



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE
REACTORES BIOLÓGICOS Y CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS
RURALES DEL CANTÓN RUMIÑAHUI

AUTOR

Jorge Paúl De la cruz Patín

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE REACTORES
BIOLÓGICOS Y CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS RURALES DEL
CANTÓN RUMIÑAHUI

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica

Profesor guía

Arq. Francisco Javier Zaldumbide Zurita

Autor:

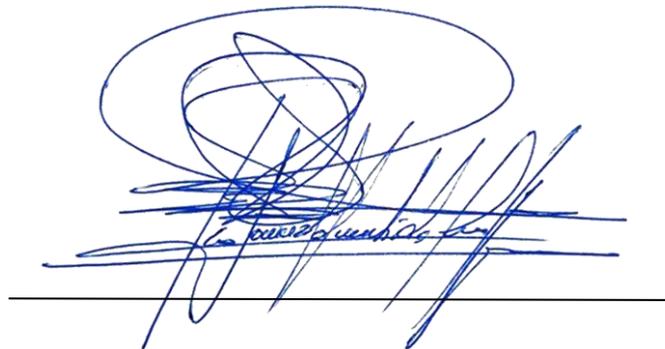
Jorge Paúl De la cruz Patín

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE REACTORES BIOLÓGICOS Y CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, a través de reuniones periódicas con el estudiante JORGE PAÚL DE LA CRUZ PATÍN, en el semestre 2020-43, orientando sus conocimientos y competencias para su eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”:

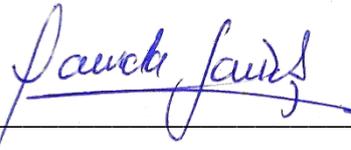
A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a solid horizontal line.

ARQ. Francisco Javier Zaldumbide

Zurita C.I.: 1718906280

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE REACTORES BIOLÓGICOS Y CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, del estudiante JORGE PAÚL DE LA CRUZ PATÍN, en el semestre 2020-43, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”:



ARQ. Sánchez Albán Pamela Yamilé

C.I.: 0502950793

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Jorge Paúl De la cruz Patín

C.I.: 1717828808

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme brindado la oportunidad de culminar una meta, a mis padres y a mi hija Sofía quien es el combustible de mi vida, a mis profesores quienes han sido grandes personas y seres humanos al compartir sus conocimientos, en especial a mi profesor guía por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

Con mucho amor y afecto dedico este trabajo a mi madre a quien le debo quien soy hoy en día, a Sofía mi hija quien siempre me anima con su cariño, a mi familia y amigos quienes siempre me alentaron a seguir adelante.

RESUMEN

De acuerdo al banco mundial más de 300 millones de habitantes en América latina producen 225.000 toneladas de residuos sólidos cada día. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado reciben algún tipo de tratamiento antes de ser regresadas a sus cauces naturales. Ecuador no es la excepción y este problema es cada vez más notorio debido al crecimiento poblacional e industrial que presenta día a día, con lo cual se ha visto incrementado la demanda de consumo de agua y también la descarga del agua después de haber sido utilizado con la desventaja de no ser devuelta con un tratamiento adecuado que ayude a mitigar el grado de contaminación que se concentra en las aguas residuales. En las zonas urbanas de Ecuador se mantienen planes de control para dar tratamiento a las aguas residuales, pero en los sectores rurales es donde se ha visto menos interés por parte de las autoridades responsables, es así que en un sector rural perteneciente a la parroquia Cotogchoa del cantón Rumiñahui provincia Pichincha se propone implementar una planta de tratamiento de aguas residuales, esta planta contara con todas las etapas que concierne el tratamiento de agua residual. Existen plantas de tratamiento compactas y en hormigón armado, para lo cual se propone implementar la planta de tratamiento en hormigón armado, la planta constara de tratamiento preliminar (colector, criba), tratamiento primario (trampa de grasas), tratamiento secundario (reactor biológico, clarificador), y tratamiento terciario (filtros pulidores). Todas las etapas serán en hormigón armado a excepción del tratamiento terciario que consiste en un sistema de filtros en acero negro. El sistema se complementa con equipos electromecánicos y eléctricos con los cuales se dará un funcionamiento correcto al tratamiento. Se captará el agua residual de todo este sector rural conocido como Runahurco, posee un río y quebradas que son usadas para la descarga de sólidos y agua sin tratamiento. La guía de construcción elaborada al final servirá de modelo base para proponer más plantas de este tipo y ayudar en la descontaminación de los ríos del Cantón Rumiñahui.

Palabras claves: Planta de tratamiento, aguas residuales, reactores biológicos, hormigón armado.

ABSTRACT

According to the World Bank more than 300 million habitants in Latin America produce 225.000 tons of solid wastes per day. However, less than 5% of the wastewater receive any water treatment before being returned to the natural courses. Ecuador is not an exception and this problem is increasingly remarkable due to the population and industrial growth, and because of this, the water consumption had increased and also the water discharge after being used. The disadvantage of this water discharged is that it has not returned with an appropriate treatment that could help to mitigate the level of pollution of water. In the urban zones of Ecuador there are some control plans to give treatment to the wastewater but rural areas are which less interest from the authorities in charge. In a specific rural area, Cotogchoa, located at Rumiñahui district in Pichincha province is proposed the implementation of a wastewater treatment plant. The plant will have all the stages of a formal wastewater treatment. There are treatment plants that are compact and built with reinforced concrete, for that reason is proposed the implementation of a plant of this type. The stages of this plant will be a pre-treatment (collector, sieve), primary treatment (grease trap), secondary treatment (biological reactor, clarifier) and tertiary treatment (polisher filters). All the stages will be built in reinforced concrete except the tertiary treatment that consists in a filters system in black steel. The system is complemented with electromechanical and electrical equipment with which the treatment will have a proper operation. The wastewater will be captured from all the rural area Runahurco which has a river and creeks that are used for the solid residues and wastewater without any treatment. The construction guide prepared will be useful in order to propose the implementation of more wastewater treatment plants and help with the decontamination of Rumiñahui district.

Keywords: Treatment plant, wastewater, biological reactors, reinforced concrete.

ÍNDICE

1.	CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedente	1
1.2.	Formulación del problema	2
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	Objetivo General	3
1.3.2.	Objetivos específicos.....	3
1.4.	Alcance.....	4
1.5.	Justificación	5
1.5.1.	Justificación Teórica	5
1.5.2.	Justificación Práctica	6
1.5.3.	Justificación Metodológica.....	10
2.	CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROBLEMA.....	13
2.1.	Contaminación por aguas residuales en Ecuador	13
2.2.	Datos geográficos de Rumiñahui.....	17
2.2.1.	Ubicación.....	17
2.2.2.	Límites:.....	18
2.2.3.	División política	19
2.2.4.	Parroquias rurales del cantón Rumiñahui.....	21
2.2.5.	Parroquia Cotogchoa.....	22
2.3.	Impacto ambiental causado por aguas residuales en Rumiñahui	23
2.3.1.	Aguas residuales	23
2.3.2.	Caracterización del agua.....	23
3.	CAPÍTULO III. HIDROGRAFÍA DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, PARROQUIA COTOGCHOA.....	25
3.1.	Recurso hídrico	25

3.1.1.	Ríos principales:.....	26
3.2.	Usos del Agua	30
3.2.1.	Uso del agua en Rumiñahui	31
3.2.2.	Hidrografía de la parroquia Cotogchoa.....	32
3.2.3.	Contaminación en los ríos de la parroquia Cotogchoa.....	35
4.	CAPÍTULO IV. MODELOS DE PLANTAS TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES	37
4.1.	Definición de plantas de tratamiento de aguas residuales	37
4.1.1.	Objetivo del tratamiento de las aguas residuales	37
4.2.	Etapas del tratamiento de aguas residuales.....	38
4.2.1.	Tratamiento preliminar.....	38
4.2.2.	Tratamiento primario	39
4.2.3.	Tratamiento secundario.....	41
4.2.4.	Tratamiento terciario o avanzado	43
4.3.	Cómo opera una planta de tratamiento de aguas residuales	44
4.4.	Modelos de plantas de tratamiento de aguas residuales.....	46
4.4.1.	Planta Depuradora de aguas residuales	47
4.4.2.	Plantas básicas de tratamiento de aguas residuales.....	48
4.4.3.	Plantas de tratamiento de aguas domésticas municipales	50
5.	CAPÍTULO V. DEFINICIÓN DE ZONA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	52
5.1.	Localidad	52
5.1.1.	Infraestructura y acceso a servicios básicos, cobertura, calidad: agua potable, saneamiento.....	54
5.1.1.1.	Uso del agua para consumo humano.....	54
5.2.	Análisis y búsqueda del lugar óptimo para la planta de tratamiento de aguas residuales	56

5.3.	Análisis posible ruta de alcantarillado dirigido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales	66
5.4.	Diagrama de flujo de la planta de tratamiento	70
6.	CAPITULO VI. METODOLOGÍA PARA GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	72
6.1.	Tratamiento preliminar.....	72
6.1.1.	Población.....	72
6.1.2.	Muestra	72
6.1.3.	Caudales	73
6.1.4.	Colector	75
6.1.5.	Criba.....	80
6.1.5.1.	Criba gruesa.....	81
6.1.5.2.	Criba media	82
6.1.6.	Diseño de la criba.....	82
6.2.	Tratamiento primario	91
6.2.1.	Trampa de grasas	91
6.2.2.	Tipos de trampa de grasas.....	92
6.2.2.1.	Trampas de grasa abiertas.....	93
6.2.2.2.	Trampas de grasa cerradas	94
6.2.3.	Elaboración y propuesta de la trampa de grasas para el proyecto.....	95
6.2.3.1.	Requisitos previos	95
6.2.3.2.	Construcción y características de la trampa de grasas	96
6.3.	Tratamiento secundario	108
6.3.1.	Reactores biológicos	110
6.3.1.1.	Reactores biológicos anaerobios	111
6.3.1.2.	Reactores biológicos aerobios	112

6.3.1.3.	Reactor biológico de fangos activos o lodos activados	114
6.3.2.	Propuesta del reactor biológico por medio de lodos activados.....	116
6.3.3.	Cisterna de contacto.....	117
6.3.4.	Reactor biológico-tanque secundario Clarificadora	120
6.3.4.1.	Sistema de aireación	127
6.3.4.2.	Sistema de retorno de lodos.....	128
6.4.	Tratamiento terciario o avanzado	129
6.4.1.	Filtros pulidores o multimedia	130
6.4.2.	Aplicaciones de los filtros multimedia	131
6.4.3.	Propuesta del sistema de filtros.	133
6.4.3.1.	Consideraciones.....	133
6.4.4.	Cuarto de control y camineras.....	137
6.4.5.	Cuarto de control	140
7.	CAPÍTULO VII. MANEJO, FUNCIONAMIENTO Y	
	MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	
	RESIDUALES PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN	
	RUMIÑAHUI, SECTOR RUNAHURCO.....	143
7.1.	Manual de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui.....	143
7.1.1.	Tubo colector.....	144
7.1.2.	Criba.....	145
7.2.	Trampa de grasas	145
7.2.1.	Funcionamiento de la trampa de grasas	146
7.2.2.	Funcionamiento del sistema air-lift	147
7.2.3.	Cisterna de contacto.....	149
7.2.4.	Reactor biológico.....	149
7.2.5.	Clarificador	151

7.2.5.1.	Sistema de retorno de lodos.....	152
7.2.6.	Sistema de filtros.....	153
7.3.	Manejo y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales	154
7.4.	Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	157
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
8.1.	CONCLUSIONES.....	162
8.2.	RECOMENDACIONES.....	164
	REFERENCIAS.....	166
	ANEXOS	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de tratamiento de aguas residuales de Ibarra	14
Figura 2. Ubicación geográfica de la PTAR de Ibarra	14
Figura 3. Planta de tratamiento de aguas residuales Quitumbe.....	15
Figura 4. Ubicación geográfica de la PTAR de Quitumbe	15
Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba	16
Figura 6. Ubicación geográfica de la PTAR Ucubamba en Cuenca	17
Figura 7. Límites del Cantón Rumiñahui	18
Figura 8. Mapa de Organización Territorial de Rumiñahui	20
Figura 9. Parroquias Rurales de Rumiñahui.....	21
Figura 10. Mapa de la Parroquia Cotogchoa.....	22
Figura 11. Ubicación Geográfica del Río San Pedro	26
Figura 12. Río Santa Clara	27
Figura 13. Ubicación Río Pita.....	28
Figura 14. Mapa de Microcuencas del Cantón Rumiñahui, Parroquia Cotogchoa	29
Figura 15. Tanque de Reserva de agua de Mushuñan	32
Figura 16. Hidrografía de la parroquia de Cotogchoa	34
Figura 17. Rejilla media con lámina perforada para escurrimiento del material extraído.....	38
Figura 18. Corte de un desarenador-desengrasador	40

Figura 19. Diagrama de flujo de un sistema de fangos activados	41
Figura 20. Tratamiento secundario.....	43
Figura 21. Tratamiento terciario por medio de equipos de filtración.....	44
Figura 22. Funcionamiento de una planta de tratamiento	45
Figura 23. Planta depuradora de aguas residuales.....	47
Figura 24. Esquema de funcionamiento de una planta pulidora de aguas servidas.....	48
Figura 25. Tratamiento básico de aguas servidas.....	49
Figura 26. Planta de tratamiento general de aguas residuales	51
Figura 27. Planta de tratamiento de aguas servidas	51
Figura 28. Asentamiento Humano de Cotogchoa.....	53
Figura 29. Cobertura de servicios Básicos de la Parroquia Cotogchoa	55
Figura 30. Ruta de acceso Cotogchoa - Runahurco	57
Figura 31. Sitios referenciales vía a Runahurco.....	58
Figura 32. Cascada Padrehurco.....	59
Figura 33. Ubicación quebrada Santa Ana y Pullincati.....	60
Figura 34. Ubicación Barrio Runahurco y sus Quebradas	61
Figura 35. Área de implantación Planta de tratamiento de aguas residuales... 63	
Figura 36. Corte esquemático barrio santa Ana, quebrada Santa Ana y barrio Runahurco.....	64
Figura 37. Esquema de implantación Planta de tratamiento de aguas residuales.....	65

Figura 38. Ubicación planta de tratamiento y barrios aledaños.....	66
Figura 39 .Trazo de posible red de alcantarillado hacia la planta de tratamiento	67
Figura 40. Esquema General Planta de tratamiento de Aguas Residuales.....	70
Figura 41 .Método del Flotador para medir caudales	74
Figura 42. Implantación tubo colector	75
Figura 43. Ingreso de agua a una Planta de tratamiento de aguas residuales.....	76
Figura 44. Detalle canal para tubo colector	77
Figura 45. Vista superior. Vista lateral. Perspectiva general del tubo colector.....	79
Figura 46. Esquema general Planta de tratamiento de aguas residuales. Criba.....	81
Figura 47. Criba gruesa.....	82
Figura 48. Criba media.....	82
Figura 49. Planos de la Criba. Corte, Vista frontal, Vista superior y Detalles constructivos	90
Figura 50. Esquema general Planta de tratamiento de aguas residuales. Trampa de grasas	91
Figura 51. Trampa de grasas	92
Figura 52. Tratamiento primario. Trampa de grasas	93
Figura 53. Trampa de grasas cerradas	95

Figura 54. Terreno destinado para planta de tratamiento de aguas residuales.....	97
Figura 55. Replanteo.....	98
Figura 56. excavaciones para tanques de almacenamiento de agua pluvial ...	98
Figura 57. Corte A-A' trampa de grasas.....	100
Figura 58. Detalle de refuerzos trampa de grasas	100
Figura 59. Corte A-A' trampa de grasas.....	103
Figura 60. Vista superior y corte de la trampa de grasas. Planos de detalles de la trampa de grasas	103
Figura 61. Vista superior, perspectiva general cámaras de lodos trampa de grasas.....	104
Figura 62. Sistema air-lift trampa de grasas vista superior y cortes.....	106
Figura 63. Detalle constructivo sistema air-lift.....	107
Figura 64. Esquema general planta de tratamiento de aguas residuales. Reactor biológico.....	108
Figura 65. Esquema funcionamiento Bioreactor fangos activos + decantador secundario.....	109
Figura 66. Esquema de funcionamiento de un reactor anaerobio	111
Figura 67. Reactor biológico secuencial.....	112
Figura 68. Elementos del sistema de aireación.....	114
Figura 69. Tanque de aireación.....	115
Figura 70. Funcionamiento de un sistema de fangos activos.....	115

Figura 71. Sistema de retorno de lodos	116
Figura 72. Corte A-A' cisterna de contacto.....	119
Figura 73. Vista superior, perspectiva general y corte cisterna de contacto ..	120
Figura 74. vista superior reactor biológico-clarificador	121
Figura 75. Corte reactor biológico-clarificador.....	125
Figura 76. Vista general y corte tanque central del clarificador	126
Figura 77. Corte sistema de aireación, blower.	127
Figura 78. Sistema de retorno de lodos	128
Figura 79. Planta de tratamiento de aguas residuales. Tratamiento terciario	129
Figura 80. Filtros pulidores o multimedia.....	131
Figura 81. Filtros para calderas.....	131
Figura 82. Equipo de osmosis	132
Figura 83. Filtros para aguas residuales	132
Figura 84. Planta purificadora de agua.	133
Figura 85. Tanque receptor agua clarificada	134
Figura 86. Implantación general sistema de filtros-bombas de alimentación-tanque receptor.....	135
Figura 87. Vista superior distribución filtros multimedia	136
Figura 88. Filtros multimedia. Perspectiva general.....	136
Figura 89. Esquema interno de un filtro multimedia.	137

Figura 90. Áreas de circulación, esquema general.	139
Figura 91. Vista en planta, elevación y corte cuarto de control.	142
Figura 92. Tubo colector perspectiva general	144
Figura 93. Corte A-A', entrada y salida caja de revisión.....	145
Figura 94. Corte trampa de grasas, entrada y salida de agua a tratar.	146
Figura 95. Vista superior sistema air-lift	147
Figura 96. Funcionamiento del air-lift	148
Figura 97. funcionamiento cisterna de contacto	149
Figura 98. Reactor biológico.....	150
Figura 99. Funcionamiento del clarificador.....	151
Figura 100. Vista superior distribución de tubos de 50mm del clarificador.....	152
Figura 101. Corte sistema de bombeo de retorno de lodos activados	152
Figura 102. Funcionamiento del sistema de filtros	153
Figura 103. tubo colector.....	157
Figura 104. Cámara de lodos y compresor en mantenimiento	158
Figura 105. Mantenimiento de bombas sumergibles	159
Figura 106. Kit mantenimiento Blower.....	160
Figura 107. Mantenimiento de filtros	160
Figura 108. Tablero Eléctrico	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Organización territorial poblacional del Cantón Rumiñahui	19
Tabla 2. Efectos indeseables de las aguas residuales.....	24
Tabla 3. División Hidrográfica del Cantón Rumiñahui	25
Tabla 4. Usos del Agua	30
Tabla 5. Principales Microcuencas de la parroquia Cotogchoa.....	33
Tabla 6. Matriz para descripción de impactos y nivel de contaminación en el entorno ambiental.....	35
Tabla 7. Matriz de recursos naturales bajo presión o degradados	36
Tabla 8. Abastecimiento de agua de Cotogchoa.....	54
Tabla 9. Tipo de servicio higiénico o escusado	55
Tabla 10. Tabla de caudales de tuberías	76
Tabla 11. Especificaciones técnicas de mallas electro soldadas	84

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedente

De acuerdo al Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos sólidos cada día. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento. Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo perceptible para la salud humana, los ecosistemas y los animales. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales. La contaminación ocurre tanto en áreas urbanas como rurales.

Actualmente la contaminación ambiental que ataca día a día al planeta crece sin medida, especialmente en lo que se refiere a la contaminación que sufre el agua, que al ser un recurso hídrico en peligro por el mal uso y a su vez por la forma en la que es evacuada después de ser utilizada sin el debido tratamiento, a los ríos y mares.

Dentro de Ecuador existe un gran descuido por parte de los gobiernos al momento de tomar decisiones frente a posibles soluciones para descontaminar las aguas de procedencia industrial, residencial o agropecuaria, sea por falta de conocimiento o por falta de un marco regulatorio ambiental. En el Cantón Rumiñahui encontramos una gran biodiversidad y parajes andinos propios de la zona, poseen ríos que son empleados para la agricultura, la ganadería, pesca y para consumo humano después de un tratamiento previo dependiendo de la zona, es así que podemos enfocarnos en las zonas rurales de la ciudad de Sangolquí, ubicada en el Cantón Rumiñahui y que actualmente presenta problemas cuando hablamos de plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que no existen planes o guías para construcción de plantas de este tipo.

El desconocimiento de la población en general y la desatención de los gobiernos locales sobre los beneficios de tener una planta de tratamiento de aguas residuales, han permitido que dichas aguas sean descargadas directamente en los ríos por falta de alcantarillado o algún método de tratamiento de aguas residuales. Si bien existen sitios donde el acceso para una red de alcantarillado implica un gran costo económico, existe la posibilidad de desarrollar una guía de construcción de una planta de tratamiento que permite una solución pronta y amigable con el ambiente, al problema de desecho de aguas residuales.

1.2. Formulación del problema

Las Aguas servidas vertidas sin tratamiento previo son problema que crece de manera diaria, sin ninguna preocupación por parte de la población y por parte de las autoridades competentes de las zonas rurales dentro del Cantón Rumiñahui. Esto se debe a diferentes causas; marco regulatorio ambiental insuficiente, falta de cultura ambiental, incremento de la densidad poblacional en un área geográfica, falta de alcantarillado, son algunas de las causas que se ha podido hallar cuando se hace énfasis en el problema de las aguas vertidas sin tratamiento previo.

Como consecuencia, podemos llegar a determinar los siguientes efectos; impacto a la economía municipal y contaminación ambiental. Una vez que se ha determinado el problema con sus causas y efectos se presenta como posible solución la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaboración de una guía de construcción en hormigón armado para una planta de tratamiento de aguas residuales que son vertidas en los ríos de las zonas rurales, mediante la automatización de reactores biológicos y clarificador.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Explicar el impacto ambiental causado en los ríos del Cantón Rumiñahui debido a la contaminación causada por el vertido de aguas residuales sin previo tratamiento.
2. Analizar la hidrografía del Cantón Rumiñahui a través de planos obtenidos del municipio para determinar los sitios con mayor actividad de contaminación por aguas residuales hacia los ríos.
3. Identificar y determinar el sitio y cantidad poblacional para el cual se desarrollará la guía de construcción por medio de datos de la municipalidad encargada.
4. Elaborar un análisis sobre modelos de plantas de tratamiento de aguas residuales.
5. Desarrollar y describir planos para una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado en base a datos con respecto a la cantidad poblacional del sitio a implantarse, obtenidos a través del gobierno responsable de dicho asentamiento.
6. Análisis de costos de la planta de tratamiento de aguas residuales.
7. Elaborar una guía de construcción en hormigón armado de una planta de tratamiento de aguas residuales.
8. Elaborar una guía sobre el manejo y funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.
9. Elaborar un plan de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para optimizar su funcionamiento y durabilidad.

1.4. Alcance

En el proyecto guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado se ha tomado en consideración las causas y efectos al problema que se desea resolver, dentro del marco de la contaminación del agua por diversos factores nos enfocaremos en las aguas vertidas sin tratamiento previo y de uso doméstico.

Se desarrollará en base a estudios y datos obtenidos en el Municipio del cantón Rumiñahui, de las zonas rurales de Sangolquí, analizando; la cantidad poblacional del sector designado, las condiciones climáticas del suelo para la implantación de una planta de tratamiento, análisis de materiales, mano de obra, métodos constructivos y presupuesto de la unidad de tratamiento con el fin de elaborar una guía de construcción para la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se realizará la implementación de bombas y motores que funcionarán de manera automática y manual para optimizar la mano de obra y tiempo de vida de estos elementos.

No se considerará el tema de alcantarillado, porque el análisis se enfoca en las zonas rurales donde la construcción de alcantarillado es difícil y costosa, así como lo referente al proceso físico-químico del tratamiento del agua como tal, únicamente se elaborará recomendaciones generales. No se entregará diagramas eléctricos de los motores y bombas a emplearse, ya que, se utilizará un modelo tipo de plantas de tratamiento de aguas residuales. No se presenta cálculos estructurales de la estación de bombeo, reactor biológico, y clarificador. El análisis de costos de la unidad de tratamiento será únicamente correspondiente a la construcción de la planta, sin tomar en cuenta costos por análisis del agua, costos por visitas al sitio para elaborar los distintos estudios necesarios para la implementación del proyecto, costos de implementación de

equipos y motores eléctricos. La parte de automatización del funcionamiento de las bombas y motores se planteará con la ayuda de un especialista en el tema.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Al ser un proyecto relacionando netamente con el ámbito constructivo se basará en las materias que mayormente se relacionen con la construcción y una parte no muy extensa y complicada se tratará con lo aprendido en la parte domótica.

En la elaboración de este trabajo, se hará uso de los conocimientos aprendidos en varias materias de la carrera; iniciaremos usando las materias elementales como **son computación, lenguaje y redacción y técnica** la cuales permitirán el manejo adecuado al momento de realizar la presentación y redacción del tema propuesto. Se empleará **matemáticas** para poder realizar determinados cálculos que se han aprendido en **instalaciones hidrosanitarias**.

Materiales de construcción es empleará en el proyecto al momento de determinar los materiales de la estructura del proyecto, **topografía** permitirá entender la zona geográfica en la que se desarrollará el proyecto.

Dibujo para construcciones lo usaremos para modificar algún plano en el caso que sea necesario. **Seguridad e higiene** en el trabajo lo usaremos para determinar los parámetros para el manejo de una planta de tratamientos de aguas residuales y para tomar en cuenta las seguridades al momento de ejecutar un proyecto de este tipo. **Tramites y ordenanzas** nos guiará al momento de decidir el sitio, **administración de obra, edificaciones y obra civil** se usará para ejecutar el proyecto en todo el lapso que dure ya que estas

dos materias son las que nos marcan el inicio y fin de una obra. **Análisis de presupuestos** también lo desarrollaremos en el caso de que sea requerido un análisis a fondo al momento de explicar este proyecto desde la parte económica analizando la viabilidad de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. **Lectura de planos** se lo usará para comprender los proyectos que existan sobre este tema. **Instalaciones Hidrosanitarias** nos permitirá realizar cálculos de volumen de consumo y diámetros de las tuberías a emplearse. **Instalaciones eléctricas, electricidad básica, bases de electrónica** nos permitirán entender las partes de las conexiones eléctricas y a su vez entender el funcionamiento de motores y bombas que serán parte del proceso de tratamiento. **Metodología de proyecto de titulación** aplicaremos para el desarrollo escrito de la tesis, **inglés** se usará para el mejor entendimiento de ciertos motores con manuales en idioma inglés y **sistemas de iluminación** para una correcta ubicación de las áreas iluminadas en el proyecto. Todas las materias mencionadas se han desarrollado a lo largo de la carrera las cuales nos van a permitir realizar la guía de construcción propuesta y de esta manera culminarla cumpliendo todos los parámetros y requisitos que sean necesarios para su desarrollo a un posterior futuro.

1.5.2. Justificación Práctica

La elaboración de una planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales del cantón Rumiñahui es una propuesta que tiene por objeto conseguir un manejo adecuado de las aguas que son vertidas actualmente a los ríos sin algún tipo de tratamiento en las distintas zonas de dicho Cantón, para aquello responderemos a tres preguntas que nos guiarán hacia quienes, de qué manera y el porqué de la guía a elaborarse.

¿Para que desarrollamos el proyecto?

El proyecto propuesto tiene como objetivo ayudar a controlar la contaminación que actualmente existen en los distintos ríos de las zonas rurales del cantón

Rumiñahui. Según la resolución **administrativa N°66-2013** del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui bajo la alcaldía del Ing. Héctor Jácome Mantilla conjuntamente con el consejo administrativo decidieron SUSTITUIR la Resolución Administrativa No. 681-2012 de fecha 26 de octubre de 2012 conforme el Informe Técnico No. 047-DTH-GADMUR, y expedir la resolución administrativa N° 66-2013, Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui donde consta las siguientes consideraciones al respecto de las plantas de tratamientos de aguas residuales:

1. Reglamentos de uso y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
2. Plan de Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.
3. Términos de Referencia y Especificaciones técnicas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.
4. Proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en urbanización
5. Informes de costos de operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.
6. Informe de costo de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
7. Informe supervisión y ejecución de la operación de las plantas de tratamiento.
8. Plan de monitoreo de calidad del agua.
9. Informes de efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.
10. Informes de obras de construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas realizadas por particulares o empresas privadas.

