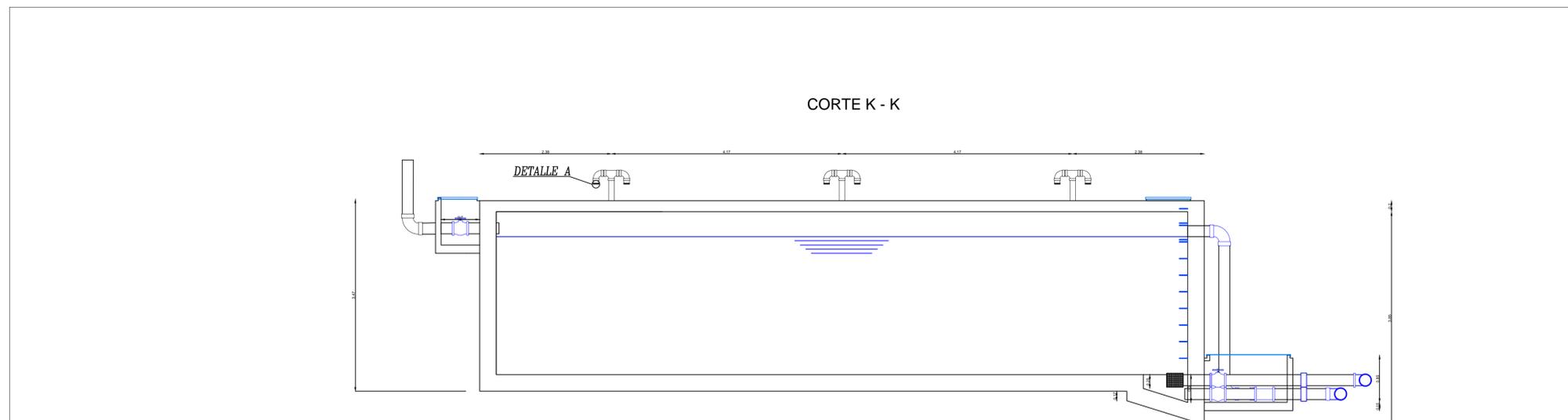
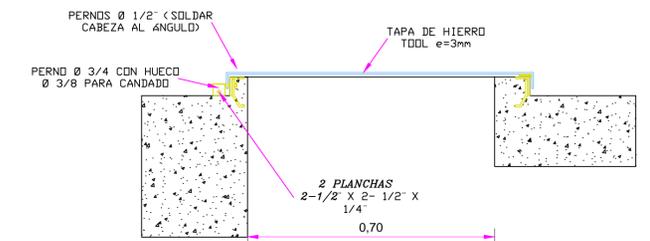
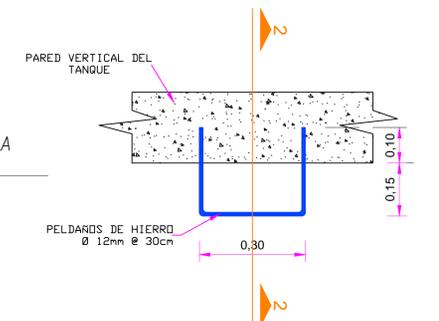
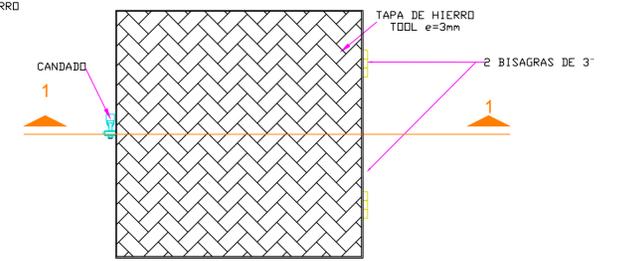
CORTE B - B