Esta son algunas consideraciones que constan actualmente en el plan de manejo del agua de este cantón, es así que por medio de este estudio que se ha realizado y bajo las consideraciones dadas se propone la elaboración de una guía de construcción para una planta de tratamientos de aguas residuales, con la diferencia que esta se la elaborara para las zonas rurales del cantón Rumiñahui, para poder ayudar a mitigar la contaminación ambiental existente y de este modo emplear el agua para actividades como la agricultura y ganadería, dos actividades muy importantes de Rumiñahui que ayudan a la economía y desarrollo local.

¿Por qué desarrollamos el proyecto?

El proyecto se desarrolla al observar una falta de atención de las autoridades municipales hacia las zonas rurales del cantón en distintos aspectos como; red vial, alcantarillado, turismo, seguridad, salud, entre otras.

Siendo el principal objetivo las zonas que no cuentan con alcantarillado y producto de esto la evacuación de las aguas servidas que se realiza directamente hacia los ríos existentes, fuente de vida y energía que se han convertido en zonas de descarga de aguas servidas. Si bien el plan de manejo y control de Rumiñahui tiene como punto importante las plantas de tratamiento de aguas residuales, las mismas han sido implantadas en zonas urbanas y para las urbanizaciones de este Cantón, descuidando un punto vital que son las zonas rurales, principales productoras agrícolas, que actualmente no tienen planes de manejo o plantas de tratamiento de aguas residuales.

Es así que, esta guía se la elabora específicamente para las zonas rurales, porque no existen proyectos específicamente enfocados hacia estas áreas.

¿Para quienes desarrollamos el proyecto?

Se desarrollará en beneficio de los habitantes de las zonas rurales de Rumiñahui, para que exista un mejor control y descarga de las aguas servidas, evitando propagar desechos contaminantes en los ríos que son empleados para la agricultura y la ganadería. En muchas ocasiones las aguas de estos ríos han causado enfermedades en los animales y la pérdida de los cultivos porque esta agua es empleada para riego.

Según algunas historias recopiladas en distintas zonas rurales podemos citar el barrio Runahurco, uno de los barrios emblemáticos del Cantón Rumiñahui por una cascada que lleva por nombre “cascada del Padre Urco”, este barrio hace 20 años atrás según nos cuenta Pedro Logacho uno de las personas más antiguas de esta localidad, como ellos podían tomar agua del río que pasa por este barrio, podían bañarse sin preocupación de enfermarse o presentar irritaciones en la piel, sus animales podían beber y no les causaba algún tipo de infección y no presentaba mal olor el río, hoy , nos cuenta como eso se ha ido perdiendo de a poco debido al crecimiento de viviendas en la zona de manera desordenada y sin algún plan de manejo y control por parte de las autoridades competentes. Lo que ha llevado a que el río se encuentre contaminado y sin muchas opciones de uso en agricultura o ganadería. Anécdotas como esta son las que han llevado a presentar esta guía para en cierta manera ayudar a recuperar los ríos y poder generar el uso en distintas actividades.

Elaborar esta guía de construcción de una planta de tratamientos de aguas residuales tendrá como beneficiarios a los residentes de las áreas afectadas y a su vez será una fuente de empleo mientras se realiza la construcción, una vez culminada requerirá el manejo temporal por parte de una persona, para lo cual se recomienda sea alguien de la zona y a la que se le capacite para que lleve de la mejor manera una planta de tratamiento de aguas residuales, tanto en el ámbito constructivo y el proceso de tratamiento.

1.5.3. Justificación Metodológica

La propuesta presentada para la elaboración de la guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante reactor biológico y clarificador para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui se ha basado en la necesidad poblacional y para presentarla como un apoyo al plan de manejo del municipio de la localidad, para ello lo desarrollaremos de la siguiente manera:

Primero realizaremos un análisis del impacto ambiental causado en las zonas rurales del Cantón Rumiñahui para lo que tendremos que recurrir a las autoridades competentes encargadas del plan de manejo ambiental del GADMUR, a quienes se les solicitará ayuda con datos actuales sobre el impacto ambiental que ha sufrido las distintas zonas rurales del Cantón Rumiñahui a causa de la contaminación generada por aguas residuales vertidas sin un previo tratamiento, también se analizará datos que se obtengan del internet y se acudirá al sitio donde se localizará la planta de tratamiento de aguas residuales para constar de manera visual el impacto causado y de ser posible conversar con una parte de la población sobre la contaminación causada por aguas vertidas sin tratamiento previo hacia los ríos.

Como segundo punto se realizará un análisis de la hidrografía que atraviesa este cantón para así determinar cuáles son los sitios o tramos más afectados por la contaminación generada por la evacuación de aguas servidas sin tratamiento, estos análisis que se desarrollarán serán en base a planos de hidrografía que se los obtendrá en el municipio de Rumiñahui.

Como tercer punto elaboraremos un análisis de la cantidad poblacional existente una vez determinado el sitio a emplearse la planta de tratamiento de aguas residuales, datos que se los obtendrá de la base de datos del Municipio y también del INEC, los datos a emplearse serán los obtenidos el 28 de

noviembre del 2010 por parte del INEC fecha en la que se realizó el último Censo Nacional, estos datos en lo posible se lo comparara con el penúltimo Censo Nacional realizado en el 2001 enfocados particularmente en las zonas rurales del Cantón Rumiñahui para hacer una comparación del crecimiento poblacional que ha existido y utilizar estos datos para el proyecto al momento de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.

En el cuarto punto se elaborará un análisis sobre algún modelo existente de plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que la carrera no permite diseñar no se podrá hacer algún diseño nuevo, pero si permite basarse en algún modelo existente de plantas de tratamiento de aguas residuales que contengan reactores bilógicos y clarificadores, modelo al cual se realizara ajustes de acuerdo a la necesidad, estos ajustes serán de acuerdo al volumen de agua a tratarse. Cabe recalcar que no se diseñará, pero si se realizará ajustes en el modelo que se adapten a las necesidades de la población, estos cambios tampoco serán en materia de cálculo estructural.

Dentro del quinto punto se desarrollará y describirá planos para una planta de tratamiento de aguas residuales, estos planos se irán desarrollando en base a la cantidad poblacional del sitio definido para la construcción de la planta de tratamiento, estos datos servirán para dimensionar la planta de tratamiento.

En el sexto punto se desarrollará un análisis de costos de una planta de tratamiento de aguas residuales, para ver la viabilidad del proyecto y en futuro poder plasmarlo en la realidad, objetivo que dependerá del costo que implique una planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales en el cantón Rumiñahui.

En el séptimo punto se elaborará una guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales donde se explique el proceso constructivo de este tipo de plantas de tratamiento en hormigón armado.

Como octavo punto se elaborará una guía rápida sobre el manejo y funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual se entregará al responsable del manejo de la planta, en la guía constará el proceso de funcionamiento y algunas recomendaciones en caso de fallo algún elemento de la planta.

Finalmente se elaborará un plan de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales con el fin de optimizar el funcionamiento y durabilidad, en este plan constará los diferentes elementos eléctricos de la planta de tratamiento a los cuales se le dará un mantenimiento periódico para alargar el tiempo de funcionamiento. También se hará constar el mantenimiento de la parte constructiva para evitar deterioros en la parte constructiva de la planta, de este modo se tendrá la planta operacional en su totalidad y por el mayor tiempo posible.

Todos los aspectos mencionados antes ayudan a la elaboración de la guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante reactor biológico y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui, este es un proyecto que actualmente consta en el Municipio de Rumiñahui y por medio de la propuesta presentada tendría opción de ayudar a mitigar este gran problema que es la contaminación por aguas servidas en las zonas rurales al no contar con alcantarillado, mediante este tipo de planta de tratamientos se podría planificar en dar un uso determinado al agua y no simplemente deshacernos de ella.

2. CAPÍTULO II. DESARROLLO DEL PROBLEMA

2.1. Contaminación por aguas residuales en Ecuador

La contaminación ambiental por aguas residuales es un problema que ataca en todo el mundo, los países desarrollados cuentan con planes para combatir este problema global que día a día crece y afecta a la población, estos planes ayudan en un 70% a tratar el agua residual.

El Ecuador es un país que va acrecentando este problema y carga con la temática de limpiar los ríos para mitigar la contaminación por aguas residuales que son vertidas directamente sin tratamiento. Según estudios realizados por el Ministerio del Ambiente apenas el 17% de las aguas residuales reciben tratamiento antes de ser enviadas hacia el alcantarillado, este porcentaje compete en su mayoría a las industrias, a quienes se realiza un seguimiento respecto al tipo de tratamiento que ejecutan a las aguas provenientes de las distintas sus actividades industriales, mismas que han obligado a que se implemente en estas industrias plantas de tratamiento de aguas residuales, solo el 17% se ha podido controlar, el restante no ha sido sencillo manejar ya que son aguas provenientes de descargas domésticas en su mayoría, estas descargas no se pueden controlar debido a que tienen conexión directa hacia la red de alcantarillado.

El problema que enfrenta actualmente el Ecuador con respecto a la contaminación de los ríos por aguas residuales sean de origen doméstico, industrial o agrícola, es un problema que se puede solucionar mediante plantas de tratamiento de aguas residuales. Actualmente Ecuador cuenta con proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, en ciudades como Ibarra según la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA_I en su portal web publicado en 2018, tienen en funcionamiento su planta de tratamiento desde mediados del mencionado año, donde se trata alrededor de 493 litros por segundo. Esta planta de tratamiento se encuentra ubicada en las riberas del río

Tahuando, y beneficiará a más de 197 mil personas, además estas aguas descontaminadas podrán utilizarse en actividades agrícolas.



Figura 1. Planta de tratamiento de aguas residuales de Ibarra
Tomado de (PTAR Ibarra. Búsqueda en google.com 2018)



Figura 2. Ubicación geográfica de la PTAR de Ibarra

Tomado de (PTAR Ibarra. Búsqueda en googlemaps.com 2018)

Otra ciudad que también tiene como proyecto una PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) es Quito. Su ubicación es técnicamente estratégica al sur de la ciudad, en una extensión de 1.5 hectáreas localizadas entre las avenidas

Guayanay Ñan y Rumichaca Ñan; y, tiene capacidad para tratar un caudal de 100 litros por segundo de aguas. Esta PTAR es la más moderna del país beneficiará a más de 75 mil habitantes de los barrios del sur de la capital y ayudará a eliminar paulatinamente la contaminación del río Machángara.



Figura 3. Planta de tratamiento de aguas residuales Quitumbe

Tomado de (PTAR Quitumbe. Búsqueda en google.com 2018)



Figura 4. Ubicación geográfica de la PTAR de Quitumbe

Tomado de (PTAR Quitumbe. Búsqueda en googlemaps.com 2018)

Se debe recalcar que la primera ciudad en llevar un proyecto de estos adelante fue la ciudad de Cuenca. Primera en construir una planta de tratamiento de aguas residuales para tratar el agua de las descargas domésticas de las redes de alcantarillado que desembocaban directo en los ríos de la urbe, esta planta de tratamiento se encuentra ubicado en la localidad de Ucubamba al noroeste de la ciudad de Cuenca a 8.5 km de la autopista Cuenca-Azogues, su funcionamiento inicio en el mes de noviembre de 1999 recolectando las aguas de los ríos Tomebamba, Cuenca, Yanuncay, y Tarqui Machángara, Cuenca ha servido de ejemplo para el resto de ciudades del Ecuador al hablar de soluciones frente a la contaminación ambiental por aguas residuales.



Figura 5. Planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba

Tomado de (PTAR Ucubamba. Búsqueda en google.com 2018)

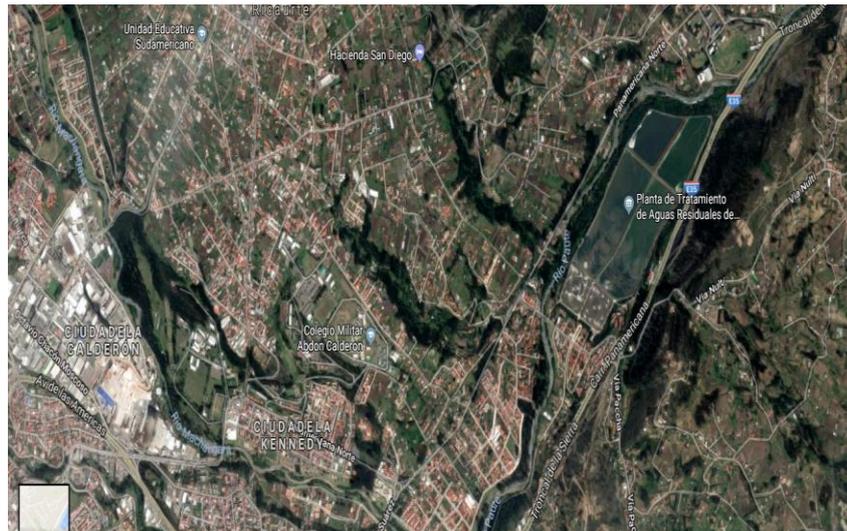


Figura 6. Ubicación geográfica de la PTAR Ucubamba en Cuenca

Tomado de (PTAR Ucubamba Cuenca. Búsqueda en googlemaps.com 2018)

En la provincia de Pichincha, encontramos un singular cantón que posee un clima cálido por su ubicación geográfica, donde se puede apreciar una gran cantidad de flora y fauna, emblemas ante la actividad turística, un cantón donde el crecimiento poblacional ha sido notorio con el pasar de los años; nos referimos al cantón Rumiñahui.

De la mano con el crecimiento urbano, han ido creciendo sus niveles de contaminación ambiental, presentes hoy en día problemas por contaminación de aguas residuales que son conducidas a los ríos sin tratamiento previo.

2.2. Datos geográficos de Rumiñahui

2.2.1. Ubicación

Rumiñahui es un cantón del Ecuador, situado en la provincia de Pichincha. En este cantón se encuentra una gran parte de El Valle de Los Chillos, su capital es la ciudad de Sangolquí. Ubicado al sureste de la Provincia de Pichincha, aproximadamente a unos veinte minutos de la ciudad de Quito, Rumiñahui se

caracteriza por poseer un clima agradable y su temperatura puede variar entre los 8° y 30° grados centígrados, su temperatura promedio es 17°C. Tiene una superficie de 139 km². Para el año 2015 según INEN registraba una población alrededor de 106.548 habitantes.

2.2.2. Límites:

El cantón Rumiñahui está limitado por los siguientes cantones:

- NORTE:** Distrito Metropolitano de Quito
SUR: Cantón Mejía
ESTE: Distrito Metropolitano de Quito
OESTE: Distrito Metropolitano de Quito

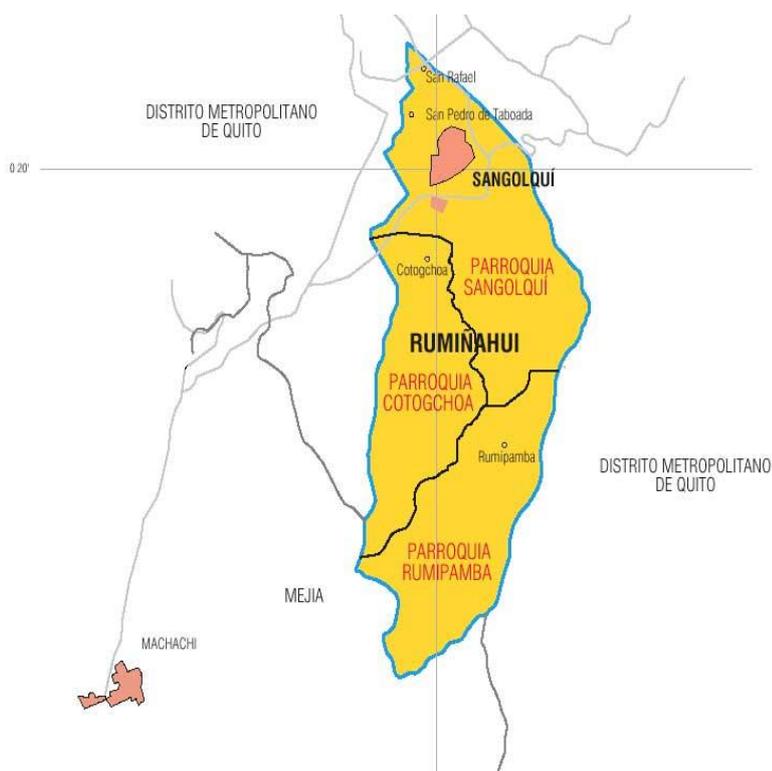


Figura 7. Límites del Cantón Rumiñahui

Tomado de (Límites del Cantón Rumiñahui. Búsqueda en google.com 2018)

2.2.3. División política

El cantón Rumiñahui se encuentra constituido por su cabecera cantonal Sangolquí siendo una de sus tres parroquias urbanas conjuntamente con San Pedro de Taboada y San Rafael, dos parroquias rurales Cotogchoa y Rumipamba.

Tabla 1. *Organización territorial poblacional del Cantón Rumiñahui*

Parroquia	Área Km2	Población	Densidad Poblacional (hab/Km2)
Sangolquí	50,42	58254	1175
San Rafael	2,55	6699	2637
San Pedro de Taboada	5,11	16187	3125
Cotogchoa	35,35	3937	108
Rumipamba	42,25	775	18

Tomado de: Censo INEC 2010, PD y OT 2011

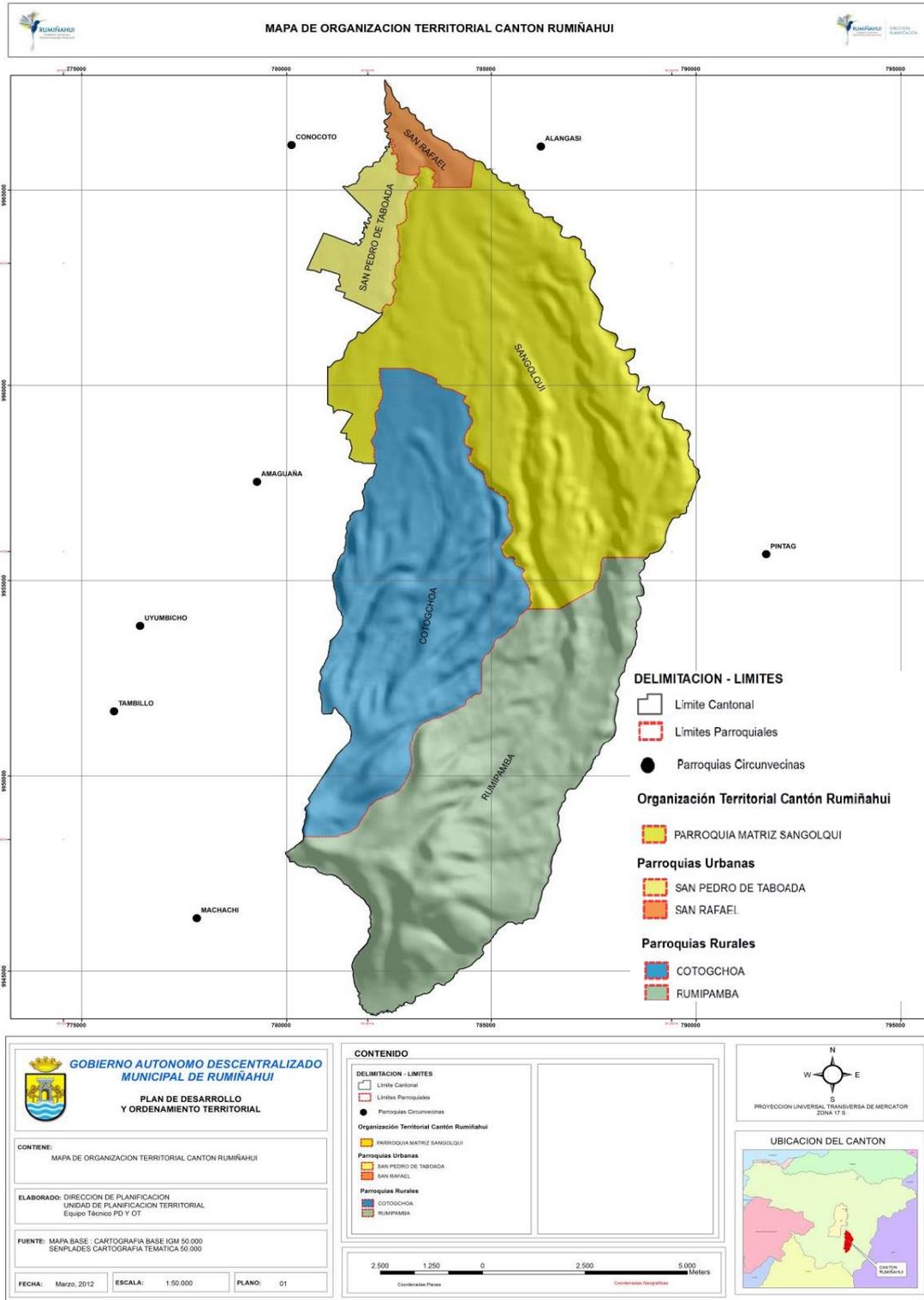


Figura 8. Mapa de Organización Territorial de Rumiñahui

Tomado de (PD y OT del Cantón Rumiñahui 2012-2025)

2.2.4. Parroquias rurales del cantón Rumiñahui

Rumiñahui se encuentra constituido por dos parroquias rurales que son Cotogchoa con una población de 3937 habitantes y Rumipamba con una población de 775 habitantes. Estas dos parroquias tienen una extensión de 35,35 Km² y 42,25 Km² respectivamente, constituyen una fuente importante en la economía del cantón ya que cuentan con gran afluencia de turistas que visitan todos los días los diferentes parajes que poseen, también son las más importantes del cantón con respecto a la actividad agrícola y ganadera gracias a las bondades climatológicas y vegetales que presentan para el cultivo de legumbres y plantas típicas de la zona como para la crianza de animales domésticos.



Figura 9. Parroquias Rurales de Rumiñahui

Tomado de (Parroquias rurales de Rumiñahui. Búsqueda en google.com 2010)

2.2.5. Parroquia Cotogchoa

Cotogchoa es la parroquia rural con mayor extensión de terreno y mayor población del cantón Rumiñahui, donde las principales actividades económicas son la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, comercio por mayor y menor, y construcción.

Se ubica al sur occidente del Cantón Rumiñahui entre las parroquias de Amaguaña, Sangolquí y Rumipamba.

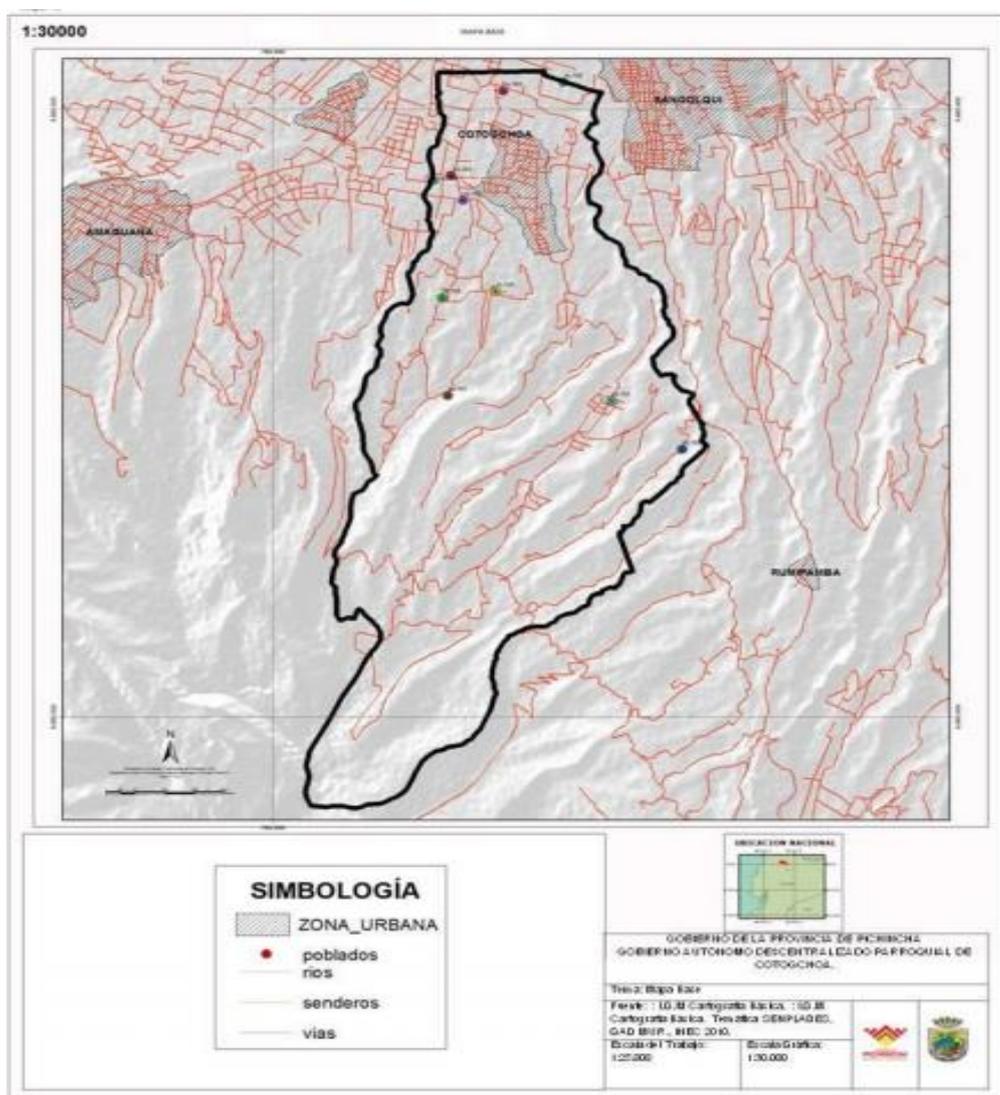


Figura 10. Mapa de la Parroquia Cotogchoa

Tomado de (PD y OT de la Parroquia de Cotogchoa 2015-2019)

2.3. Impacto ambiental causado por aguas residuales en Rumiñahui

2.3.1. Aguas residuales

Se considera como agua residual a los líquidos y sólidos que son vertidos en los sistemas de alcantarillado, procedentes de la actividad humana, que puede ser actividad industrial, comercial, habitacional, recreacional, etc., que en su composición llevan gran parte de agua además de sólidos, dentro de los que se destaca la materia orgánica, residuos industriales (metales pesados, pinturas, etc.) y que generalmente son vertidos a cursos o masas de aguas continentales o marinas (Calvo, 1992; Rojas, 2002).

Se conoce como aguas residuales municipales a aquellas que son provenientes de las descargas domésticas o industriales provocadas por la población y que son vertidas en las redes de alcantarillado y transportada hacia plantas de tratamiento de aguas residuales en algunos casos y en otros son dirigidas directo a los ríos sin un previo tratamiento.

Es importante tener claro al momento de hablar de aguas residuales que existe una clasificación para estas aguas y son “aguas negras” y “aguas grises”. Las llamadas **aguas negras son aquellas que provienen de los inodoros de una edificación y se encuentran compuesta por orina y excremento**. Mientras que las **aguas grises son aquellas que son provenientes de los fregaderos, las tinajas, lavadoras y las duchas**, este tipo de agua es una gran fuente de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), detergentes y cierta cantidad de grasas y aceites.

2.3.2. Caracterización del agua

Al realizar la caracterización del agua podemos definir las características físicas, químicas y bacteriológicas que posee una muestra de agua dependiendo del sitio de nuestro interés. A través de esta caracterización se puede saber si es apta para consumo humano, agrícola, recreacional o

industrial. En la siguiente tabla se podrá apreciar las diferentes caracterizaciones del agua de manera general:

Tabla 2. *Efectos indeseables de las aguas residuales.*

Contaminante	Efecto
Materia Orgánica Biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
Materia Suspendida.	Deposición en lo lechos de los ríos.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles.	Extinción de peces y vida acuática, interrupción de la autodepuración.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color, olor.	El incremento de la temperatura afecta a los peces; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que alteran el equilibrio biológico.	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes minerales.	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.

Tomado de: Crites & Tchobanoglous, 2000; Rojas, 2002; Ramalho, 2003

3. CAPÍTULO III. HIDROGRAFÍA DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, PARROQUIA COTOGCHOA.

3.1. Recurso hídrico

El cantón Rumiñahui hidrográficamente se encuentra ubicado dentro del sistema del Río Esmeraldas, en la subcuenca del Río Guayllabamba, dentro del cantón se encuentran las microcuencas de los ríos Santa Clara, San Nicolás, El Salto, Capelo y algunas quebradas como Suruhaycu, Santa Ana y algunos drenajes menores.

Rumiñahui cuenta con el río Pita como principal cauce, el mismo que es alimentado por los deshielos y vertientes de los volcanes Rumiñahui, Pasocha y Cotopaxi. El río Pita además de ser principal cauce del cantón también es uno de los principales ríos en proveer agua al Distrito Metropolitano de Quito.

Tabla 3. División Hidrográfica del Cantón Rumiñahui

Microcuenca	Área Km ²
Río Santa Clara	49,32
Drenajes Menores	30,28
Río San Nicolás	26,25
Río Pedregal	0,0003
Río Capelo	3,48
Río Salto	9,07
Quebrada Suruhaycu	16,9
Quebrada Santa Ana	0,23

Tomado de: Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), 2013

3.1.1. Ríos principales:

Específicamente se puede encontrar los principales ríos en la parroquia urbana de Sangolquí que esta bañada por los afluentes de San Pedro, Santa Clara y Pita.

Río San Pedro

Este río se lo puede apreciar torrentoso por lo cual la municipalidad ha implementado miradores en distintos puntos, actualmente el municipio se encuentra trabajando en complejos deportivos a orillas de este río representativo del cantón.

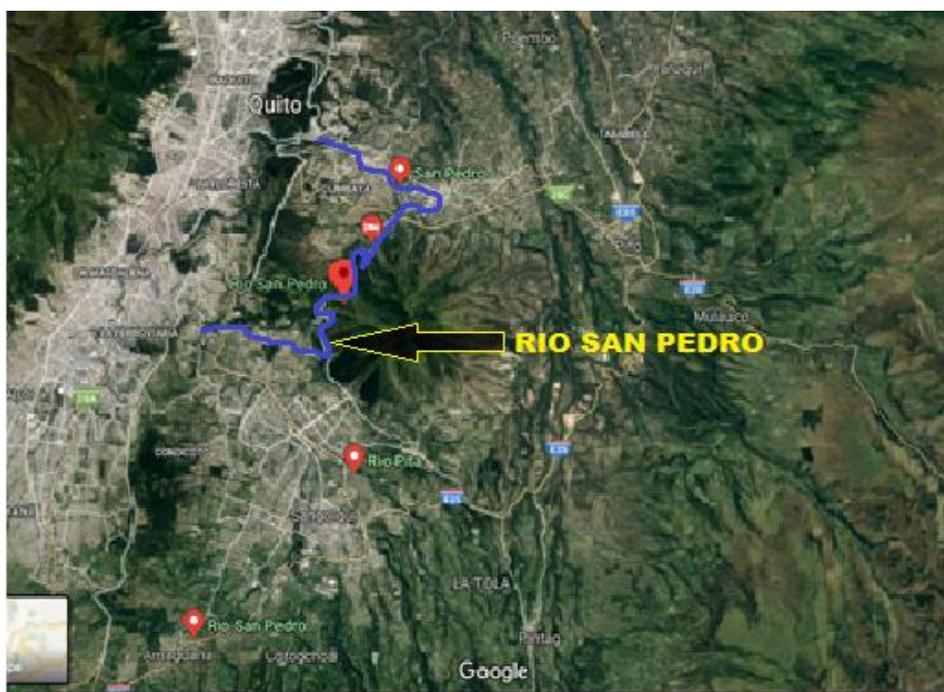


Figura 11. Ubicación Geográfica del Río San Pedro

Tomado de (Río San Pedro. Búsqueda en googlemaps.com 2018)

Río Santa Clara

Es un afluente del río San Pedro. Actualmente es uno más contaminado que tiene el cantón Rumiñahui por contaminación de aguas residuales, el gobierno

municipal maneja técnica y cuidadosamente aspectos relacionados a posibles plantas de tratamiento de aguas residuales para recuperar este río emblemático y en especial de la parroquia urbana de Sangolquí.



Figura 12. Río Santa Clara

Tomado de (Río Santa Clara. Búsqueda en [googlemaps.com](https://www.google.com/maps) 2018)

Río Pita

El afluente Pita se origina en las estribaciones del Volcán Cotopaxi, Sincholagua y Rumiñahui. Es el de mayor importancia en todo el cantón por su majestuosidad torrentosa y avistamientos que se puede tener a lo largo de este cauce, provee de agua para el cantón Rumiñahui y a través del proyecto Pita Tambo provee de agua a Quito desde hace 30 años.



Figura 13. Ubicación Río Pita

Tomado de (Ubicación Río Pita. Búsqueda con googlemaps.com 2018)

Otros ríos de menor importancia que bañan al cantón Rumiñahui son: Cachaco, río Sambache, y los ríos intermitentes Calicanto, Lanzas, Rayo, Sacramento Topón, San Miguel, San José, San Agustín.

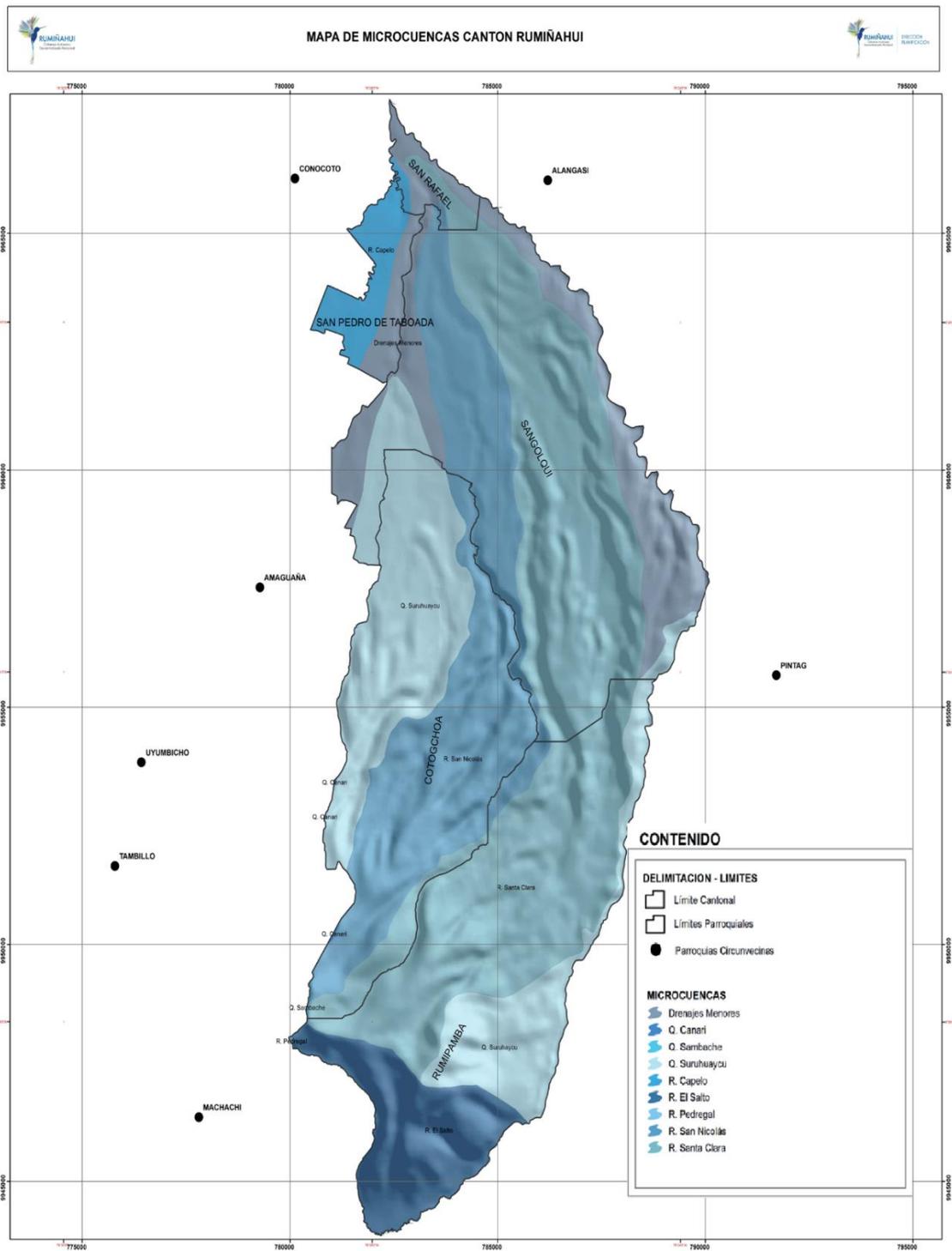


Figura 14. Mapa de Microcuencas del Cantón Rumiñahui, Parroquia Cotogchoa

Tomado de (Atlas del Cantón Rumiñahui. PDyOT 2012-2025)

3.2. Usos del Agua

El agua es utilizada para preparar los alimentos, tomar una ducha, o la limpieza del hogar, pero no solo está destinada para uso doméstico, también es empleada en servicios industriales, o en actividades agrícolas es así que se debe identificar los distintos usos que se puede tener a través de este recurso no renovable.

Tabla 4. *Usos del Agua*

Tipo de consumo	Definición
Consumo Doméstico	Comprende el agua en nuestra alimentación, limpieza, e higiene personal
Consumo Público	Se considera en todo lo que implica usarla en los bienes públicos que tenemos a disposición.
Uso en agricultura y ganadería	usada en la agricultura para riego, fumigación y en ganadería empleada como alimentación de los animales.
Uso en la Industria	utilizada en procesos de fabricación de productos.
Uso como fuente de energía	El agua es aprovechada para la obtención de energía eléctrica por medio de hidroeléctricas
Uso como vías de comunicación	Usado desde muchos años atrás para las embarcaciones.
Uso en el deporte y ocio	A través de piscinas, lagos, ríos, se pueden practicar algunos deportes como rafting, natación o simplemente empleada para distracción del ser humano.

Tomado de: Google, 2019.

Toda actividad que se ha generado con el agua implica un cierto grado de contaminación, la cual cada día es un problema más difícil de solucionar debido a la falta de conocimiento por parte del ser humano.

El ser humano por naturaleza tiende a la despreocupación de ciertos recursos naturales, se ha preocupado por el uso que se puede dar a estos recursos pero no ha determinado un plan estratégico de manera técnica y tecnológica para empezar a devolver a la naturaleza lo que ha sido utilizado, que si bien en el caso del agua no se podría devolverla con sus características originarias después de utilizarla, se podría aplicar distintos procesos de tratamiento para que sea posible su utilización en otras actividades que implique el uso de este recurso y así contribuir a frenar el ritmo acelerado de contaminación del agua que actualmente se registra.

3.2.1. Uso del agua en Rumiñahui

De acuerdo a datos que se ha logrado obtener a través de la SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) se puede determinar que el mayor número de consumo se da para actividades agrícolas como, riego de plantaciones, mientras que los mayores beneficiarios corresponden al uso doméstico. La calidad del agua potable en Rumiñahui se encuentra garantizada y es totalmente apta para el consumo humano al cumplir con todas las normas internacionales de control. El GAD de Rumiñahui actualmente mantiene convenios desde el mes de junio del 2009 con la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y el Centro de Investigaciones y Control Ambiental (CICAM), quienes colaboran con los análisis y exigencias de cumplimiento de calidad del agua suministrada en este Cantón.

Mes a mes el personal técnico es encargado de recoger al menos 85 muestras de agua en distintos sectores del cantón las cuales son destinadas a estudios para poder descartar la presencia de elementos que puedan resultar contaminantes. Dentro del plan de control se ha contemplado al menos una vez

cada año realizar un análisis de los sistemas de agua potable para determinar si existen cambios en los parámetros establecidos para consumo humano.

Los resultados de los análisis son enviados a la dirección del Hospital de Sangolquí y es aquí donde se determina la presencia o no de coliformes totales y fecales que causan enfermedades gastrointestinales. A los estudios que realiza el CICAM se les adjunta los controles que son realizados por la Dirección de Protección Ambiental del Municipio, por tanto, el suministro de agua del Municipio de Rumiñahui es apto y confiable para el consumo humano.



Figura 15. Tanque de Reserva de agua de Mushuñan

Tomado de (Diario Rumiñahui y su gente, marzo 2018)

3.2.2. Hidrografía de la parroquia Cotogchoa

A nivel hidrográfico, la Parroquia Cotogchoa está conformada por cuatro microcuencas: el Río San Nicolás que ocupa el 51% del territorio, seguida de la Quebrada Suruhuayco que ocupa el 41% del territorio, y en menor medida, Río Santa Clara que ocupa el 7% del territorio, y la Quebrada Santa Ana que ocupa el 1%.

Tabla 5. *Principales Microcuencas de la parroquia Cotogchoa*

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (ha)	%Territorio
Río	Río	Río Santa Clara	259	7
Esmeraldas	Guayllabamba	Río San Nicolás	1845	51
		Quebrada		
		Suruhuayco	1483	41
		Quebrada Santa Ana	4	1

Tomado de: GAD Municipio Rumiñahui, 2015

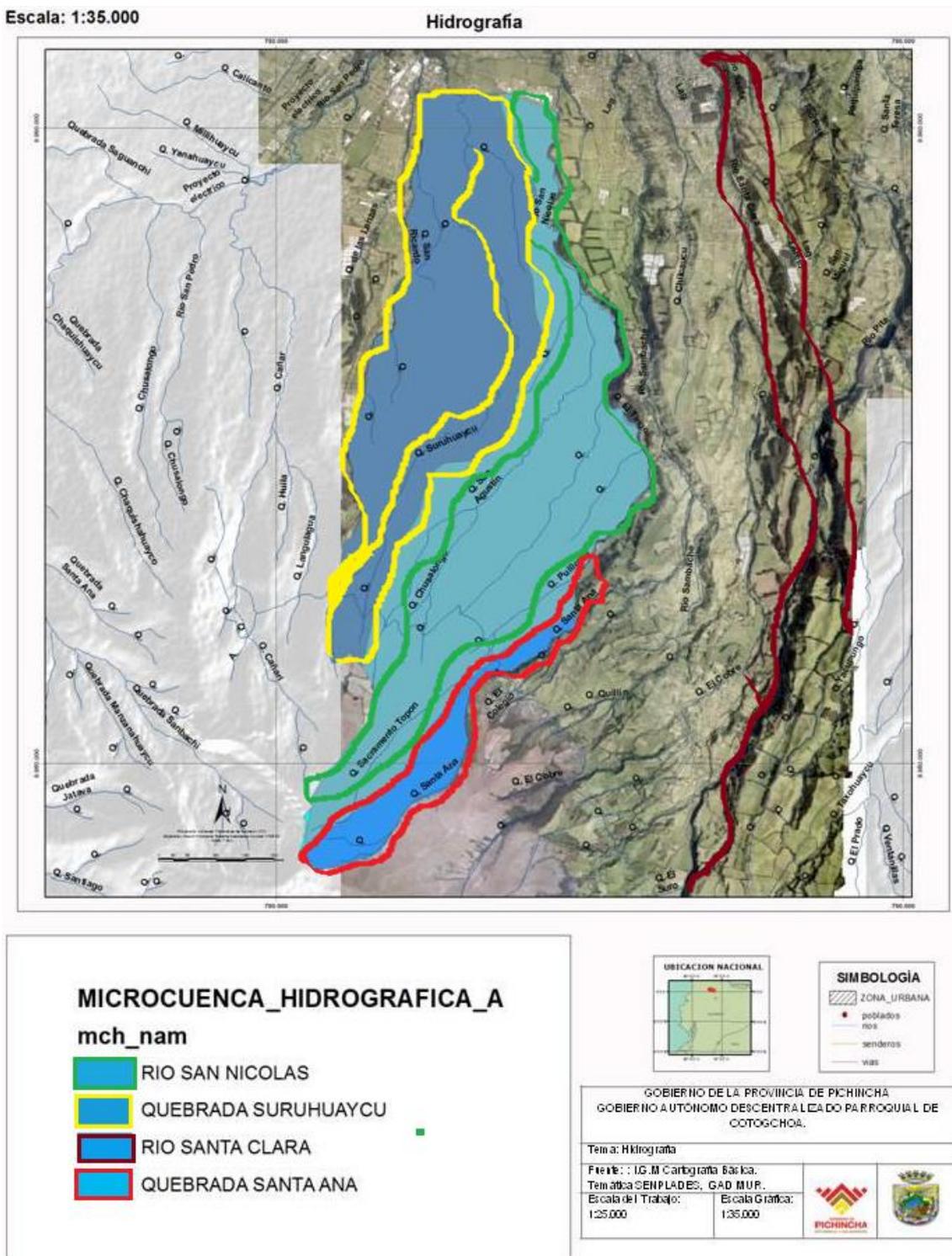


Figura 16. Hidrografía de la parroquia de Cotogchoa

Tomado de (Pd y OT de la Parroquia de Cotogchoa 2015-2019)

3.2.3. Contaminación en los ríos de la parroquia Cotogchoa

Tabla 6. *Matriz para descripción de impactos y nivel de contaminación en el entorno ambiental.*

Recurso	Problema Ambiental	Actividad/Causa	Nivel de afectación
Agua	Incremento de DBO, debido a la carga orgánica	Incremento descontrolado de la actividad porcina al borde de quebradas	Alto
Aire-Agua-Suelo	Contaminación de quebradas y ríos	Inadecuado manejo de desechos orgánicos e inorgánicos	Alto
Agua	Contaminación del agua	Uso de pesticidas en la agricultura	Alto
Agua	Sólidos en suspensión, mal olor, presencia de ratas	Evacuación de aguas servidas	Alto

Tomado de: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cotogchoa 2015-2019

El principal factor de contaminación de los ríos de la parroquia Cotogchoa es la evacuación de aguas servidas sin un previo tratamiento, otro factor no menos importante pero que contribuye en la contaminación de ríos y quebradas es el inadecuado manejo de desechos orgánicos e inorgánicos por parte de la población principalmente perteneciente a esta parroquia por la falta de cobertura de servicios básicos.

El afluente con mayor afectación y que se encuentra dentro de la parroquia Cotogchoa es el río Pita, un problema grave es la sequía por la utilización de las aguas para la agricultura, ganadería y consumo humano después de un tratamiento de potabilización, así mismo se derivan pequeños riachuelos y quebradas como la quebrada Santa Ana y la quebrada Pullincati que actualmente presentan problemas de contaminación por la recepción de aguas servidas y el mal manejo de los desechos orgánicos e inorgánicos. En la

siguiente tabla se puede apreciar los recursos naturales degradados y sus causas.

Tabla 7. *Matriz de recursos naturales bajo presión o degradados*

Recurso	Descripción del recurso bajo presión	Causa de degradación
Suelo	Cobertura vegetal	Compactación del suelo debido a la Ubicación inadecuada de escombreras
Agua	Cuenca, subcuenca, microcuenca río Pita	Contaminación del recurso hídrico - alteración en la calidad del agua por presencia de actividad ganadera
Fauna	Especies endémicas en peligro de extinción	Caza indiscriminada
Flora	Especies endémicas en peligro de extinción	Deforestación
Agua	Cuenca, subcuenca, microcuenca	Contaminación del recurso hídrico - alteración en la calidad del agua por la descarga de aguas servidas.
Aire-Suelo-Agua	Biodiversidad	Contaminación por desechos orgánicos e inorgánicos.

Tomado de: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cotogchoa 2015-2019

La contaminación en los ríos por aguas servidas va creciendo de acuerdo al crecimiento poblacional, siendo necesario implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en distintos puntos estratégicos para mitigar este problema y así contribuir en la descontaminación del recurso hídrico.

4. CAPÍTULO IV. MODELOS DE PLANTAS TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

4.1. Definición de plantas de tratamiento de aguas residuales

Una planta de tratamiento de aguas residuales es un conjunto de instalaciones y procesos en el que se tiene por objetivo eliminar los sólidos contaminantes existentes en el agua después de que ha sido utilizada para así poder devolverla a su cauce más cercano, sean ríos, lagos o al mar, teniendo en cuenta que esta agua tratada no es apta para consumo humano, pero si se podría ocuparla en otras actividades como limpieza o riego dependiendo del grado de contaminación existente al final del proceso de tratamiento.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales también son conocidas como el conjunto de procesos y operaciones unitarias físico-químicas o biológicas.

- Operaciones unitarias físicas. - son aquellas donde no se encuentra involucrada ninguna reacción química, siendo así esta operación libre de empleo de químicos para el tratamiento.
- Operaciones o procesos químicos. - son aquellas operaciones donde encontramos involucradas reacciones químicas.
- Operaciones o procesos Biológicos. - son procesos donde se involucran procesos biológicos o bioquímicos.

4.1.1. Objetivo del tratamiento de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales tiene como objetivo principal eliminar los agentes patógenos contaminantes que puedan ser peligrosos para la salud humana y para el entorno en general que lo rodea.

4.2. Etapas del tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales o también llamadas aguas negras involucra una serie de pasos y procesos, estos pueden variar dependiendo del tipo de planta que se emplee, pero en su mayoría tienen los mismos principios, estas etapas o procesos son: tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado.

4.2.1. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar es aquel proceso donde se elimina los residuos sólidos de mayor tamaño y arenas que se pueden encontrar en este tipo de aguas, esto se lo realiza para ayudar a evitar que sólidos grandes se incrusten en los equipos que forman parte del tratamiento general y puedan causar daños que impidan su correcto funcionamiento. En muchos de los casos se los realiza con una malla que ayuda a detener objetos voluminosos y abrasivos, que es ubicada antes de todo el proceso de tratamiento.



Figura 17. Rejilla media con lámina perforada para escurrimiento del material extraído

Tomado de (Curso Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales, Ing. William Lozano, octubre 2012)

En la figura se puede observar tres puntos importantes que son:

1. Corresponde al canal de captación del agua residual, estos canales en algunos casos pueden ser construidos en hormigón como el de la figura 17, en otros casos con tubo de PVC.

Si es construido en hormigón se debe tomar en cuenta un ancho y profundidad ideales para poder conducir el volumen de agua necesario y determinando para el tratamiento. Si en lugar de ser un canal de hormigón armado se deberá determinar el volumen de agua que se va a tratar para utilizar un tubo que pueda conducir dicha cantidad de agua. En cualquiera de los dos casos en algún punto de su trayectoria se deberá ubicar la malla para retener objetos que puedan perjudicar el funcionamiento de la planta de tratamiento.

2. El punto dos corresponde a la malla empleada para la retención de sólidos y objetos que perjudican el tratamiento del agua. Esta malla se debe construir de forma preferencial en acero inoxidable para evitar su deterioro frente a las diferentes características que puede tener el agua. Existen algunas mallas que se pueden emplear, pero es recomendable utilizar una malla de acero inoxidable de 1cm de abertura para evitar que se pasen sólidos u objetos que superen esa medida. También se puede construir con varillas tomando en cuenta el espacio de separación no supere 1cm. Esta malla deberá tener un punto de agarre como mínimo para poder retirarla del sitio y realizar limpiezas o mantenimientos pertinentes.

3. El punto tres de la figura 17 corresponde al agua residual antes de pasar por la malla de retención de sólidos.

4.2.2. Tratamiento primario

Este tratamiento se enfoca en la remoción de una fracción de sólidos que pueden ser sedimentables o suspendidos por acciones físicos y/o químicos. Dentro de esta etapa se suele aprovechar parte de los sólidos sedimentados para ser utilizados como abono. Este proceso se lo suele realizar en tanques de agua de velocidad baja, es decir donde la velocidad del recorrido del agua oscila entre

0.3-0.61 m/min, permitiendo así ayudar a retener sólidos como heces fecales, restos de comida enviado desde los fregadores de cocina, restos de animales como vísceras, únicamente por acción de la gravedad.

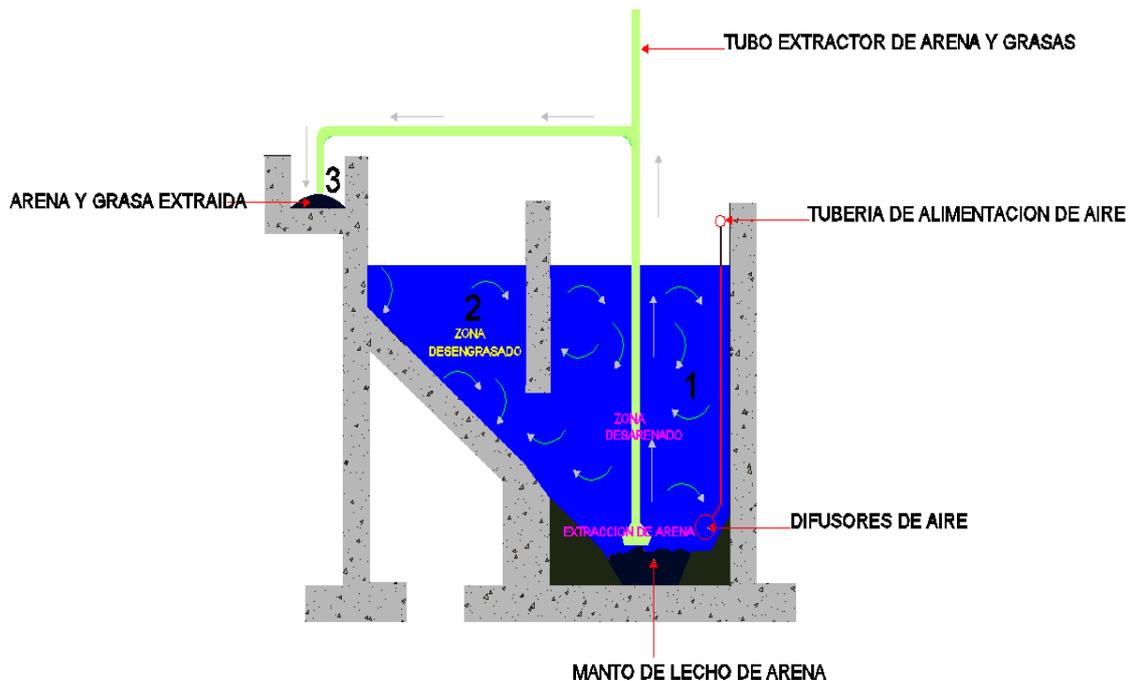


Figura 18. Corte de un desarenador-desengrasador

Tomado de (Curso Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales, Ing. William Lozano, octubre 2012)

En el tratamiento secundario tenemos tres partes fundamentales para poder tener un desarenador o desengrasador de forma correcta son:

1. **Zona de desarenado.** - área donde el agua separa los sólidos como arena, los que son depositados en el fondo del tanque por acción de la gravedad. Esta arena es extraída mediante una tubería inyectada de aire que ayuda a elevar la arena y grasas acumuladas al fondo y se las dirige por la tubería a una cama de lodos.
2. **Zona de desengrasado.** - Donde se acumula la grasa que contiene el agua y al tener un peso menor a la presión que ejerce el agua tiende a elevarse y se lo separa manualmente, este método de limpieza manual

de la grasa actualmente se la realiza también de manera automática mediante sistemas air-lift que son tuberías inyectadas de aire que extraen en el lodo acumulado en el fondo de algún recipiente o depósito.

3. **Arena y grasas extraídas.** - este punto es el sitio donde se ubica las arenas y las grasas extraídas, es en este espacio donde se debe dejar que se escurra y seque por acción del sol, y una vez seco se lo puede emplear como abono o contratar una empresa especialista en gestión ambiental.