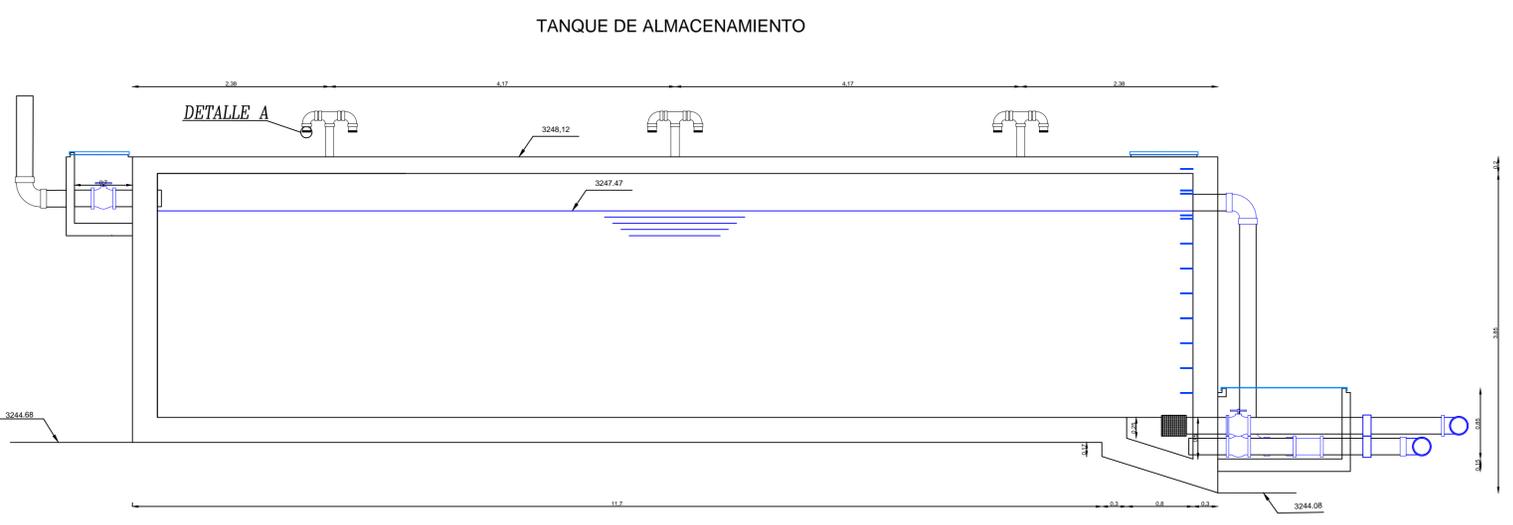
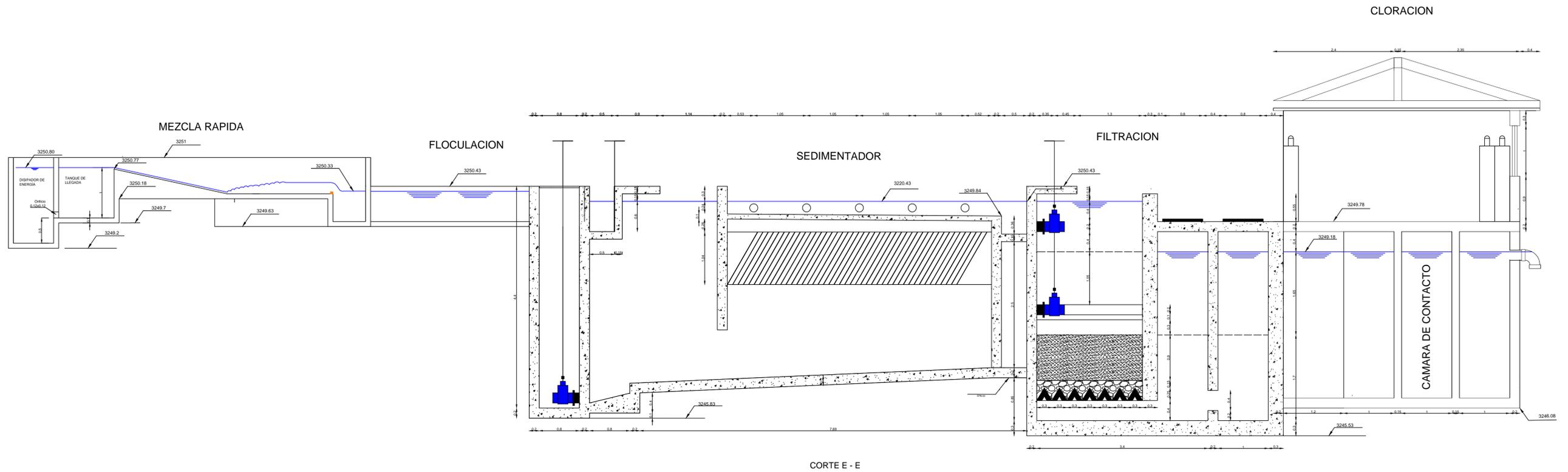
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUIDO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: CASETA DE CLORACIÓN PLANTA Y CORTES	ESCALA: 1 : 20	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO: _____ ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ DIRECTOR DE TESIS	APROBADO: _____ ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ DIRECTOR DE TESIS	LAMINA: 7 / 9



DETALLES



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS	FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: TANQUE DE RESERVA PLANTA, CORTES Y DETALLES	ESCALA: 1 : 50	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO:	APROBADO:	LAMINA: 8 / 9



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR DE RUDIO PERTENECIENTE A LA PARROQUIA DE BAÑOS		FECHA: OCTUBRE / 2016	
CONTENIDO: PERFIL LONGITUDINAL		ESCALA: 1 : 30	DIBUJO: RICARDO CALDERÓN.
REVISADO: ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>	APROBADO: ING. CIV. FEDERICO CORDOVA GONZALEZ <small>DIRECTOR DE TESIS</small>	LAMINA: 9 / 9	