4.2.3. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario consiste en el tratamiento biológico que se realiza a las aguas residuales donde se elimina el mayor porcentaje de sólidos contenidos en el agua, estos reactores en muchos casos suelen funcionar con inyección de aire u oxígeno puro, que ayudan a proliferar bacterias que son las encargadas de asimilar la materia orgánica y convertirlos en dióxido de carbono, biomasa y agua.

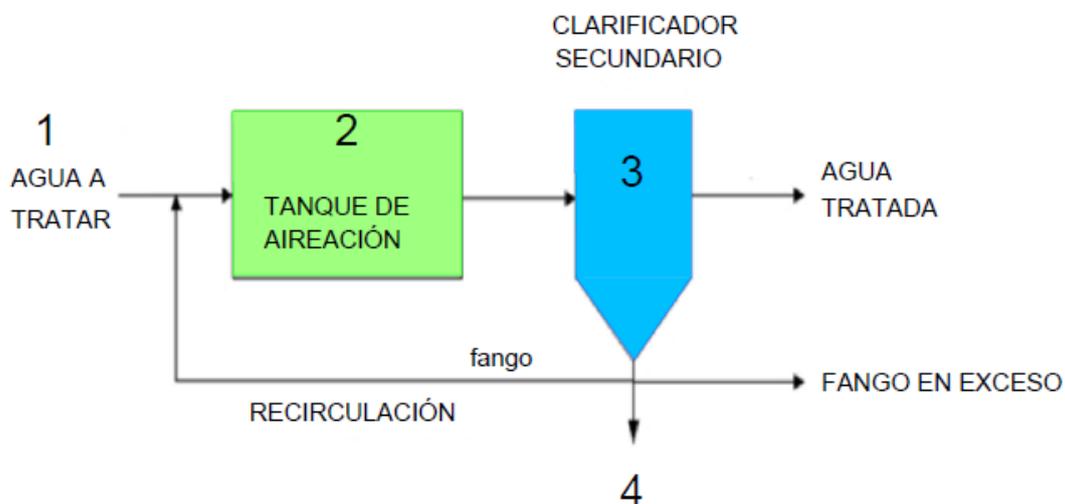


Figura 19. Diagrama de flujo de un sistema de fangos activados

Tomado de (Nuria Jiménez Torres, J

En el diagrama de flujo se puede interpretar el sentido de funcionamiento del tratamiento secundario, teniendo como inicio el agua a tratar que viene siendo el primer punto y es aquí donde irían ubicadas la o las entradas de agua a tratar.

Una vez que ingresa el agua, se la conduce a un espacio confinado para la aireación, en la mayoría de tratamientos de aguas residuales se lo hace en taques de aireación sean de hormigón, acero al carbón o plásticos. Luego de un cierto tiempo el agua pasa a un clarificador donde el agua se mantiene en reposo, esto significa que se procura que el agua se mantenga sin algún tipo de agitación o movimiento brusco para lograr que el agua más clara se eleve y el agua con lodo se quede en el fondo. Finalmente, el agua clarificada es enviada a los alcantarillados o a los distintos usos que se le puede aprovechar. En el diagrama tenemos una recirculación de fangos o lodos activados que son microorganismos encargados de la biodegradación de la materia orgánica que contiene el agua, este lodo activado debe ser evacuado o recirculado, se recomienda sea evacuado hacia camas de secado para después ser empleado como abono.

Para completar este bioproceso, es necesario llevar a cabo dos tareas fundamentales, la decantación secundaria y la recirculación de fangos activos. La primera actividad se realiza en tanques sedimentadores que usan el mismo principio de decantación aplicado en el tratamiento primario, sin embargo, se diferencian debido a que el clarificador secundario necesita un mayor tiempo de retención (4-6 horas) y además el flujo ascensional debe tener un rango de velocidades más bajo que los tanques de sedimentación primarios. Finalmente, para completar esta etapa del tratamiento, es de suma importancia recircular los lodos activos hacia el tanque biológico para poder mantener la concentración de microorganismos y así sostener un proceso eficiente de remoción de materia orgánica (EPA, 1998)

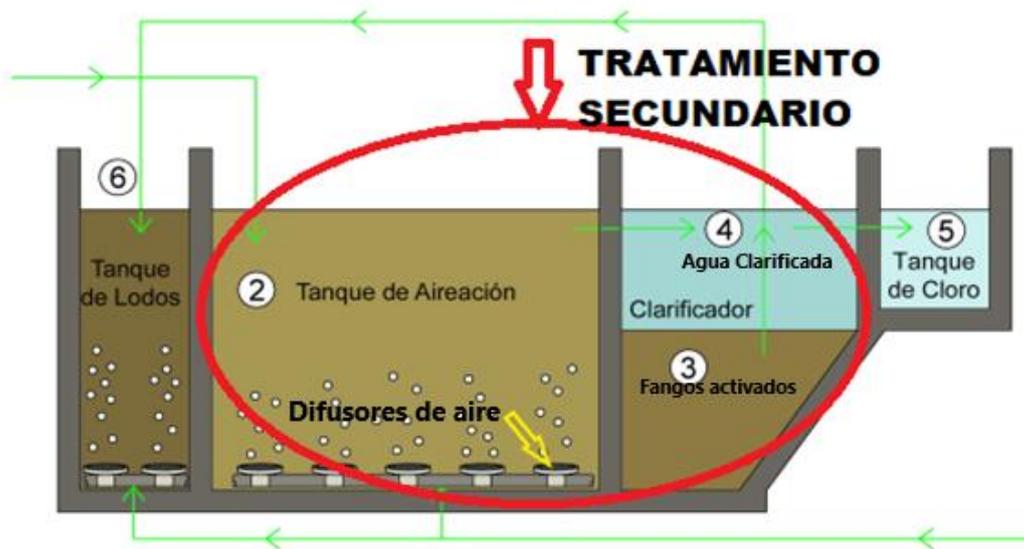


Figura 20. Tratamiento secundario

Tomado de (Tratamiento secundario de una planta de tratamiento de aguas residuales. Búsqueda en google.com 2018)

El proceso secundario se produce en los niveles 2,3 y 4 de la figura 20. Es importante denotar el empleo de difusores de aire en el nivel 2 los cuales ayudan a la oxigenación del agua, permitiendo así que se mantenga activa la población micro bacteriana encargada de la biodegradación de los sólidos existentes en esta parte del agua.

4.2.4. Tratamiento terciario o avanzado

El tratamiento terciario corresponde al conjunto de procesos cuya finalidad es proporcionar una mayor calidad al efluente del tratamiento secundario mediante la remoción de sólidos en suspensión que no hayan sido retenidos previamente y también por medio de eliminación de patógenos. La selección de los procesos físicos o químicos a utilizarse dependen exclusivamente de la finalidad o el tipo de uso que se le dará al agua en proceso de tratamiento ya que de esta manera es posible determinar el grado de depuración que se desea alcanzar, los principales métodos que se usan para alcanzar un mayor nivel de tratamiento

son cloración, rayos UV, osmosis inversa, electrodiálisis, ozonización, intercambio iónico, entre otros (Ramalho, 1996)



Figura 21. Tratamiento terciario por medio de equipos de filtración

Tomado de (Equipos de filtración para tratamiento terciario. Búsqueda en google.com 2018)

4.3. Cómo opera una planta de tratamiento de aguas residuales

Las plantas que son usadas para el tratamiento de aguas residuales pueden tener diferentes modos de funcionamiento dependiendo del nivel de purificación que realicen del agua y de los procesos que empleen durante todas las etapas. A pesar de eso existen algunos procesos básicos que se realizan en el tratamiento de aguas residuales.

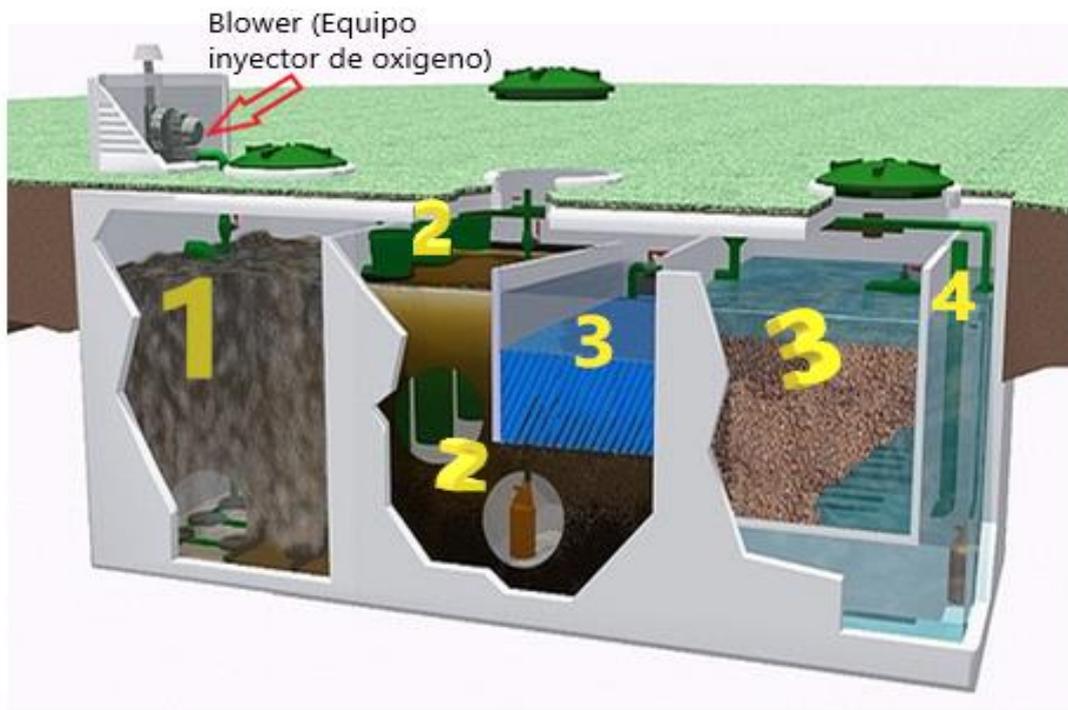


Figura 22. Funcionamiento de una planta de tratamiento

Tomado de (Fibras y Normas Colombia S.A.S., 2013)

1.- Primero el agua residual es llevada a una planta de tratamiento por medio de tuberías de gran capacidad, en la que el agua y la basura acumulada llegan libremente hasta el punto preliminar de la planta de tratamiento.

2.- El agua pasa por una serie de cámaras en las cuales se realizan diferentes niveles de filtrado, donde se separan partículas cada vez más pequeñas, para proceder a una etapa de estancamiento, en la que, por medio de un proceso aérobico o anaeróbico, se realiza la sedimentación de los contaminantes presentes en el líquido, paso muy importante en el proceso.

3.- El agua obtenida de estos procesos se encuentra clarificada y lista para el tratamiento final a base de químicos que eliminan residuos contaminantes presentes en el agua.

4.- Al finalizar este proceso, se examina la composición del agua para compararla con la del afluente en el cual será liberada, de manera que esta se adapte adecuadamente al entorno sin afectar su estado natural.

Las plantas de tratamiento requieren de gran cantidad de equipo especializado para cada uno de los procesos involucrados en la depuración del agua. La construcción de cámaras y estanques adecuados, así como la utilización de tecnología que permita el filtrado y procesado del líquido es el punto más importante para el funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El funcionamiento óptimo de la planta en todas sus etapas es imprescindible para proporcionar un resultado final que cumpla con los requerimientos especificados a nivel ambiental. El grado de descontaminación del agua dependerá de la calidad en los procesos realizados por la planta, siendo el objetivo del procedimiento proporcionar agua depurada a los afluentes. (Fibras y normas de Colombia, 2013).

4.4. Modelos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Al momento de emplear una planta de tratamiento de aguas residuales se presentan varias opciones y modelos, cada una de ellas con diferentes prestaciones y facilidades al momento de operarlas, de igual manera se diferencian en su tamaño y distribución de sus etapas. A pesar de existir varios

modelos de plantas de tratamiento, todas se encuentran basadas en las etapas estudiadas anteriormente. A continuación, se analiza algunos modelos existentes que pueden ser construidas en hormigón.

4.4.1. Planta Depuradora de aguas residuales

Son plantas que tienen como función la depuración de aguas residuales cuya finalidad es recoger las aguas de una población o una industria y después de reducir la contaminación por medio de ciertos procesos y tratamientos. devolver a su cauce o para usos determinados como riego o limpieza. Este tipo de plantas tienen por objetivo la eliminación de residuos, grasas, aceites arenas y sólidos sedimentables, de igual manera uno de sus principales objetivos es transformar los residuos retenidos en lodos estables y procurar que sean utilizados de la manera adecuada como podría ser en abonos.

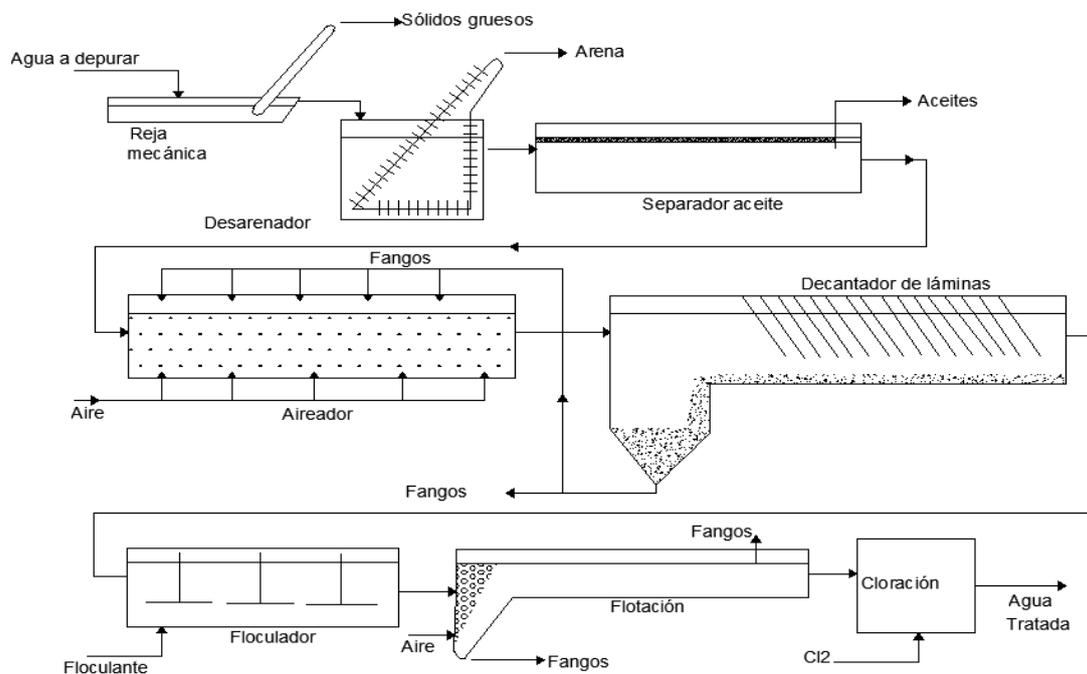


Figura 23. Planta depuradora de aguas residuales

Tomado de (Aguas residuales. Búsqueda en google.com 2018)

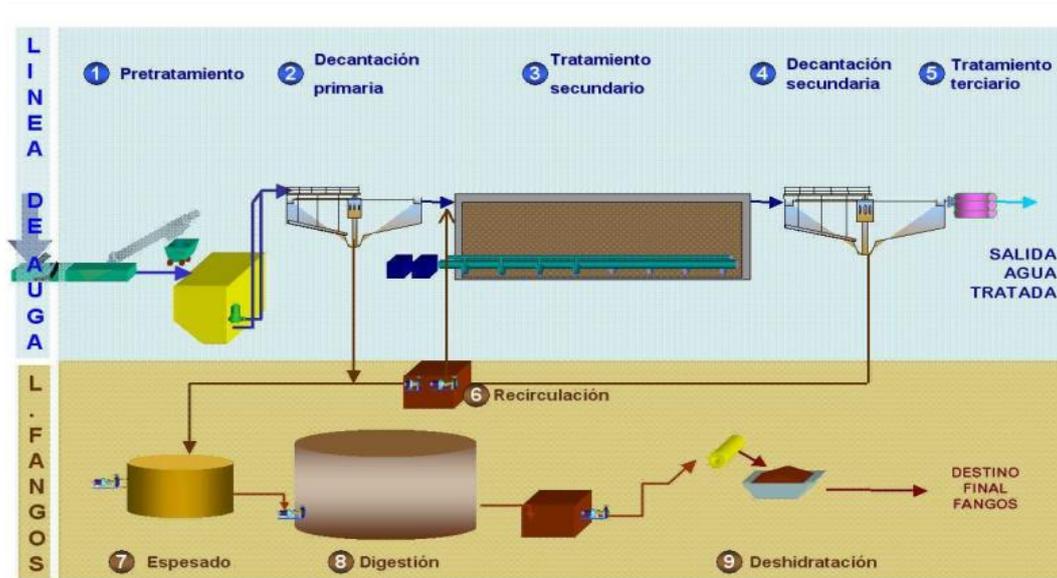


Figura 24. Esquema de funcionamiento de una planta purificadora de aguas servidas

Tomado de (Plantas depuradoras de aguas servidas. Búsqueda en google.com 2018)

4.4.2. Plantas básicas de tratamiento de aguas residuales

Son las que al menos cumplen hasta la etapa secundaria refiriéndose a las etapas del tratamiento de aguas residuales, es decir en este tipo de plantas no se tiene la tercera etapa que correspondería a filtros pulidores o equipos de clorado con los que se obtendría una mejor calidad de agua en la salida del proceso de tratamiento.

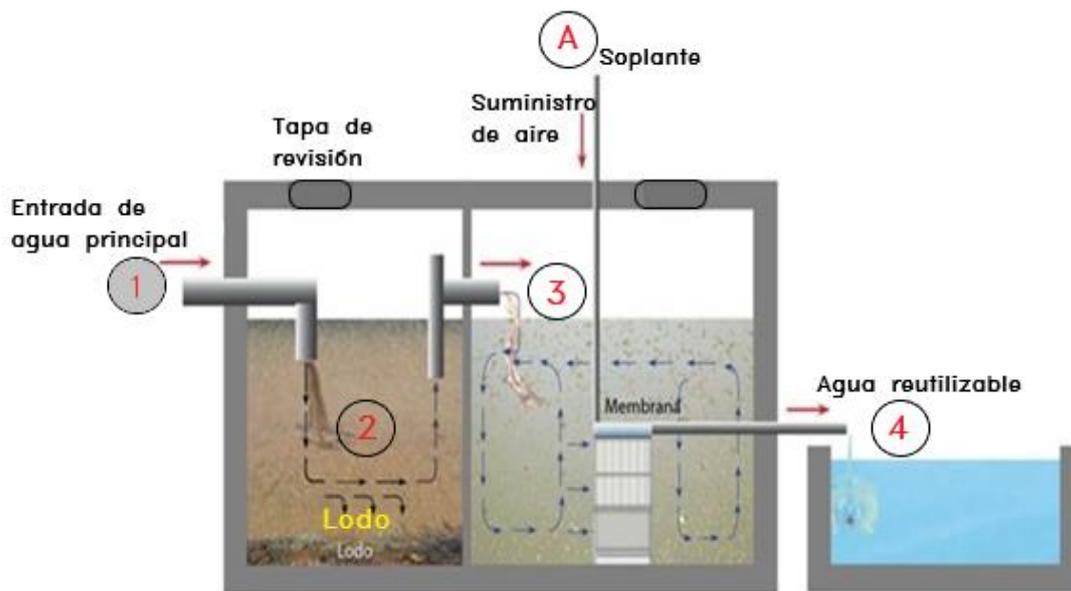


Figura 25. Tratamiento básico de aguas servidas

Tomado de (Tratamiento de aguas servidas. Búsqueda en google.com 2019)

Este tipo de plantas de tratamiento son empleadas en los hogares donde la preocupación por la contaminación ambiental ha llevado a cierto grupo de familias a implementar estos sistemas básicos de tratamiento. El modelo y funcionamiento es similar al del gráfico de la figura 25, el que se puede describir en cuatro puntos exactos que son:

1.- Entrada de agua principal: corresponde al agua de ingreso del agua a ser tratada, el origen de esta agua suele ser por lo general de la cocina, baños, garajes y sumideros de agua lluvia, que se unen en una sola tubería para ingresar a la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.- Reactor biológico: el tipo de reactor biológico empleado en este sistema es un anaerobio, significa que no emplea oxígeno para la población micro bacteriana, esto se debe a que la carga en cuanto a materia y sólidos correspondientes a este sistema no representa una cantidad considerable para

la utilización de micro bacterias. Únicamente se conduce el agua a este espacio para que por acción de la gravedad los lodos más pesados vayan hacia el fondo y así el agua más clara pueda pasar a la siguiente cámara.

3.- Clarificador mediante membrana: en este espacio podemos observar el agua más clara, y con dos elementos no menos importantes como son un tubo de suministro de aire que ayuda a ingresar oxígeno del ambiente y así poder evitar malos olores en el agua y por otra parte una membrana la cual actúa como un filtro por donde únicamente pasará el agua sin sólidos. En este espacio también existe una capa de lodos que se forma al fondo.

4.- Salida de agua tratada: en ciertos lugares y dependiendo de la calidad de agua obtenida al final se la podría reutilizar en actividades como riego de jardín o simplemente se puede conectar la tubería de salida del agua tratada hacia el alcantarillado.

4.4.3. Plantas de tratamiento de aguas domésticas municipales

Son aquellas plantas cuyo funcionamiento y objetivo es muy similar a las plantas depuradoras de aguas servidas ya que cumplen las mismas etapas, pero con la diferencia que en estas plantas generales no se depura el agua en la tercera etapa, solo pasa por un proceso de filtrado simple y en su mayoría el agua obtenida al final del proceso de tratamiento es direccionada directamente a su cauce sin darle algún uso como riego o limpieza.

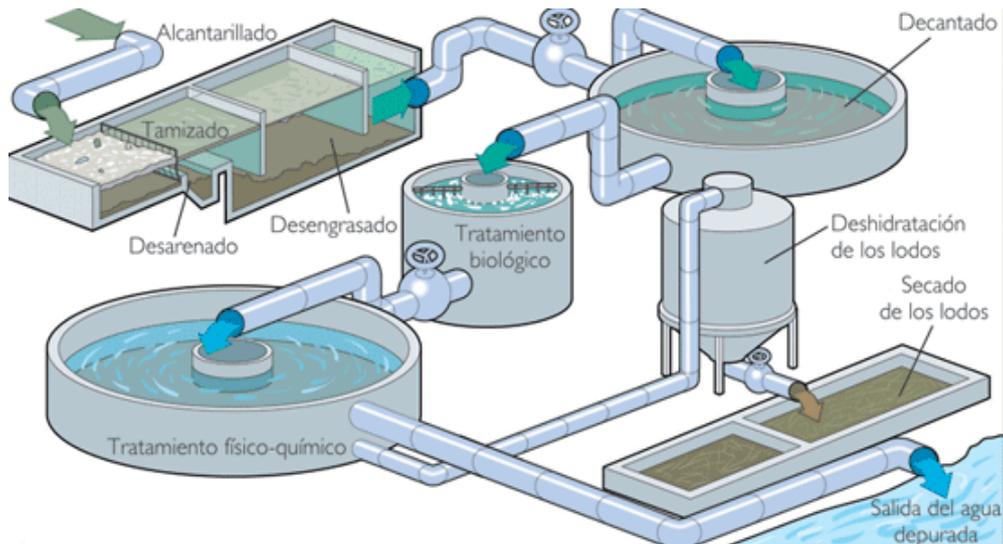


Figura 26. Planta de tratamiento general de aguas residuales

Tomado de (Plantas de tratamiento de aguas residuales. Búsqueda en google.com 2019)



Figura 27. Planta de tratamiento de aguas servidas

Tomado de (Planta de tratamiento de aguas servidas. Búsqueda en google.com 2019)

5. CAPÍTULO V. DEFINICIÓN DE ZONA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

5.1. Localidad

Actualmente se ha podido determinar que existe una despreocupación en el cuidado de los ríos de las zonas rurales del cantón Rumiñahui, específicamente en la parroquia rural de Cotogchoa. El problema principal que se puede determinar es la contaminación existente en los ríos que forman parte de la hidrografía de esta parroquia, dicha contaminación es originada principalmente por el vertido de las aguas residuales domésticas sin tratamiento previo, estas aguas son descargadas directamente en los ríos a través de la red de alcantarillado en algunos barrios y en otros casos mediante tuberías dirigidas por los propietarios hacia algún afluente cercano y hay quienes aún cuentan con pozos sépticos por falta de alcantarillado.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PD y OT) de la parroquia de Cotogchoa indica que la contaminación de los ríos es en primer lugar por descargas domésticas, seguida de aguas usadas en la actividad ganadera y en tercer lugar se encuentran las aguas de uso agrícola y de las construcciones. Los afluentes que posee Cotogchoa son empleados para el riego de los terrenos y para la agricultura, actividad ganadera. Estos afluentes son también puntos turísticos.

Cotogchoa tiene una extensión de 35,35 Km² y una población aproximada de 3937 habitantes, conformando 14 barrios; Central, Libertad, El Manzano, El Pino, San Juan Obrero, El Milagro, Miraflores, Runahurco, El Taxo, Leticia, Patagua, El Bosque, San Carlos de Conejeros y Cuendina Albornoz.

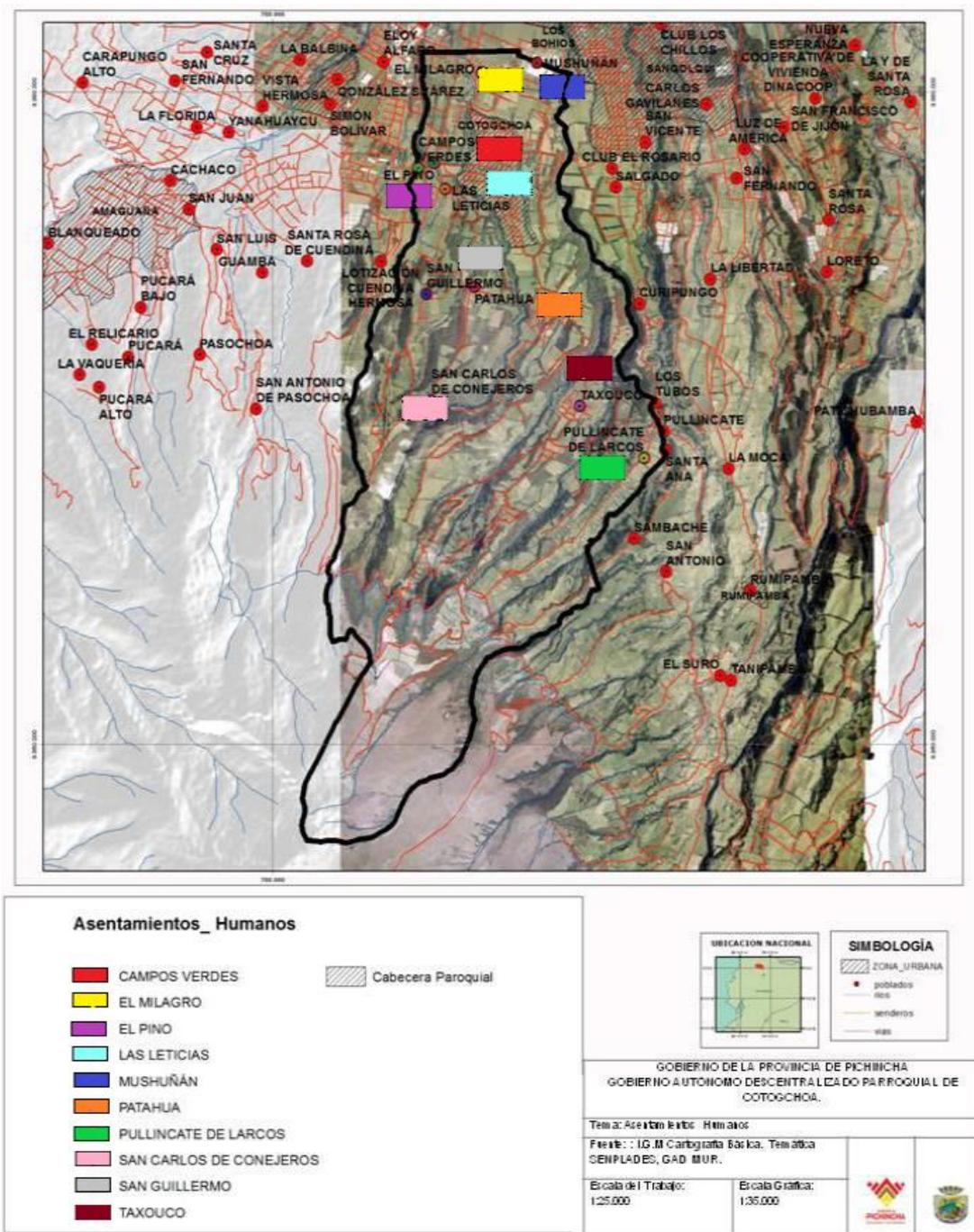


Figura 28. Asentamiento Humano de Cotogchoa

Tomado de (PD y OT de la Parroquia de Cotogchoa 2015-2019)

5.1.1. Infraestructura y acceso a servicios básicos, cobertura, calidad: agua potable, saneamiento.

5.1.1.1. Uso del agua para consumo humano

Cotogchoa a diferencia de otras parroquias del cantón Rumiñahui se caracteriza por poseer una gran cantidad de vertientes de agua, que son aprovechadas en su totalidad. Dispone de suficientes fuentes de captación de agua para consumo humano, posee un sistema de distribución de agua por medio de tuberías de asbesto de cemento. El servicio de agua para consumo humano por red pública tiene una cobertura del 76,26% de los barrios que conforman la parroquia rural Cotogchoa.

Tabla 8. *Abastecimiento de agua de Cotogchoa*

Origen Principal del Agua Recibida	Casos	%
De red publica	771	76,26%
De pozo	19	1,88%
De río, acequia, vertiente	193	19,09%
De carro repartidor	1	0,10%
Otro (agua lluvia)	27	2,67%

Tomado de: INEC, 2010

Alcantarillado (sistema de aguas servidas)

Los barrios que poseen el 70% de servicio de alcantarillado son: Central, San Juan Obrero, El Milagro y Miraflores. El servicio de alcantarillado tiene una cobertura parcial, del 50% al 90% en los barrios: El Manzano, El Pino, Libertad, Leticia, Patagua, El Bosque, San Carlos Conejeros y Cuendina Albornoz. No disponen del servicio de alcantarillado los barrios: Runahurco y El Taxo. (SIGMA Consultores, 2015).

Tabla 9. Tipo de servicio higiénico o escusado

Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	Porcentaje
Conectado a red pública de alcantarillado	547	54,10%
Conectado a pozo séptico	238	23,54%
Conectado a pozo ciego	78	7,72%
Con descarga directa al mar, río o quebrada	103	10,19%
Letrina	7	0,69%
No tiene	38	3,76%

Tomado de: INEC, 2010

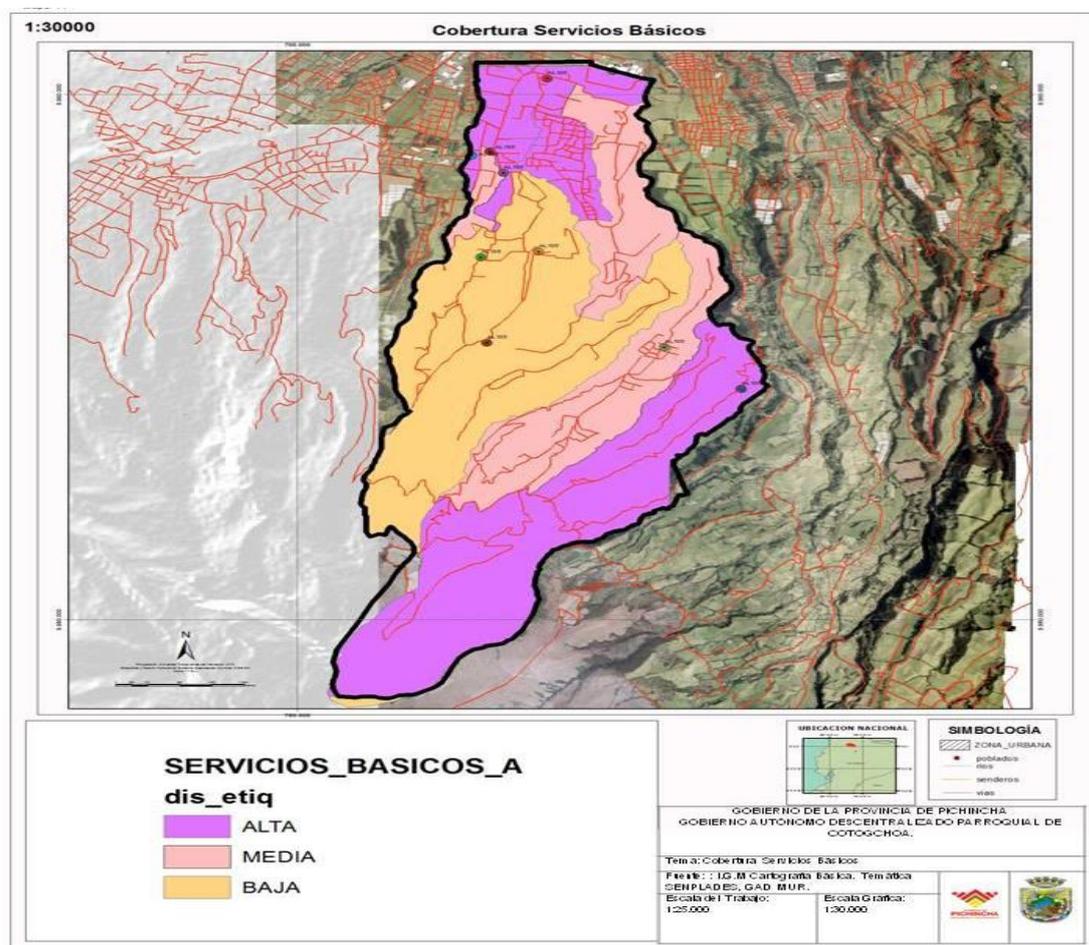


Figura 29. Cobertura de servicios Básicos de la Parroquia Cotogchoa

Tomado de (PD y OT de la parroquia Cotogchoa 2015-2019)

5.2. Análisis y búsqueda del lugar óptimo para la planta de tratamiento de aguas residuales

Dentro de la parroquia Cotogchoa se localiza el Barrio Runahurco que está ubicado a 20 minutos del centro de Sangolquí, es conocido por la cascada Padrehurco, sitio que acoge a turistas nacionales y extranjeros. Este barrio está dotado de servicios básicos; agua potable, luz, teléfono e internet, pero carece de recolección de basura y servicio de alcantarillado, por lo cual no existe un control sobre el manejo de los desechos sólidos y principalmente sobre la descarga de aguas residuales.

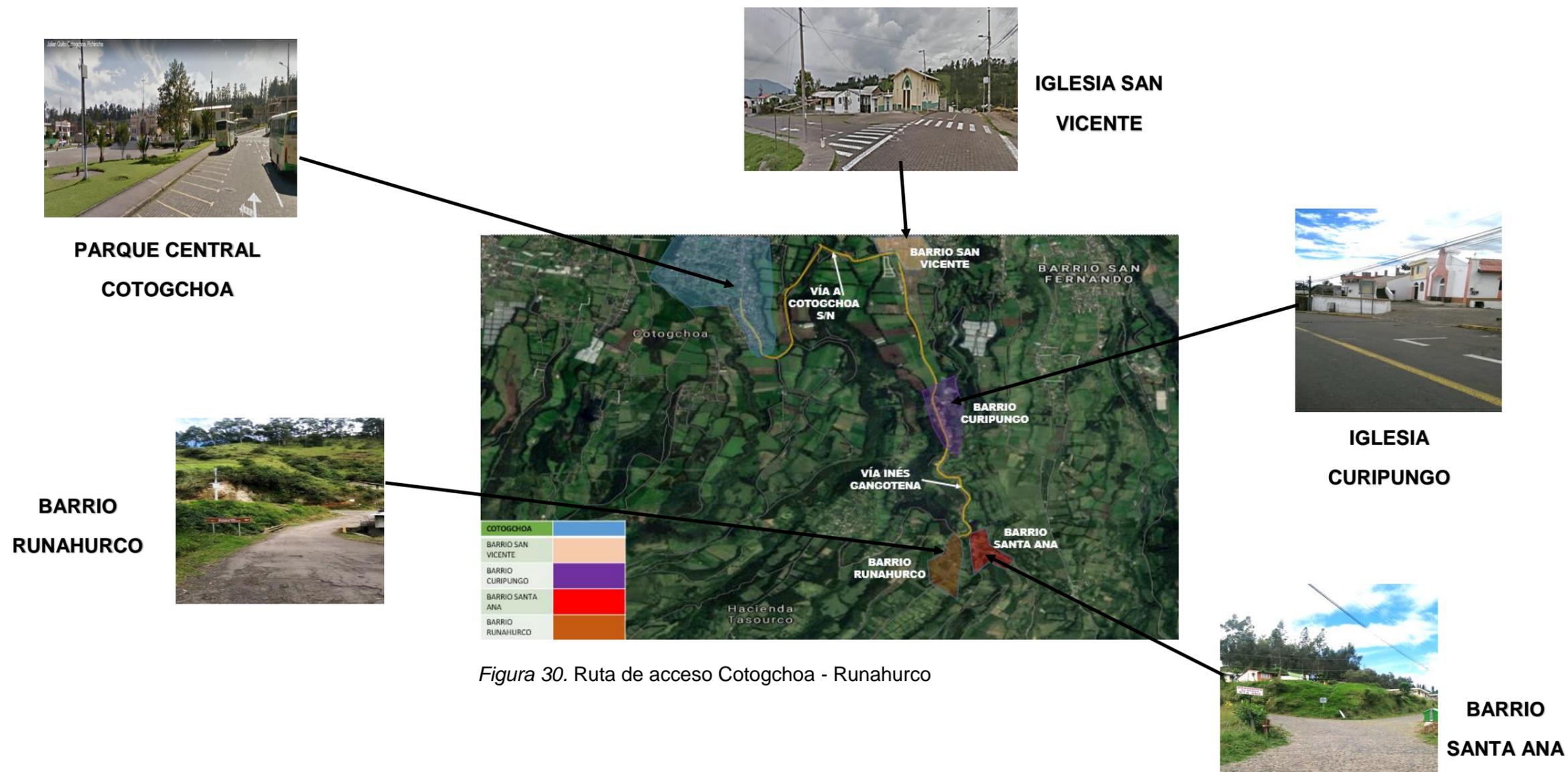


Figura 30. Ruta de acceso Cotogchoa - Runahurco

Dentro de la ruta comprendida entre Cotogchoa y Runahurco se puede ubicar los barrios San Vicente, Curipungo, Santa Ana y finalmente el barrio Runahurco, dicha ruta descrita es la única vía que comunica a los barrios mencionados en el gráfico de la figura 30. La vía principal que los une es la vía Inés Gangotena la cual permite el desarrollo de actividades como la ganadería y la agricultura.

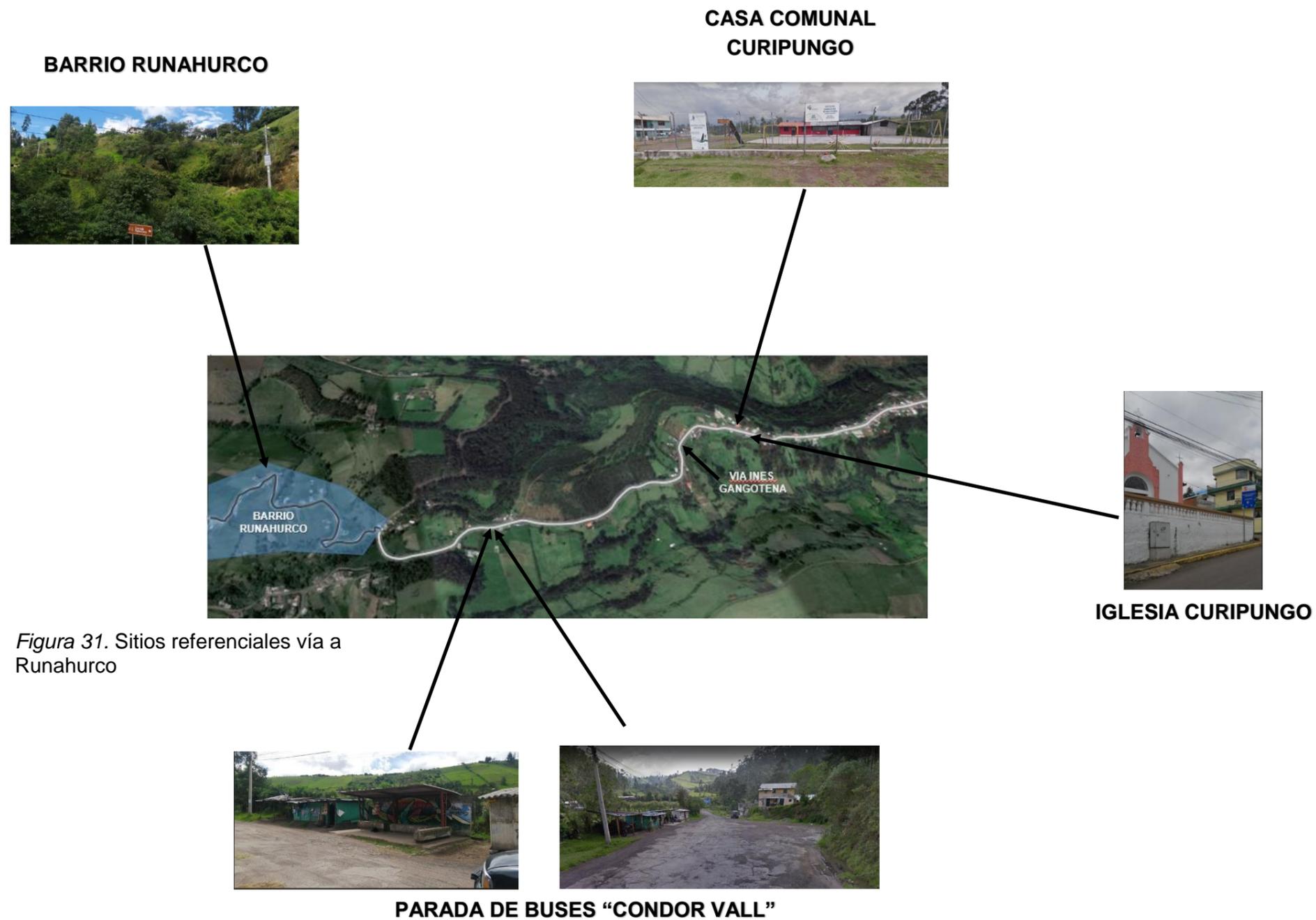


Figura 31. Sitios referenciales vía a Runahurco

Dentro del trayecto que comprende la vía Inés Gangotena hacia el barrio Runahurco se puede encontrar algunos puntos referenciales como son la iglesia de Curipungo, la que se halla a 3 minutos de Runahurco, así mismo podemos encontrar una casa comunal y una parada de buses como se muestra en el gráfico 31. Estos puntos referenciales ayudan a guiarse al momento de querer acceder a este sector rural de la parroquia de Cotogchoa.

Uno de los atractivos turísticos que se puede encontrar en el barrio Runahurco es la cascada llamada “Padre Hurco”, principal representante turístico del barrio y también de la parroquia Cotogchoa.

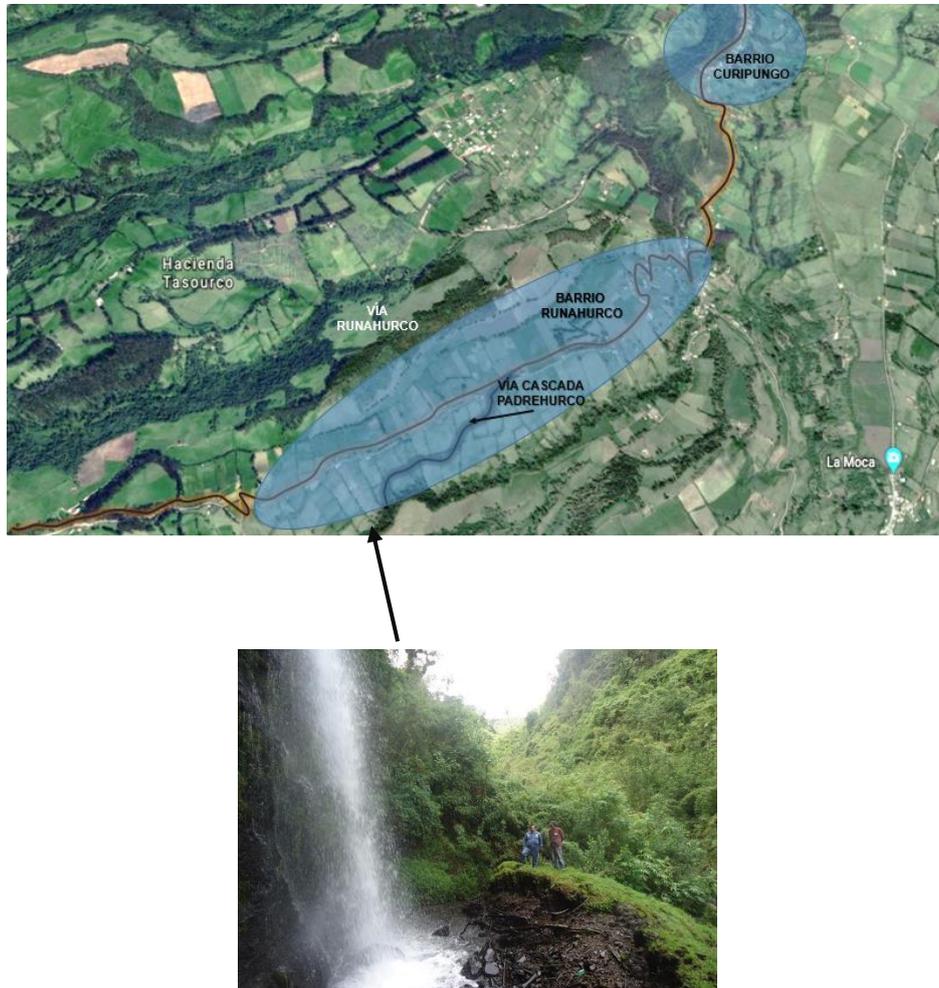


Figura 32. Cascada Padrehurco

Tomado de (Cascada Padrehurco. Búsqueda en google.com 2018)

Este barrio posee dos ríos, la quebrada santa Ana y la Quebrada Pullincati, son empleadas para el riego de sembríos, crianza de animales y piscicultura. Actualmente por la contaminación que existe en estos ríos por la descarga de aguas residuales sin tratamiento ha generado que se los emplee cada vez menos generando malestar y enfermedades en los pobladores.

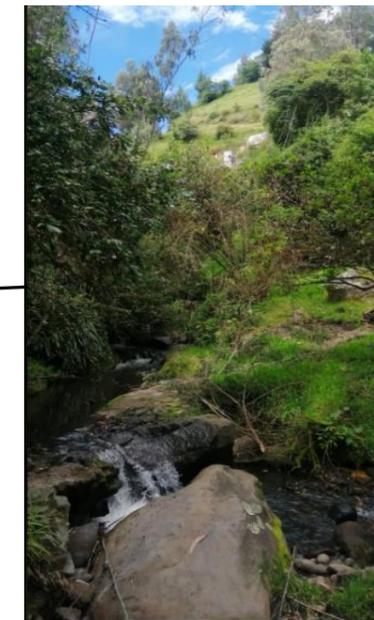


Quebrada Santa Ana
Empleada para el sector ganadero.

Quebrada Pullincati usada
para la crianza de animales
y sembríos.



Figura 33. Ubicación quebrada Santa Ana y Pullincati



Sitos de captación
para crianza de truchas

El gráfico de la figura 33 indica las ubicaciones de la quebrada Santa Ana y la quebrada Pullincati, en distintos puntos de las mencionadas quebradas se puede apreciar aun el uso de este recurso natural para actividades ganaderas, agrícolas , entre otras que han sido afectadas por el mal manejo de desechos sólidos y descargas de aguas servidas.

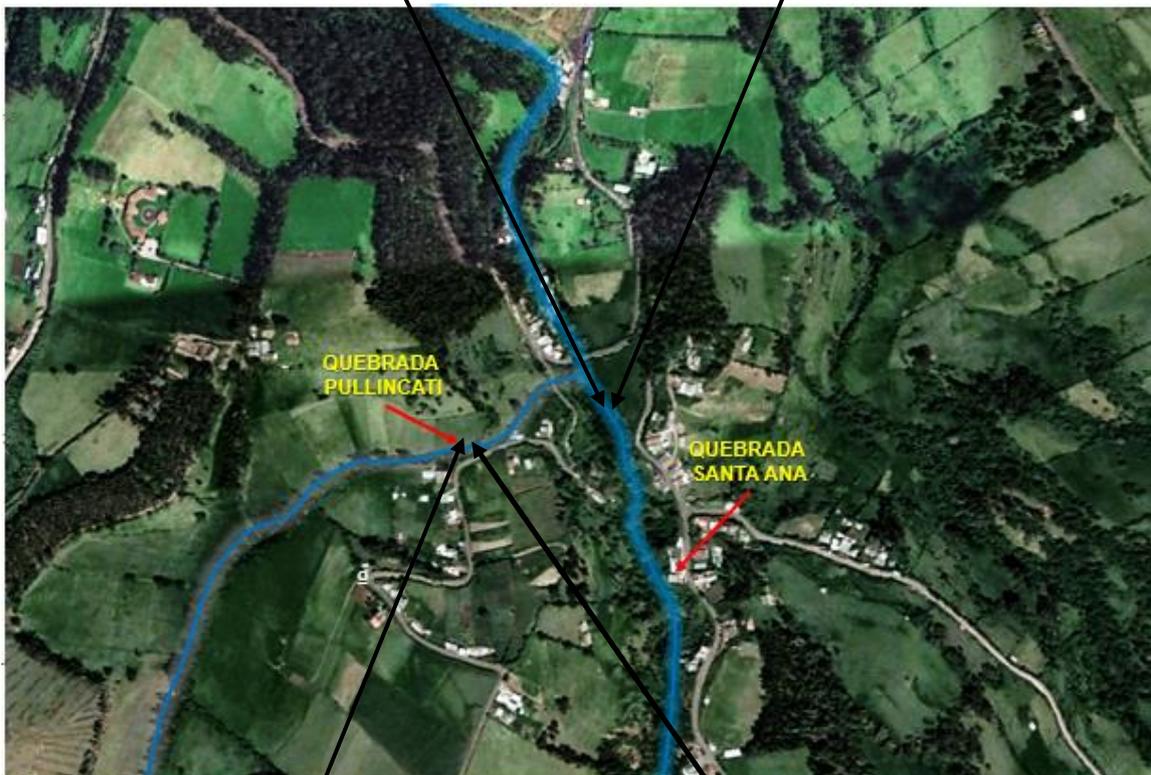
QUEBRADA SANTA ANA**QUEBRADA PULLINCATI**

Figura 34. Ubicación Barrio Runahurco y sus Quebradas

Tomado de (Runahurco. Búsqueda en [googlemaps.com](https://www.google.com/maps) 2018)

La quebrada Pullincati actualmente se ha convertido en un botadero de basura de los habitantes del barrio Runahurco, por la carencia del servicio de recolección de basura. Este problema es uno de los causantes de la contaminación existente en esta quebrada.



La quebrada Santa Ana es actualmente usada para la descarga de aguas servidas del barrio Santa Ana, tanto la quebrada Santa Ana y la quebrada Pullincati se unen en la parte baja del Barrio Runahurco, lugar donde se propone la planta de tratamiento de aguas residuales

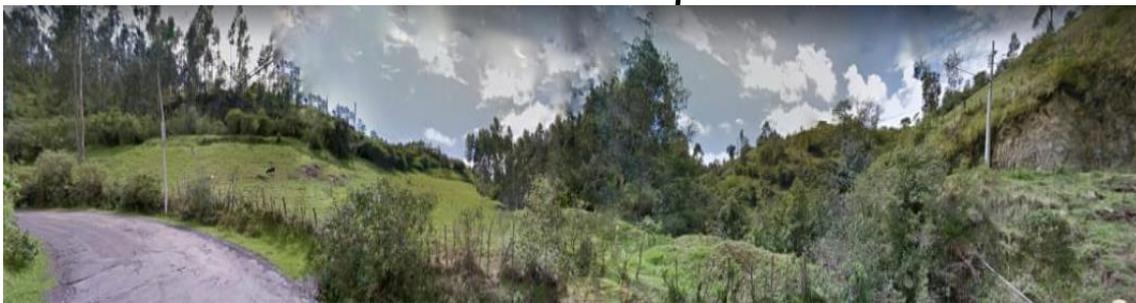
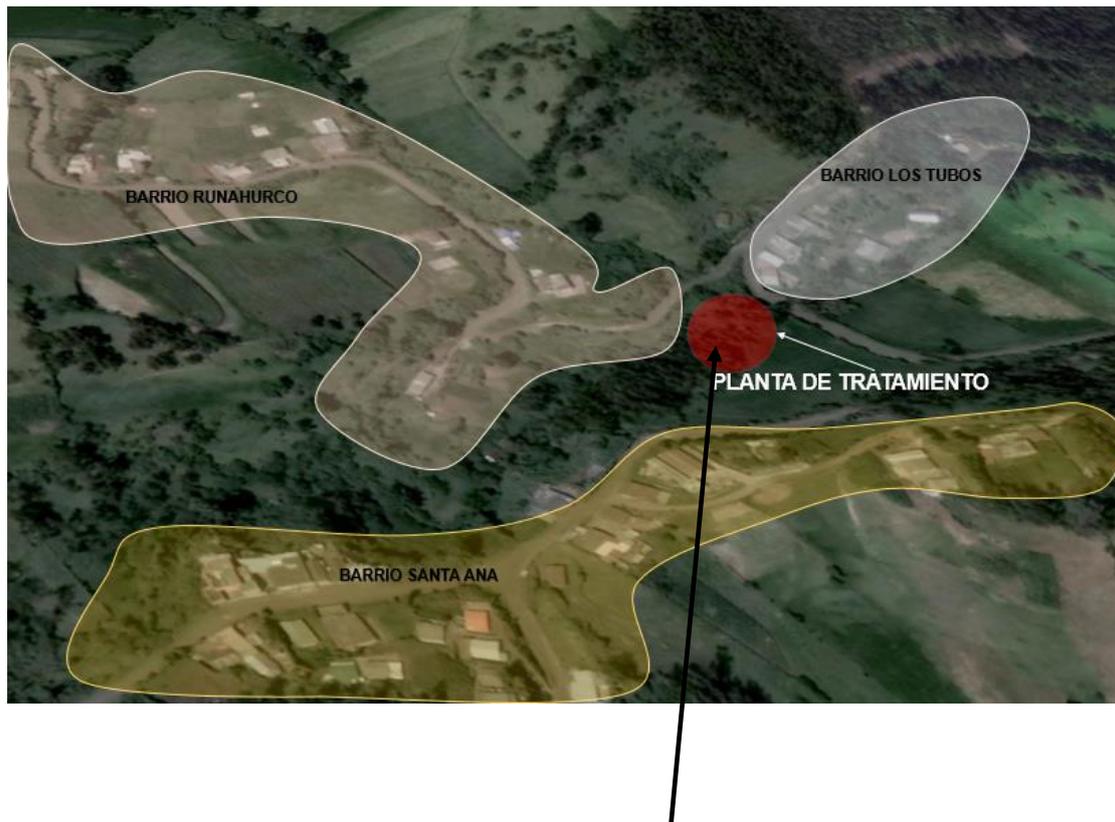


Figura 35. Área de implantación Planta de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo al gráfico, la implantación de la planta de tratamiento se localiza en el punto bajo intermedio entre el barrio Santa Ana y Runahurco, lugar estratégico entre los barrios, que permitirá captar el total de aguas servidas de los dos sitios.

El sitio propuesto es firme y plano por lo cual no se requiere de mejoramiento de suelos o de algún tipo de rellenos, este espacio tiene aproximadamente 180m².

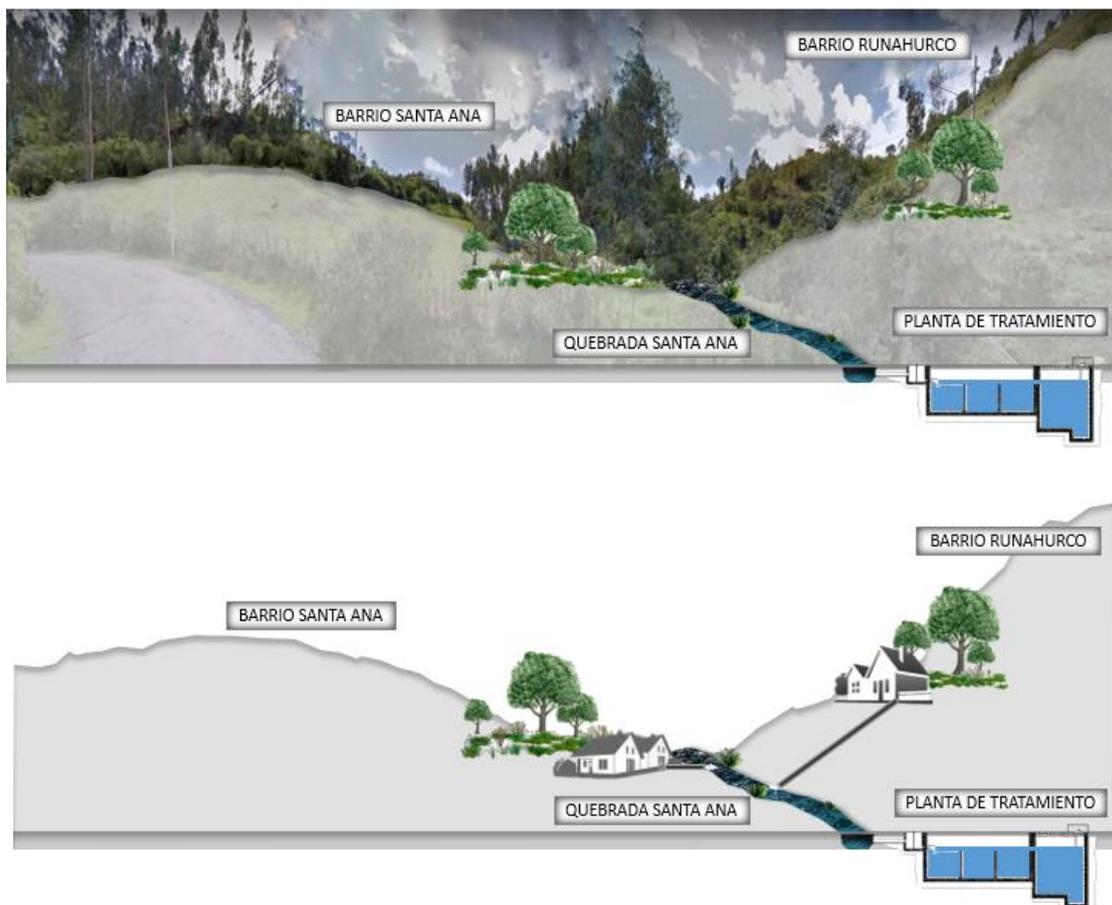


Figura 36. Corte esquemático barrio santa Ana, quebrada Santa Ana y barrio Runahurco.

El esquema nos permite apreciar las ubicaciones del barrio Santa Ana y Runahurco, así como la quebrada que recoge las aguas servidas producto de los dos lugares mencionados.



Figura 37. Esquema de implantación Planta de tratamiento de aguas residuales

5.3. Análisis posible ruta de alcantarillado dirigido hacia la planta de tratamiento de aguas residuales

Si bien estos dos barrios carecen de servicio de alcantarillado, se ha trazado una posible ruta para la red que tendría como destino conducir las aguas de estos dos barrios hacia la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), en el siguiente gráfico se puede observar el camino del alcantarillado guiado hacia la planta de tratamiento.

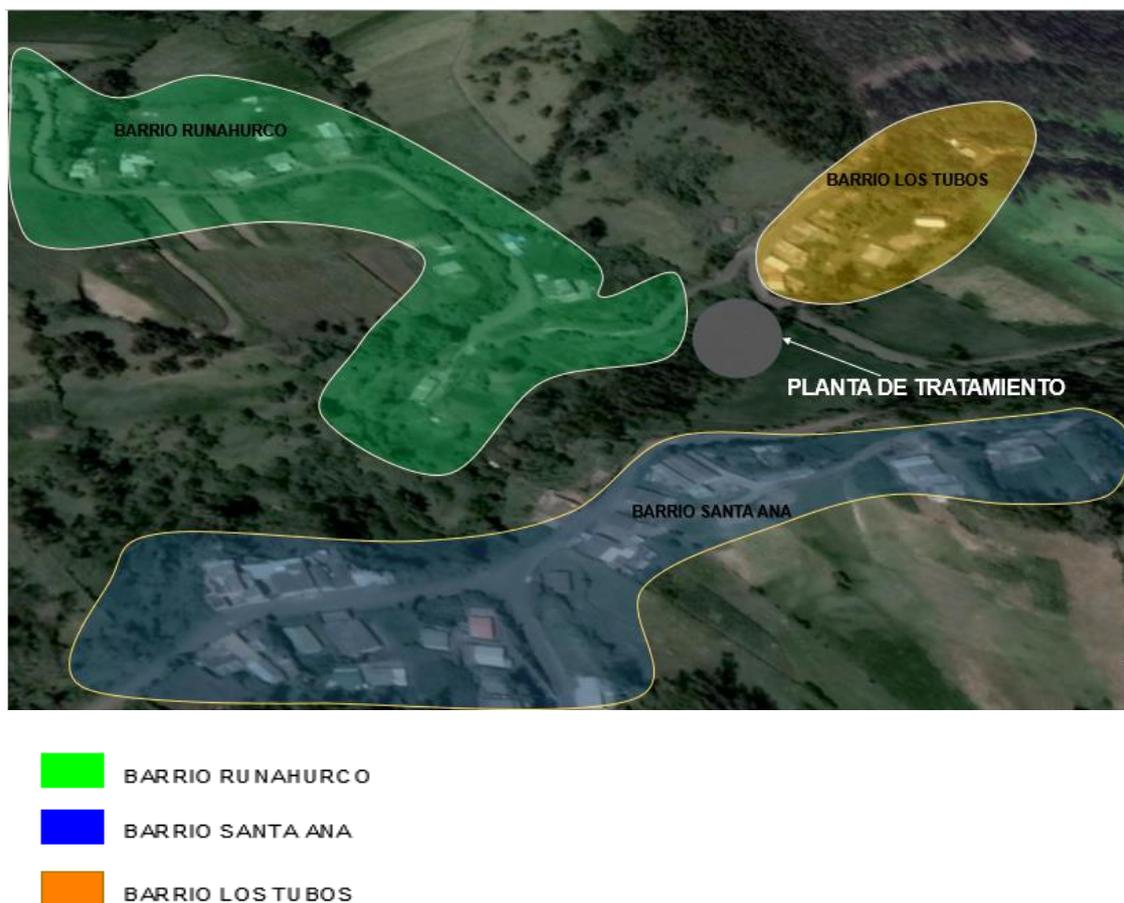


Figura 38. Ubicación planta de tratamiento y barrios aledaños

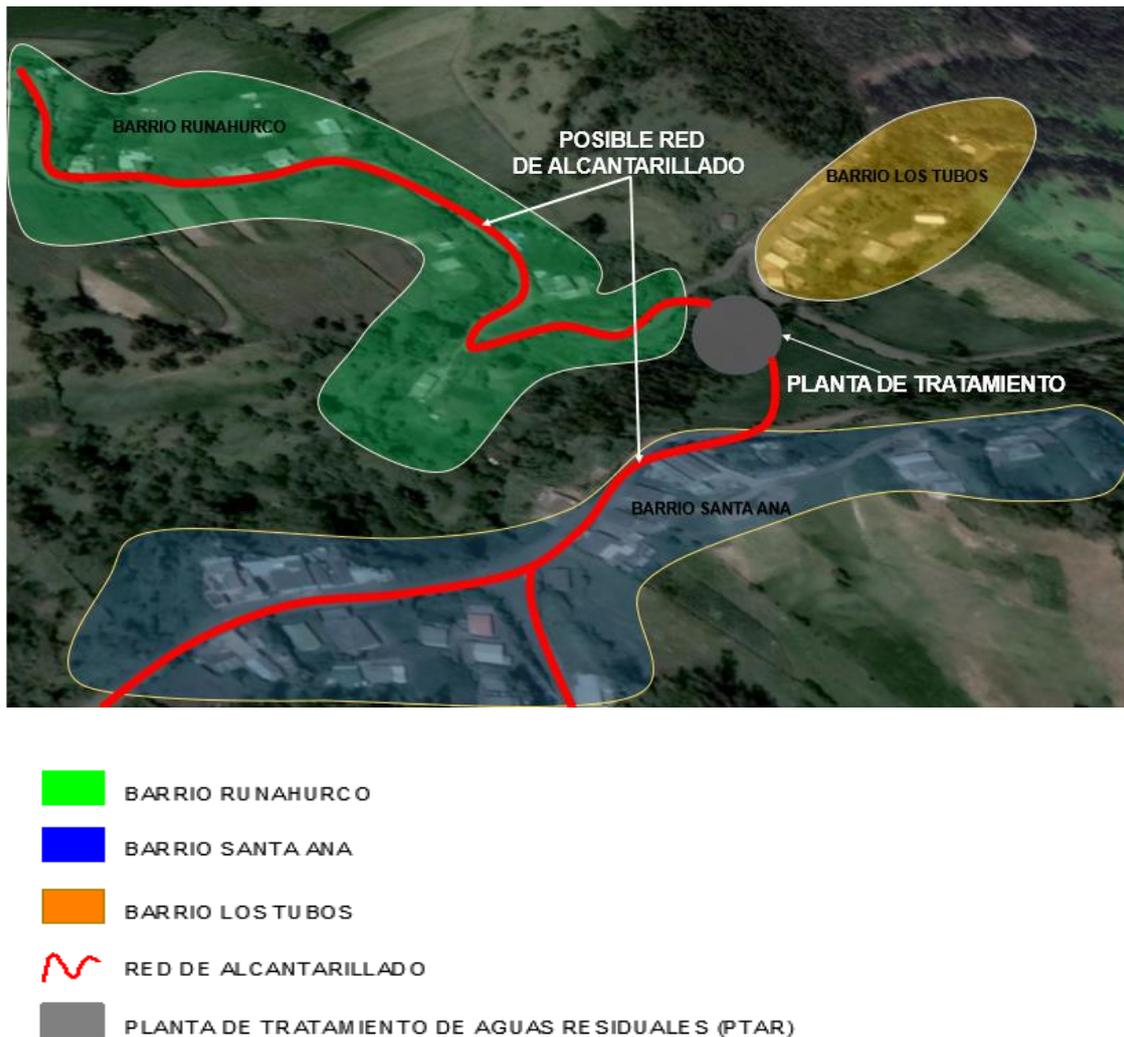


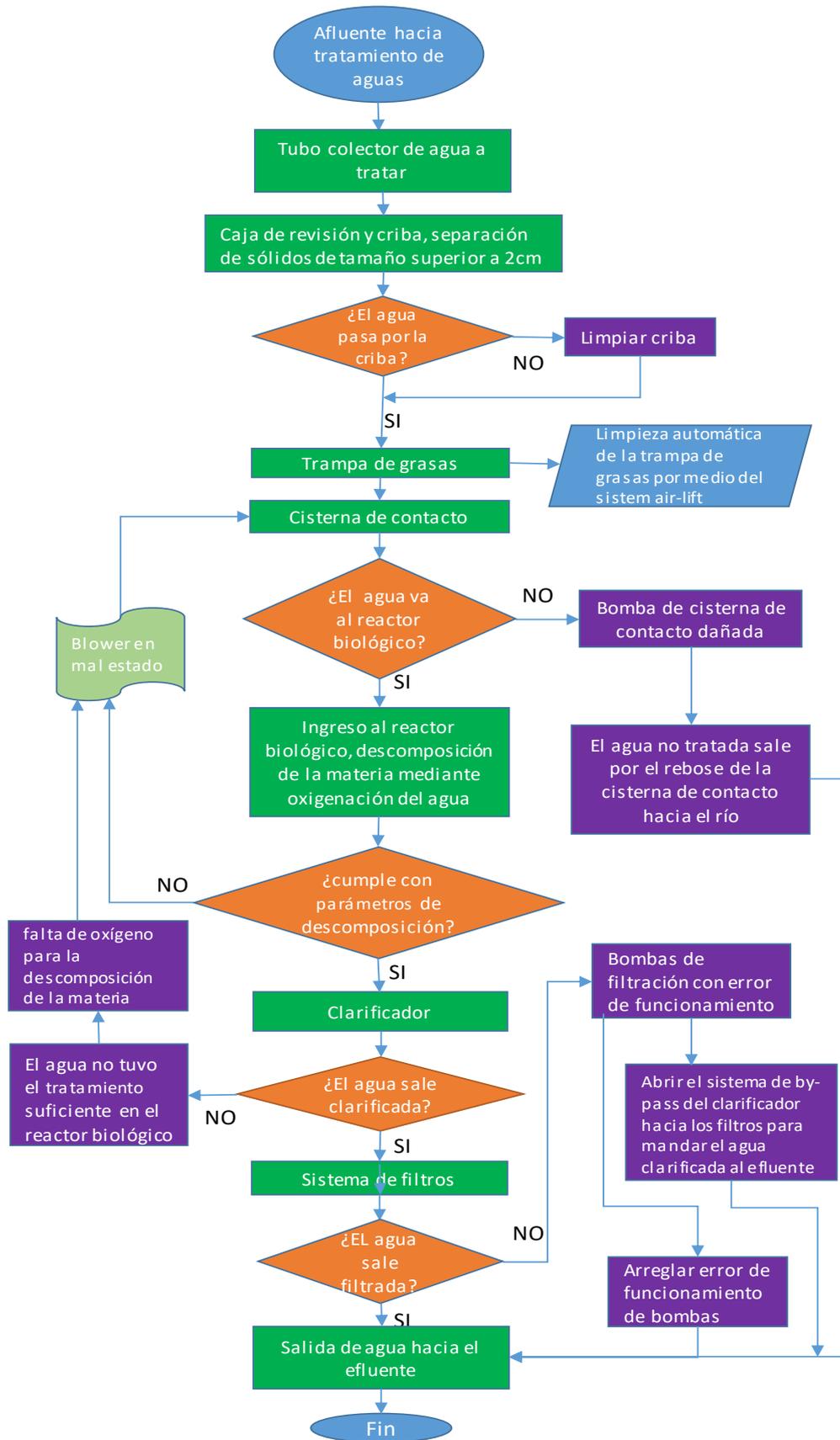
Figura 39 .Trazo de posible red de alcantarillado hacia la planta de tratamiento
Tomado de (Runahurco. Búsqueda en googlemaps.com 2018)

En la figura 32 se puede observar los barrios aledaños al sitio de implantación de la planta de tratamiento. Se ha determinado una posible área y delimitación de los barrios por medio de información proporcionada localmente debido a que actualmente no hay un mapa en el que conste exactamente los límites de estas comunidades. La planta de tratamiento se considera implementarla en la quebrada Pullincati en el punto más bajo de los barrios Santa Ana y Runahurco para poder captar en lo posible la mayor cantidad de agua procedente de las viviendas y también considerando que a este punto es a donde se tiene estimado llegar con la red de alcantarillado (quebrada Pullincati parte baja).

La información sobre alguna red de alcantarillado que posea uno de estos dos barrios es nulo al momento, no se encuentran estudios ni posibles caminos que tomaría una red de alcantarillado para estos sitios, razón por la cual se indica en la figura 32 una ruta referencial que tomaría la red de alcantarillado. Para este posible trayecto se ha considerado que la red de alcantarillado vaya por la vía principal de cada barrio y desemboquen directamente en la quebrada Pullincati en la parte baja, donde se ubicaría la planta de tratamiento.

Se ha tomado en cuenta el acceso hacia este sitio, analizando la vía y la facilidad de ingresar a la planta de tratamiento, actualmente existe una carretera de tercer orden que permitiría transportar y almacenar los materiales, maquinaria y equipo necesarios para la construcción del proyecto. La seguridad es otro punto importante y se considera la parte baja de la quebrada un sitio seguro, ya que en trabajo constante con las comunidades aledañas se podría elaborar planes de mantenimiento y seguridad.

En base a criterios como ubicación, volumen de agua a tratar y disponibilidad del espacio para la implantación de la planta de tratamiento, se presenta un esquema general de la planta de tratamiento de aguas residuales a la cual se ira detallando cada etapa y describiendo las características de cada una en los próximos capítulos.



5.4. Diagrama de flujo de la planta de tratamiento

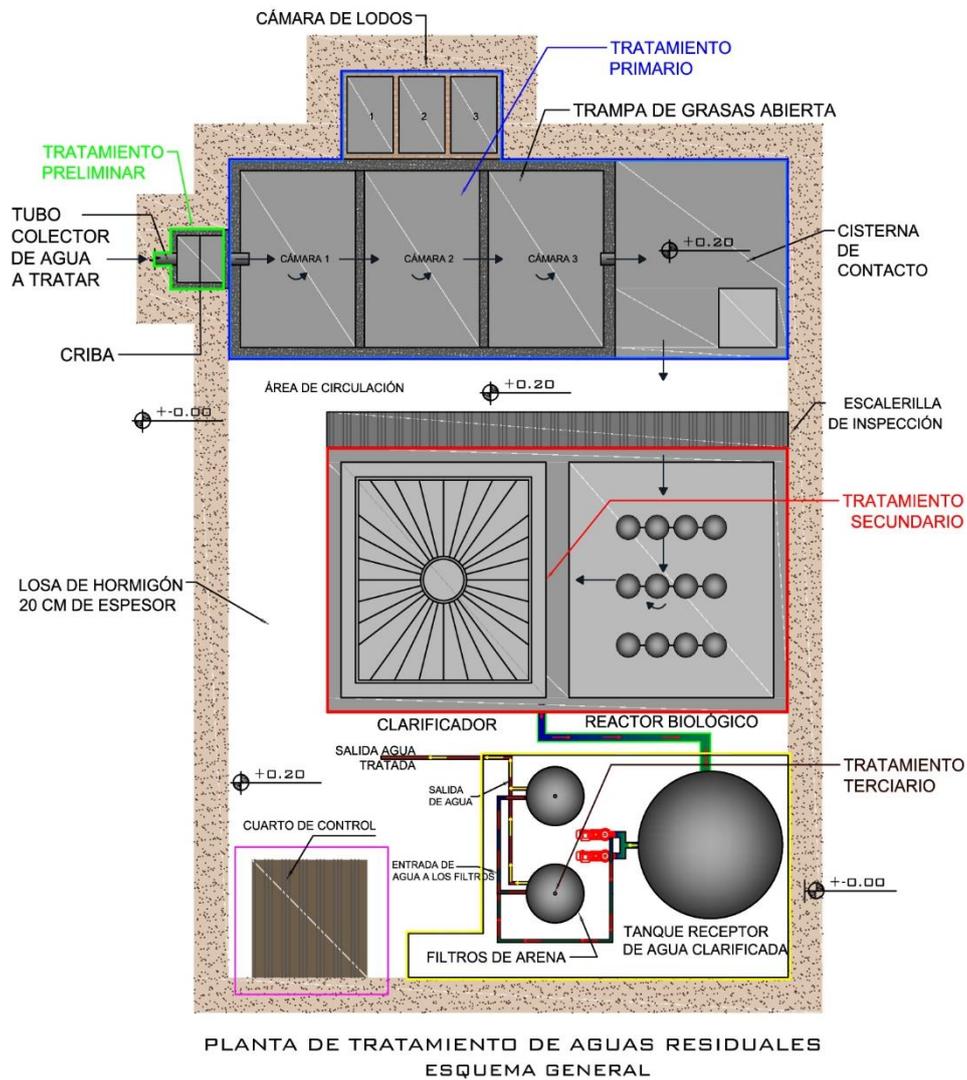
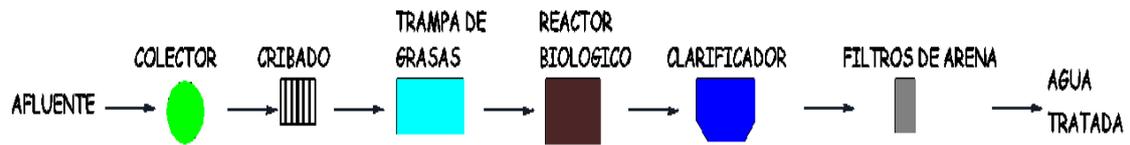


Figura 40. Esquema General Planta de tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento tiene inicio en la captación del agua del río hacia el tubo colector, el agua captada pasa por la criba hacia la trampa de grasas donde se separa la grasa del agua.

El agua que ha sido separada de la grasa va a una cisterna de contacto en donde por medio de una bomba se envía el agua hacia el reactor biológico. Una vez realizada la depuración en el reactor biológico pasa al clarificador, el agua clarificada va finalmente al sistema de filtros y una vez que se tenga el agua en la salida de los filtros se puede reutilizar o enviar nuevamente al río.

6. CAPITULO VI. METODOLOGÍA PARA GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.1. Tratamiento preliminar

6.1.1. Población

El proyecto se realizará en la quebrada Pullincati, que acoge las aguas de los barrios Runahurco y Santa Ana pertenecientes a la parroquia rural Cotogchoa del Cantón Rumiñahui. Estos barrios según el informe perteneciente al plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia de Cotogchoa 2015-2019, tienen un aproximado de 250 habitantes y 65 viviendas entre sí, con un promedio de 4 personas por hogar, todas las viviendas tienen acceso a los servicios de luz, agua, teléfono y el 100% de las viviendas carece de servicio de alcantarillado.

6.1.2. Muestra

La muestra corresponde a los análisis físicos, químicos y bacteriológicos que se toman en el principal punto de descarga de las aguas servidas, o a su vez en un punto estratégico donde se concentre la mayor cantidad de agua residual. Estas muestras generalmente son analizadas en laboratorios de empresas dedicadas al tratamiento de agua residual o también pueden ser enviadas a laboratorios acreditado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano). Es importante saber las características del tipo de agua que se va a tratar, pues parte de este informe se emplea para la adquisición de los materiales con los que se va a realizar la planta de tratamiento, dependiendo del grado de contaminación y la concentración de minerales nocivos al hormigón se pueden evitar fallas constructivas en cuanto a los materiales de construcción.

6.1.3. Caudales

En cuanto se refiere a los caudales es importante saber cuánta agua se va a tratar por segundo, así se podrá dimensionar las tuberías y los distintos tanques que servirán para el proceso de tratamiento. Al enfocar el proyecto en una quebrada donde el agua no circula por tuberías, resulta difícil la medición del caudal, para lo cual se podría emplear un caudalímetro y en el caso de no tener uno de estos medidores se puede emplear el método del flotador.

Este método consiste en medir las velocidades superficiales en un tramo de un río donde el régimen sea laminar. Posteriormente se calcula la superficie transversal del río, y multiplicando el sumatorio de cada una de las velocidades y superficies, se calcula el caudal total. Recordando que:

$$Q = V * S$$

Donde:

Q: caudal (m³/h)

V: velocidad media (m/h)

S: superficie transversal del río (m²)

Para emplear este método es recomendable los siguientes materiales:

- ❖ Un objeto que flote.
- ❖ Unas estacas para soportar las líneas paralelas.
- ❖ Unas líneas paralelas, que pueden ser de cualquier material liviano y de preferencia que podamos tomarlo del río donde se aplique este método.
- ❖ Un metro para medir la profundidad del río.
- ❖ Un cronómetro.
- ❖ Hoja de registro.

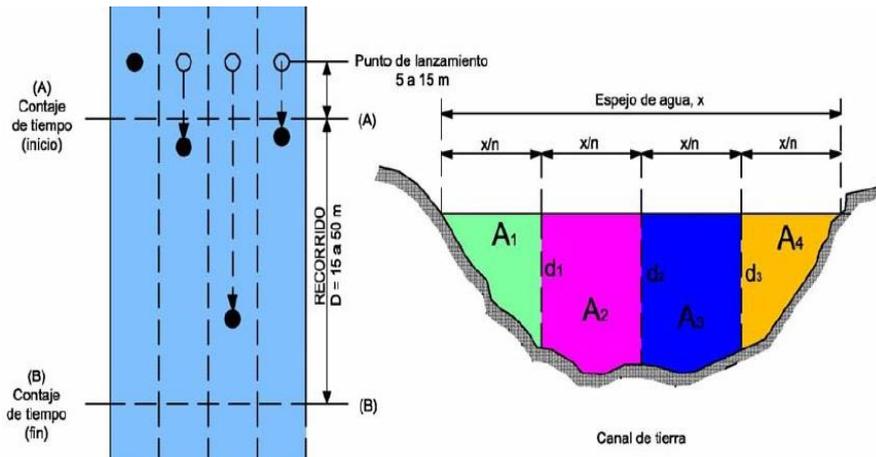
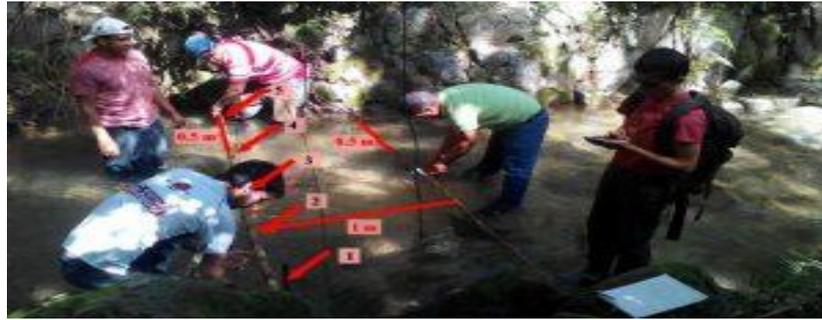


Figura 41 .Método del Flotador para medir caudales

Tomado de (Método del flotador. Búsqueda en google.com 2018)

En la figura 36 se aprecia la manera de aplicar este método de forma correcta y precisa para poder obtener datos asertivos. Es importante que se realicen al menos cinco mediciones de tiempo, mientras más mediciones más preciso será el resultado. Aplicando este método para el proyecto se obtuvieron los siguientes datos: (Ver anexo 1, cálculo de caudal de agua a tratar mediante método de flotación).

V: 218 m/h (velocidad media)

S: 0.165 m² (superficie transversal del río)

$$Q = V * S$$

$$Q = 218 \text{ m/h} * 0.165 \text{ m}^2$$

Q= 35,97 m³/h (caudal de agua a tratar)

6.1.4. Colector

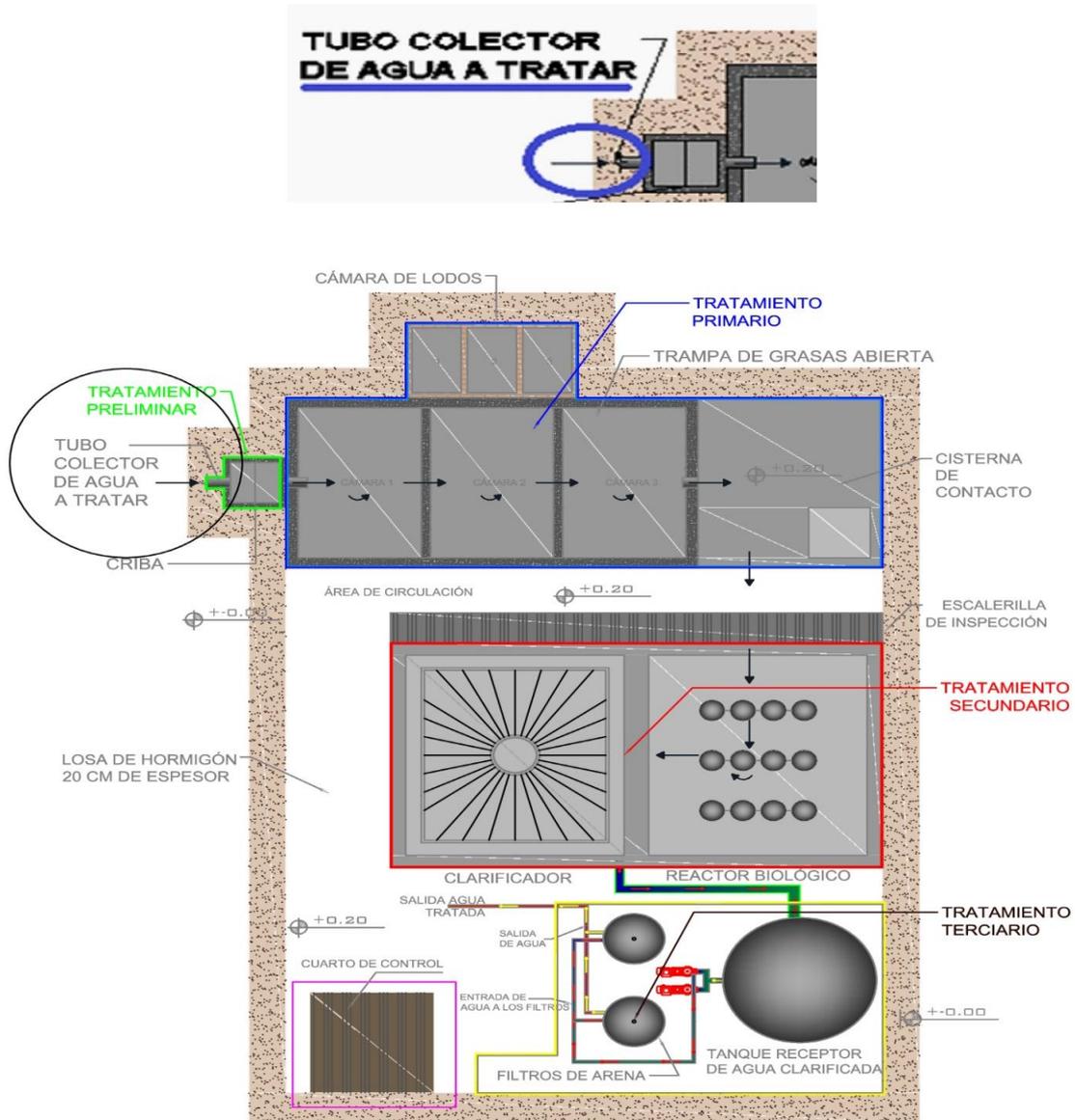


Figura 42. Implantación tubo colector

Una vez determinado el caudal de agua a tratar, se define el tipo de colector de agua, pudiendo ser a través de un tubo colector o de un canal con sus debidas seguridades. Se debe considerar el diámetro del tubo colector para cumplir con el caudal de agua a tratar. Para determinar el diámetro de la tubería podemos recurrir a la siguiente tabla:

Tabla 10. *Tabla de caudales de tuberías*

Diámetro del tubo Pulg. (mm)	Caudal (m ³ /h)	Número hidrantes (60 mm)	Número hidrantes (100 mm)
4 (100)	50	1	-
6 (150)	120	1	-
8 (200)	210	-	-
10 (250)	330	2	1
12 (300)	460	2	1
16 (410)	850	3	2
18 (460)	1080	-	2
24 (610)	1920	-	3

Tomado de: Requerimientos de caudal e hidrantes para producir una adecuada velocidad. Antoun, 1999

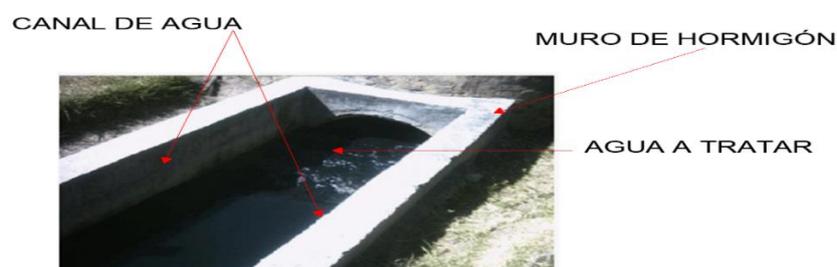


Figura 43. Ingreso de agua a una Planta de tratamiento de aguas residuales

Tomado de (Curso Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales, Ing. William Lozano, octubre 2012)

Para el proyecto se debe usar un tubo de 4 pulgadas, considerando que en proyectos sobre plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser elaboradas para un tiempo de vida de 30 años, se deberá duplicar el diámetro del tubo colector con lo cual se concluirá que el tubo tendrá un diámetro de 200 mm. Determinado el diámetro del tubo colector podemos optar en hacer un canal que cumpla con el caudal requerido o emplear un tubo de hormigón. Al

determinar que se empleará un tubo de 200mm de diámetro se deberá cavar una zanja de 0.30m de ancho, 0.60m de profundidad y 2.0m de longitud.

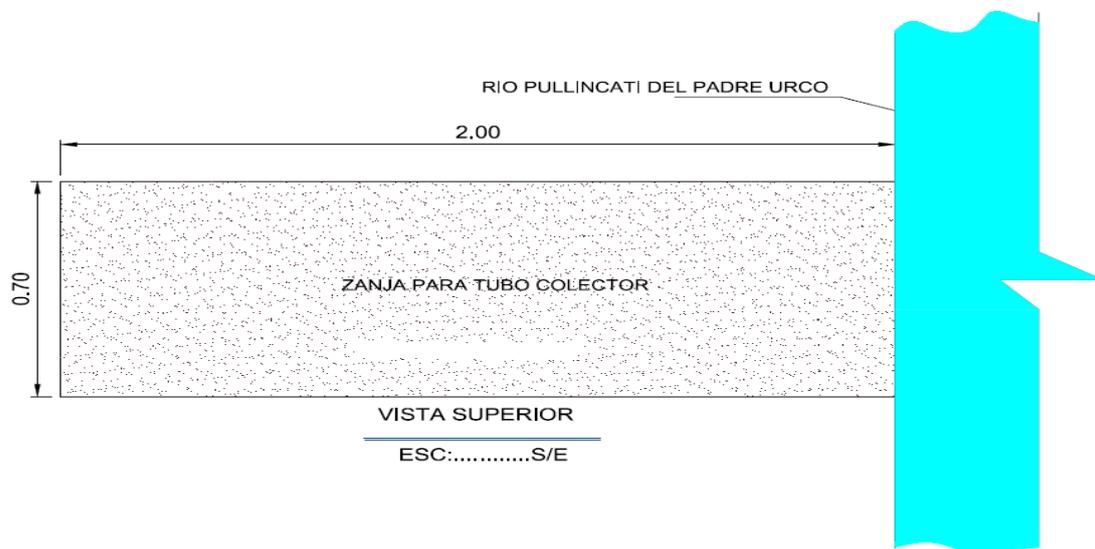
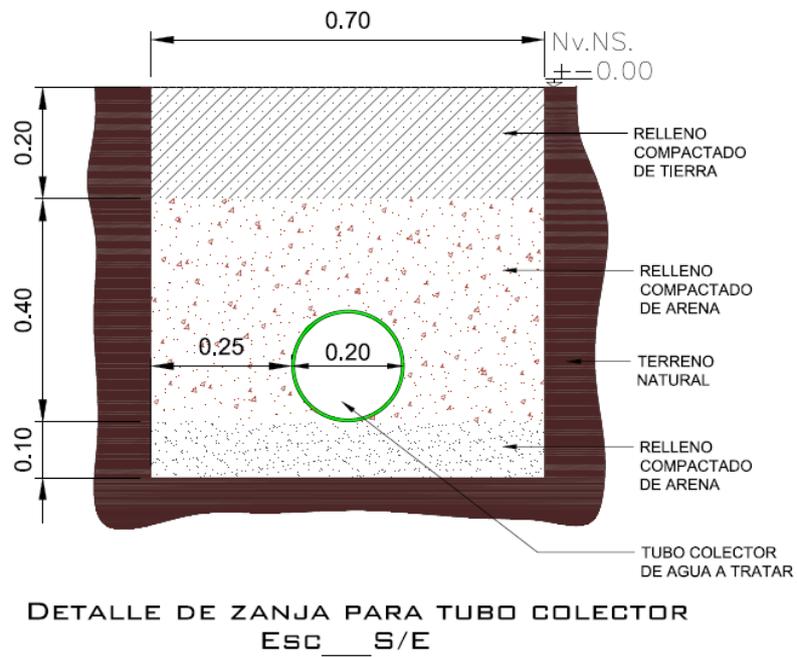
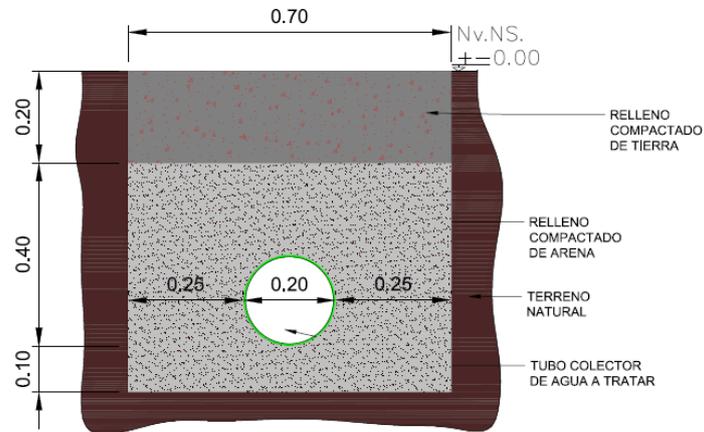


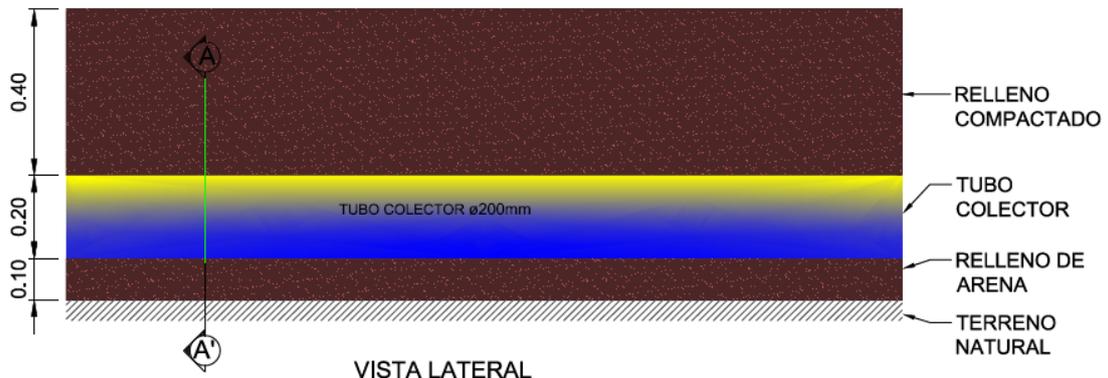
Figura 44. Detalle canal para tubo colector

Una vez que se haya cavado la zanja con las medidas indicadas anteriormente para colocar el tubo colector, lo siguiente que se realiza es tender una capa de

10cm de arena, sobre eso ubicar el tubo de 200mm (20cm), luego cubrir el tubo con 10 cm de arena y finalmente 20 cm de tierra.

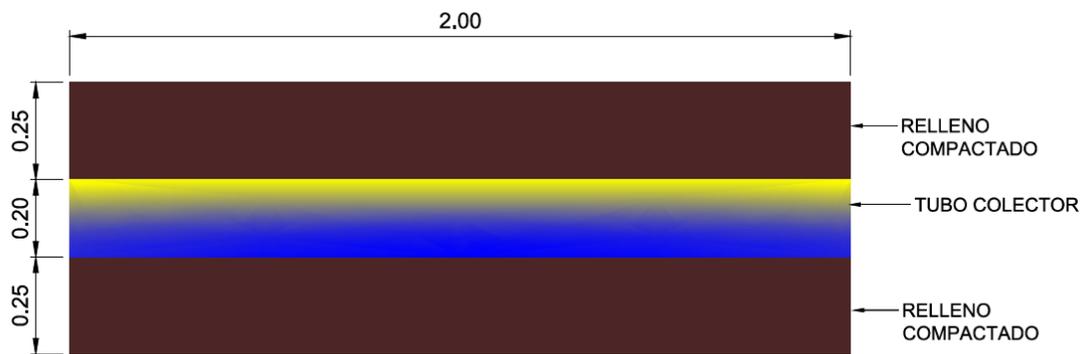


DETALLE UBICACIÓN DEL TUBO COLECTOR
Esc__ S/E



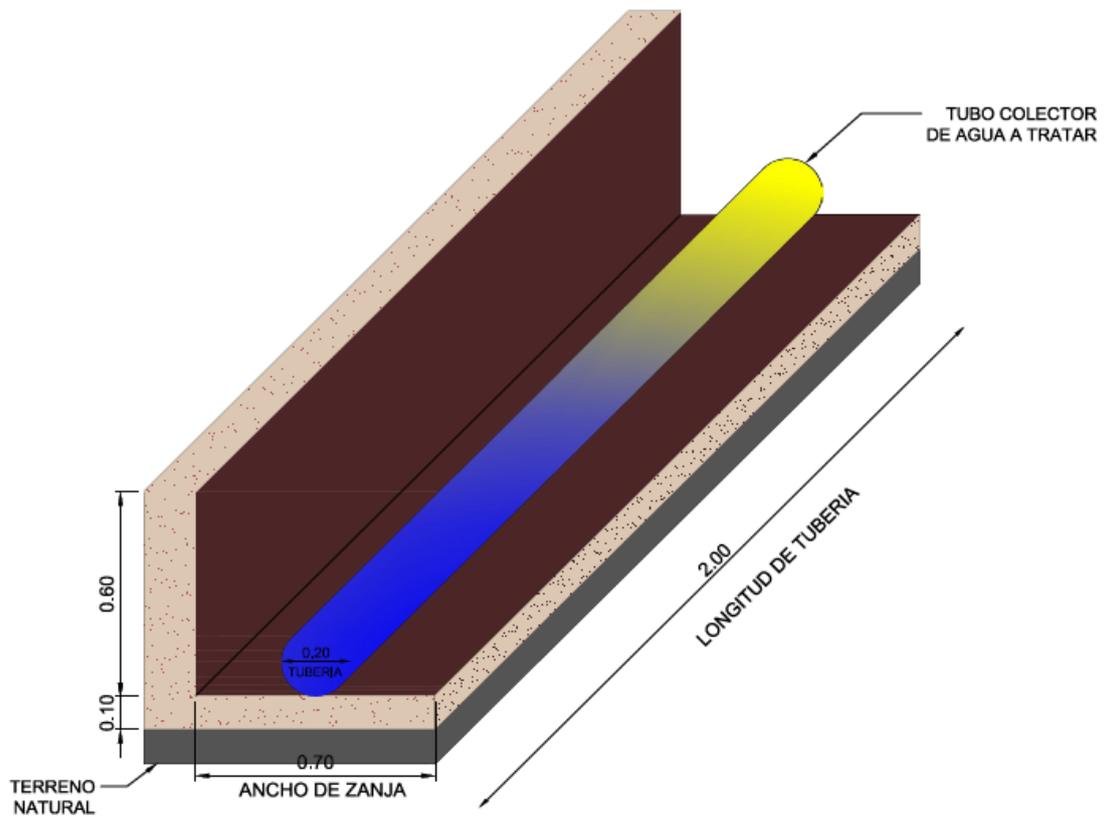
VISTA LATERAL

ESC:.....S/E



VISTA SUPERIOR

ESC:.....S/E



TUBO COLECTOR
PERSPECTIVA GENERAL

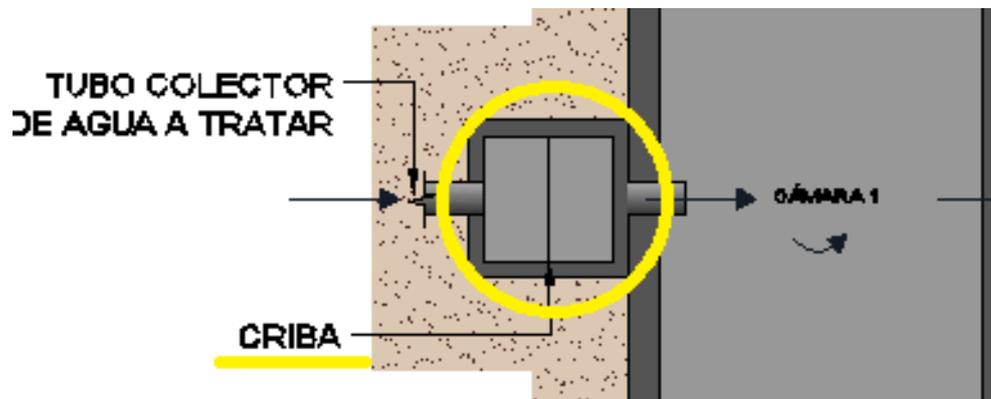
Figura 45. Vista superior. Vista lateral. Perspectiva general del tubo colector

6.1.5. Criba

La criba o cribado es un proceso mecánico donde se separan los materiales de mayor tamaño que podrían causar daños en elementos como las bombas que forman parte del sistema de tratamiento.

Estos materiales sólidos son separados a través de una malla o una placa perforada, dependiendo de la medida de las perforaciones que tenga la malla los sólidos se quedarán detenidos en esta etapa de tratamiento preliminar.

Se puede destacar dos grupos de cribas que son: criba gruesa y criba media, las dos son de uso muy importante y necesario, cada una manteniendo una medida adecuada para retener sólidos de diferentes medidas.



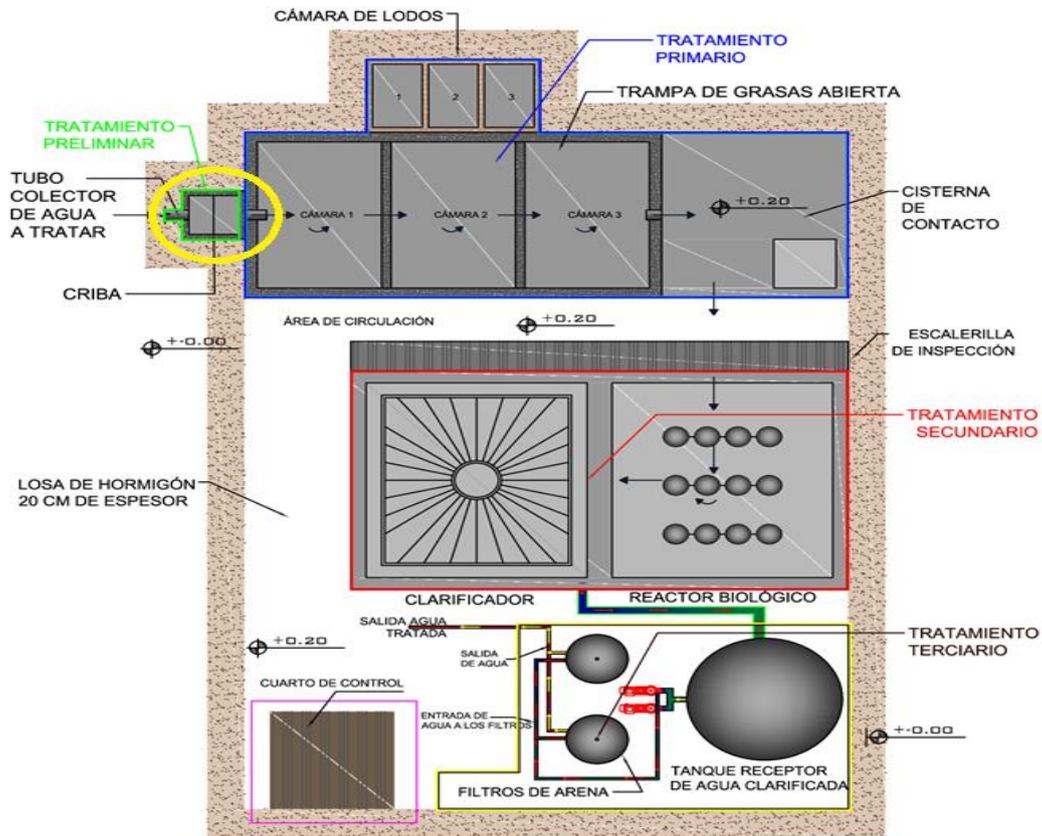


Figura 46. Esquema general Planta de tratamiento de aguas residuales. Criba

6.1.5.1. Criba gruesa

Artefacto generalmente de barras paralelas de separación uniforme (4 cm a 10 cm), utilizado para remover sólidos flotantes de gran tamaño, generalmente aguas arriba de bombas de gran capacidad. (Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. IEOS,2014)



Figura 47. Criba gruesa

Tomado de (Cribas gruesas. Búsqueda en Google.com2019)

6.1.5.2. Criba media

Artefacto de barras paralelas de separación uniforme (2 cm a 4 cm), utilizado para remover sólidos flotantes y en suspensión. Son las más empleadas en tratamiento preliminar. (Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. IEOS,2014)

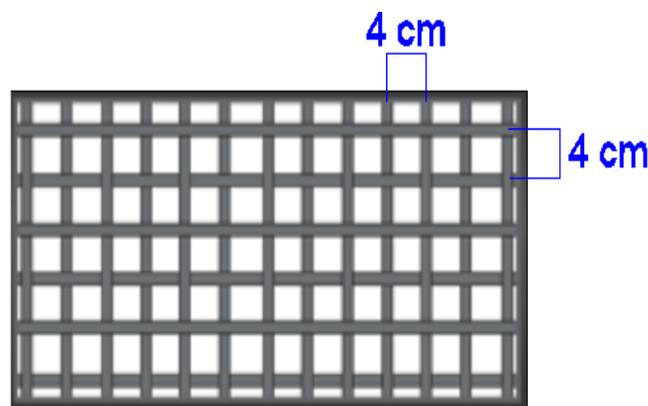


Figura 48. Criba media

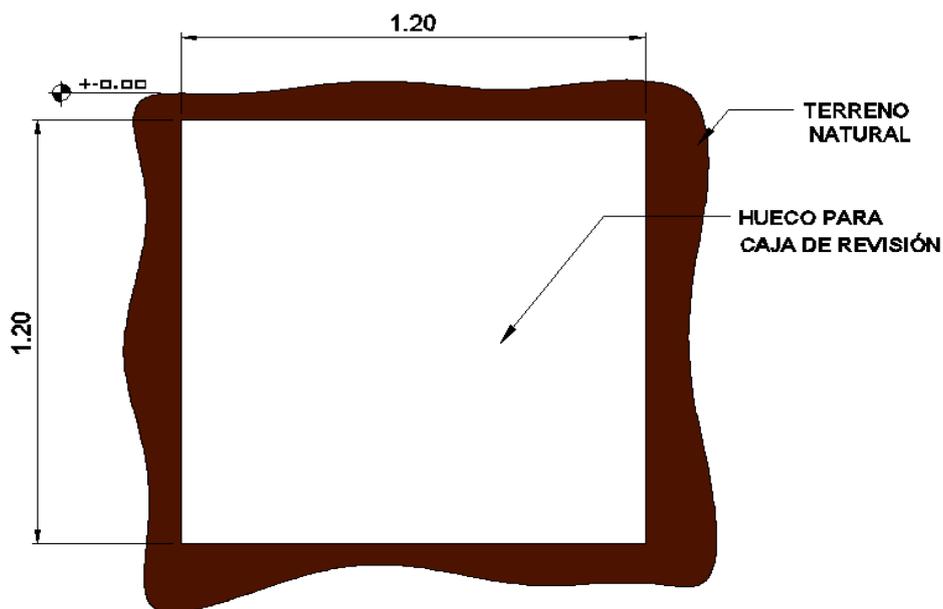
Tomado de (Criba media. Búsqueda en Google.com2019)

6.1.6. Diseño de la criba

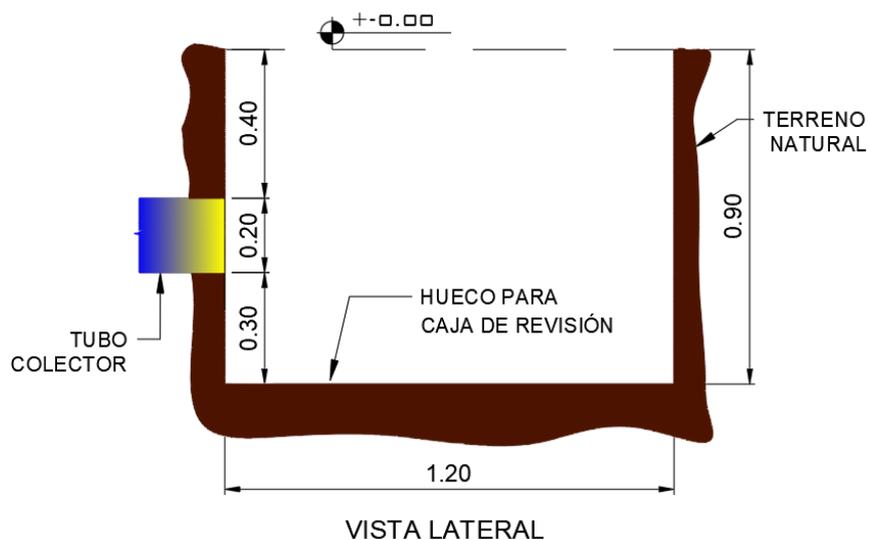
Basándonos en las medidas obtenidas en las citas mencionados anteriormente, emplearemos una criba media. Las medidas se basan con relación al tubo

colector y se deberá armar una caja de revisión de 1m*1m*1m para poder realizar la limpieza manual de la criba, las medidas se las toma como referencia de las Especificaciones Técnicas Hidro sanitarias CDC-MINEDUC- 099-2013, al igual que la resistencia del hormigón que será $f'c=210\text{Kg/cm}^2$.

Se realizará una excavación de 1.20m*1.20m*0.90m para armar la caja de revisión donde se colocará la criba, esta excavación será al extremo del tubo colector, de tal modo que el tubo colector tenga comunicación hacia la caja, es decir que el agua que sale del tubo colector llegara a la caja de revisión.



VISTA SUPERIOR
ESC.....1:100



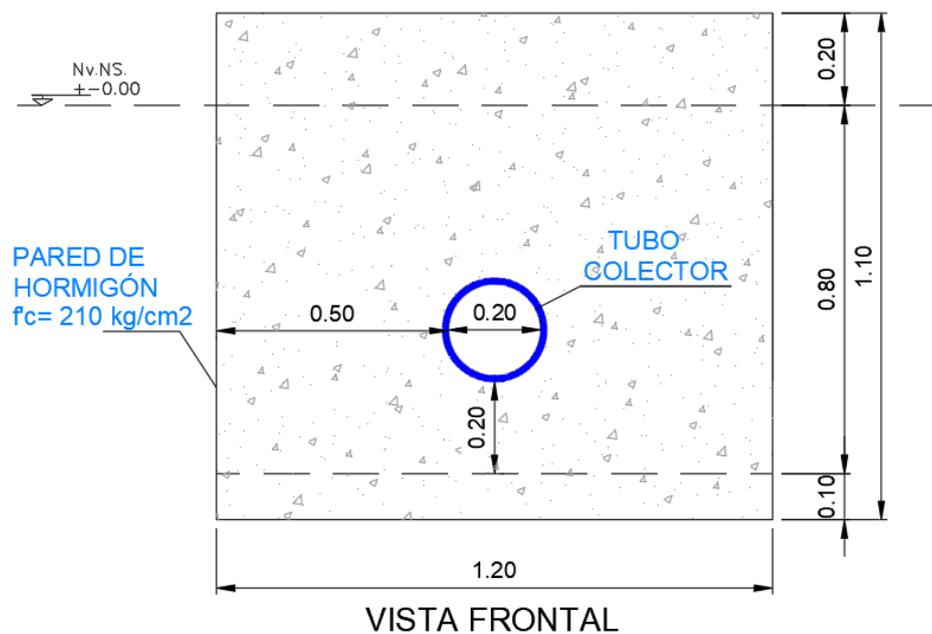
Cuando se tenga la excavación del hueco para la caja de revisión se procederá a armar la estructura de la caja, misma que se conformara con un panel electro soldado formado por varillas corrugadas o lisas dispuestas perpendicularmente formando cuadros regulares. Este refuerzo estructural se emplea en muros, pavimentos, pisos, contrapisos, plintos, por lo cual se recomienda emplearla para armar la estructura de la caja. Según la norma: NTE INEN 2 209 – ASTM 185 – ASTM 497, tenemos algunas presentaciones de dichas mallas:

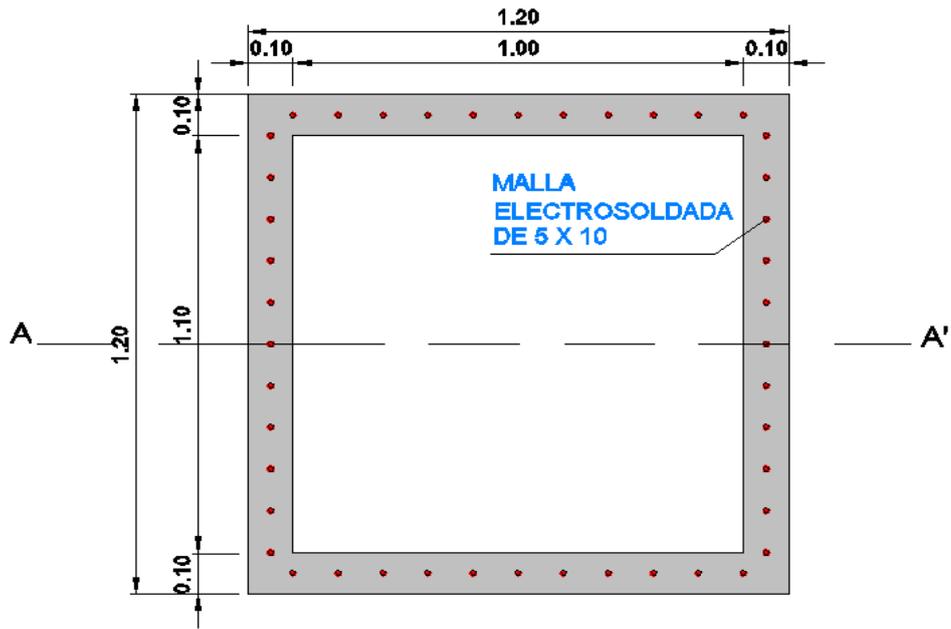
Tabla 11. *Especificaciones técnicas de mallas electro soldadas*

DESCRIPCIÓN			PESO Kgs.
diámetro	medida (cm)		
3.5	X	15	15,17
4	X	10	29,48
4	X	15	19,81
4.5	X	15	25,07
5	X	10	46,06
5	X	15	30,95
5.5	X	10	55,72
5.5	X	15	37,45
6	X	10	66,32
6	X	15	44,57
7	X	15	60,66
8	X	10	117,9
8	X	15	79,2

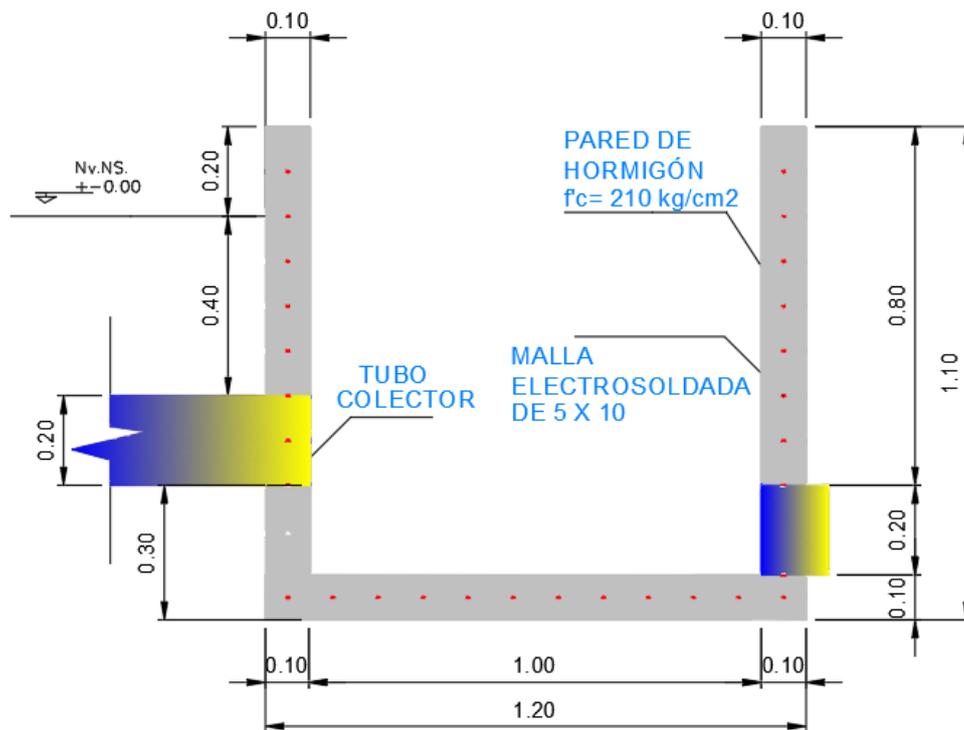
Tomado de: especificaciones técnicas malla electro soldada Novacero

En base a la tabla 9, se empleará una malla de 5 x 10 con la cual armaremos las paredes de la caja y el piso. La malla estará ubicada en la mitad de las paredes de la caja y para el piso primero se deberá fundir un replantillo de 5cm y encima se colocará la malla electro-soldada para finalmente fundir 5cm más con lo cual tendremos el piso de la caja de 10cm de altura total. Las dimensiones de las paredes y piso de la caja serán de 10cm tomando en cuenta que se debe dejar dos huecos pasantes de 20cm para el tubo colector y para el tubo que conecta la caja con la trampa de grasas. Se la construirá 90cm bajo el nivel 0.00 del suelo y se dejara 0.20cm sobre el nivel 0.00 para evitar que ingrese basura o agua que no sea procedente del río que se va a tratar. Tanto las paredes y piso serán en hormigón armado de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$



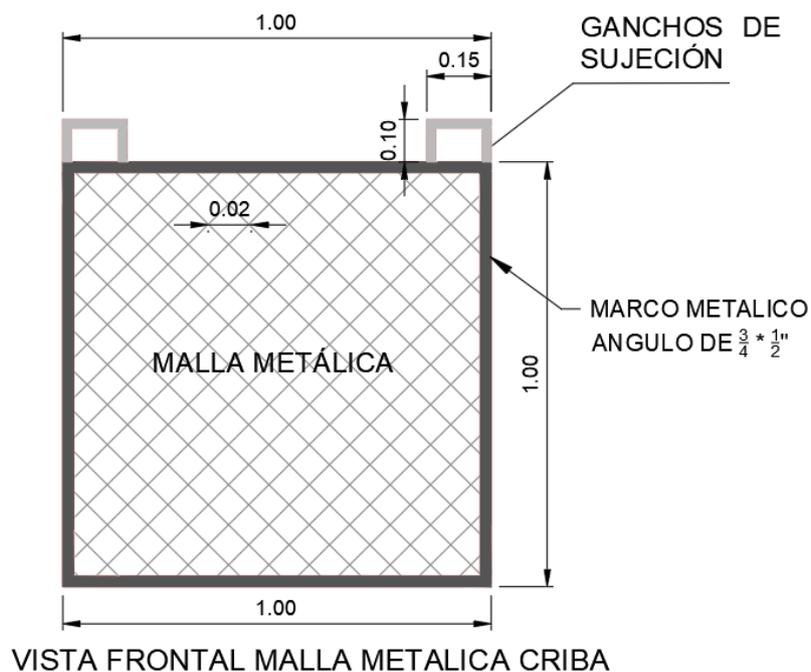
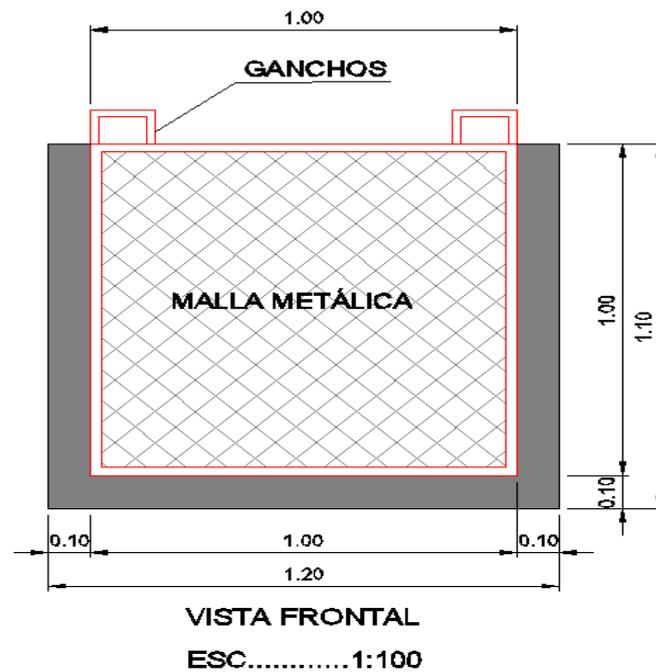


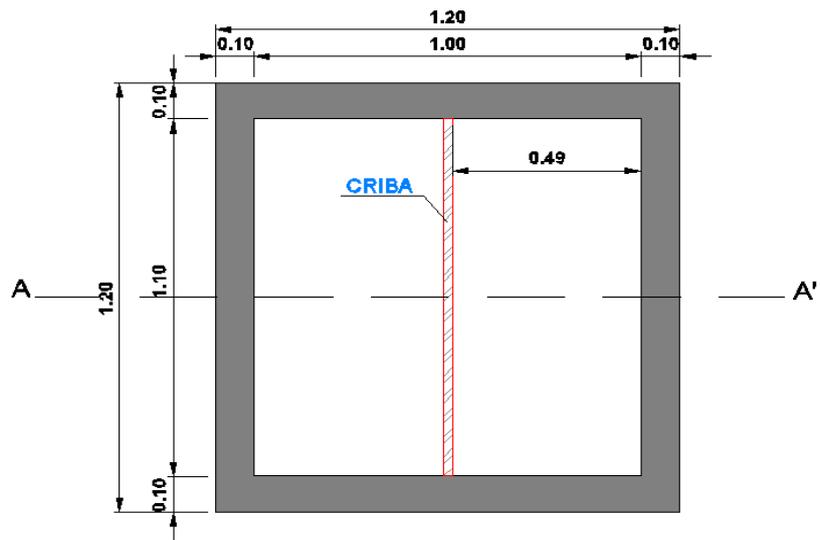
VISTA SUPERIOR
 ESC.....1:100



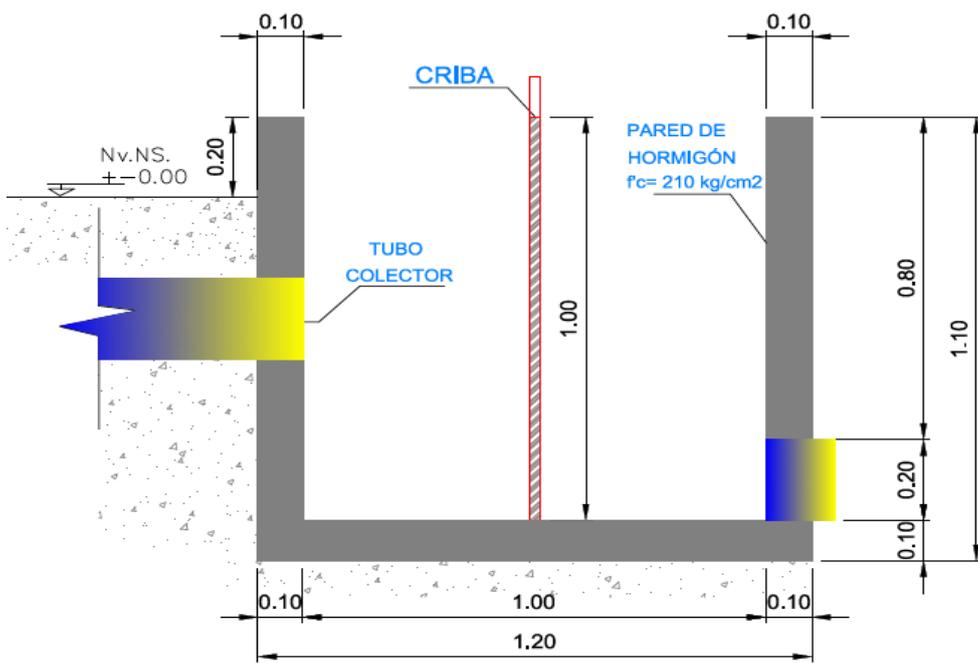
DETALLE CONSTRUCTIVO CORTE A-A'

Construida la caja de revision de la criba se deberá proceder a ubicar la malla metálica llamada también criba, esta malla debera tener un marco metálico para que sirva de sosten y adicional se debera poner dos ganchos para poder retirar y ubicar la criba cuando sea necesario. En los siguientes gráficos se detalle la ubicación de la malla.

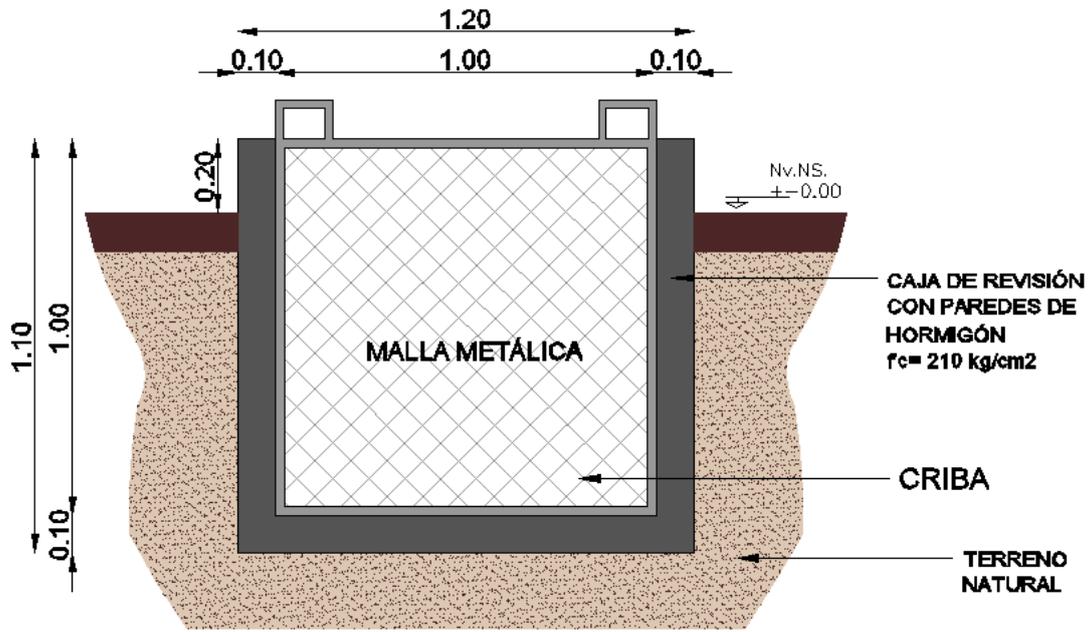




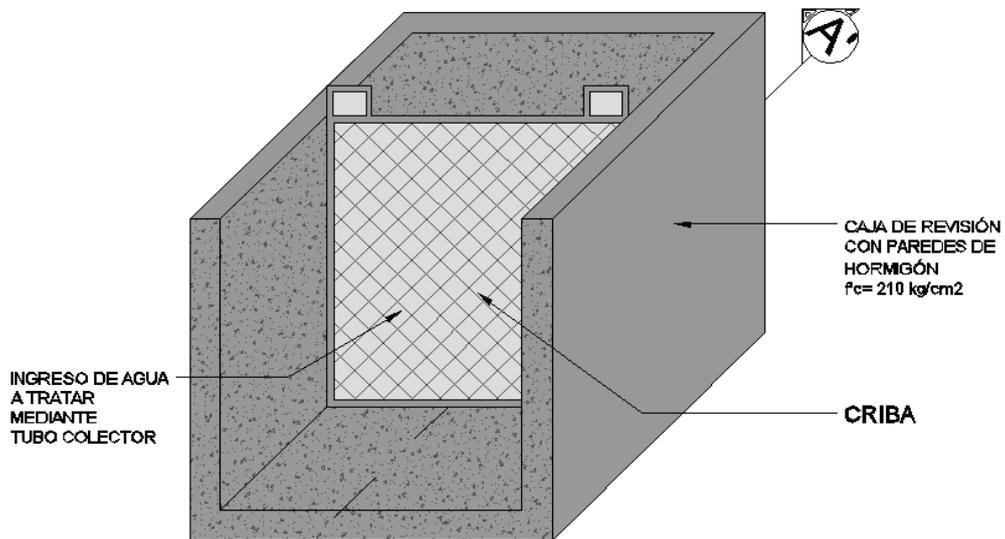
VISTA SUPERIOR
 ESC.....1:100



DETALLE CONSTRUCTIVO CORTE A-A'
 ESC:.....1:100



DETALLE FRONTAL
Esc __ S/E



CRIBA
PERSPECTIVA GENERAL

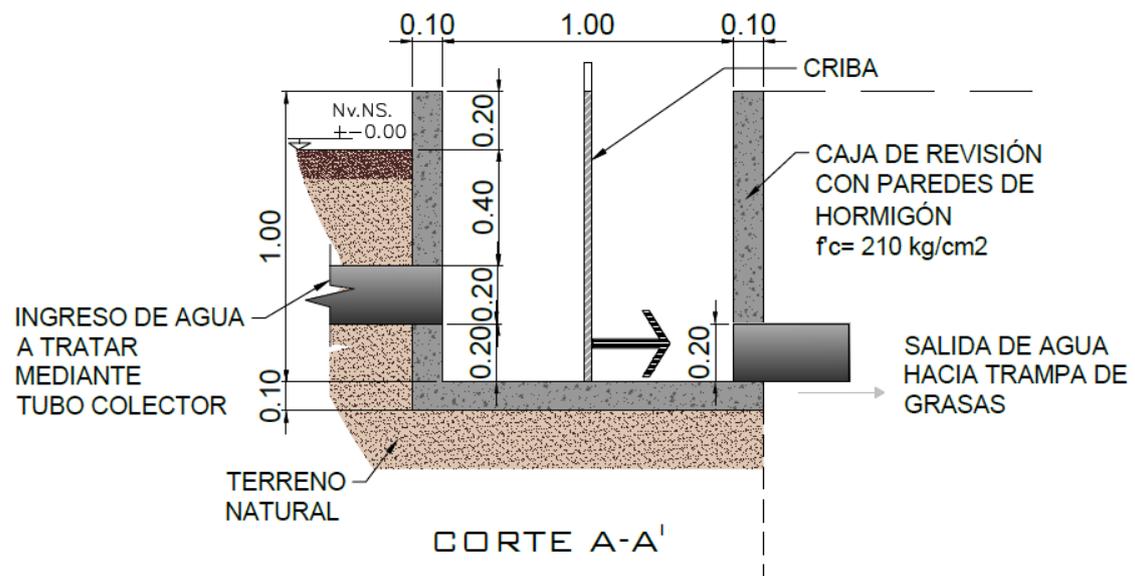


Figura 49. Planos de la Criba. Corte, Vista frontal, Vista superior y Detalles constructivos

6.2. Tratamiento primario

6.2.1. Trampa de grasas

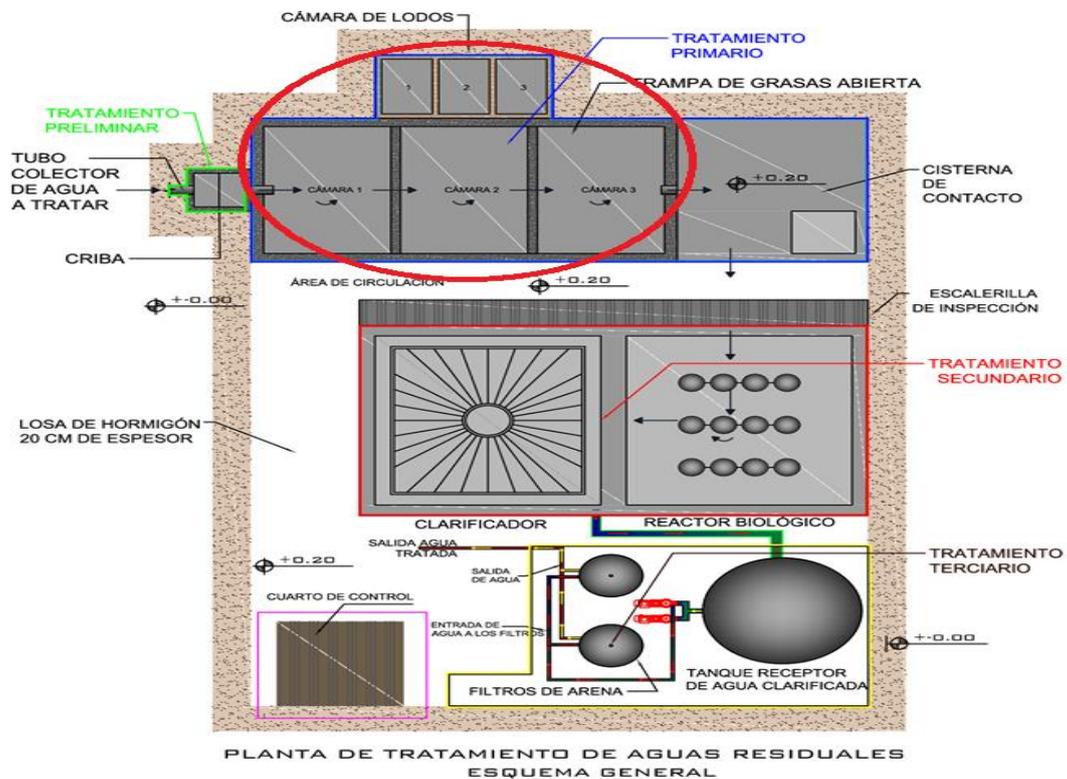
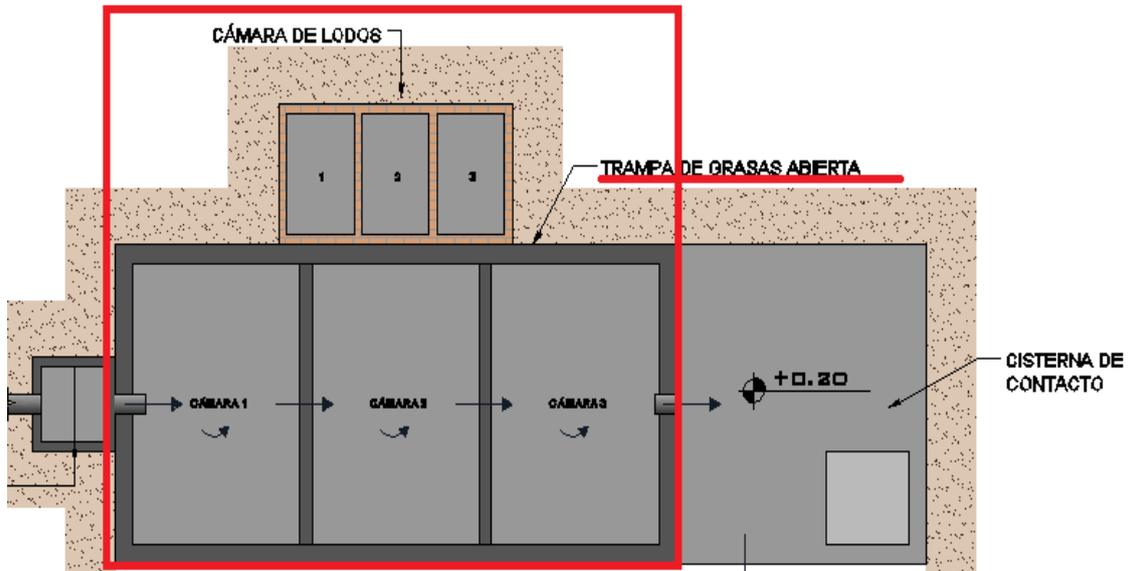


Figura 50. Esquema general Planta de tratamiento de aguas residuales. Trampa de grasas

Las trampas de grasa son equipos diseñados para evitar que las grasas y aceites de las cocinas lleguen a los desagües. Los restaurantes son un claro ejemplo de la gran cantidad de agua residual con grasa como subproducto de sus actividades. Si la grasa que contienen estas aguas no es removida, a la larga causa serios problemas como la obstrucción de los drenajes.

Otra razón por la que las autoridades requieran de trampas de grasa y que a estas se les de mantenimiento regular, es que, si hay mucha grasa en las aguas residuales, las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) pueden no ser capaz de operar correctamente. (QuimiNet, 2013)

6.2.2. Tipos de trampa de grasas

Una trampa de grasas es el proceso en el cual se separa la grasa contenida en aguas residuales. Esta grasa es separada mediante el reposo del agua en cámaras. Las trampas de grasas pueden variar en formas y tamaños dependiendo de la necesidad de cada planta de tratamiento, en su mayoría suelen ser cámaras en las cuáles el agua circula de manera vertical y procurando que el agua se mantenga en reposo un lapso de tiempo determinado para que de este modo las grasas contenidas en las aguas residuales provenientes en su mayoría de las cocinas de los hogares puedan elevarse y separarse posteriormente de manera manual o automática.

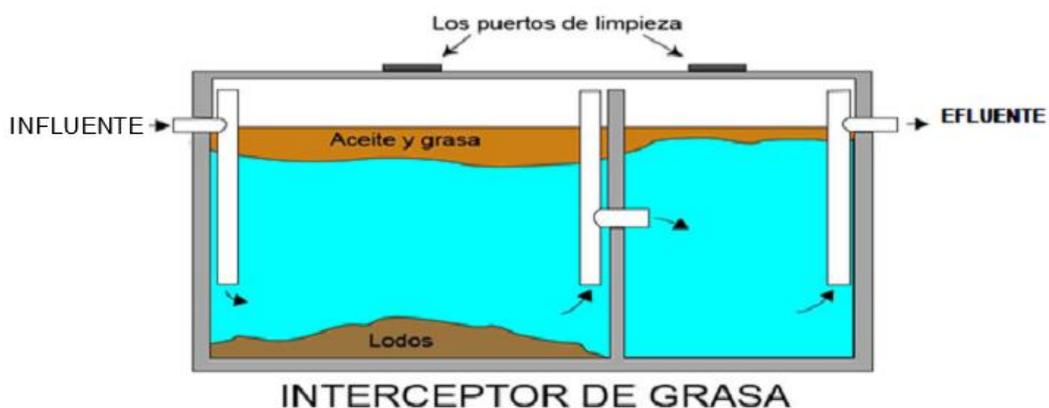


Figura 51. Trampa de grasas

Tomado de (Trampas de grasas. Búsqueda en Google.com2019)

Existen diferentes tipos de trampas de grasas, todas con la misma finalidad. Estas trampas o interceptoras tienen una entrada y salida como se muestra en la figura 46 y también puede tener una o más cámaras internas para separar de mejor manera la grasa, del mismo modo el lodo acumulado al fondo puede ser extraído mediante bombas o realizando planificaciones de limpieza en los que se debe considerar vaciar cierto tiempo la trampa de grasas para limpiezas necesarias. De acuerdo a la carga de trabajo que se vaya a realizar es recomendable separar esta grasa en depósitos especiales, en los cuales se deja un determinado tiempo la grasa para secarla y ser usada como abono o disponerla a un gestor ambiental.

6.2.2.1. Trampas de grasa abiertas

Este tipo de trampa de grasa consiste en un tanque grande con divisiones interiores a través del cual el agua viaja de manera vertical a una velocidad lenta y procurando mantener el agua en reposo para así poder lograr que la grasa contenida en el agua se eleve y los sólidos más pesados se asienten en el fondo de este tanque. Estos tanques se elaboran en hormigón armado o dependiendo de la demanda de agua a tratar en acero negro, por lo general se hacen de hormigón armado cuando se requiere contener grandes cantidades de agua.

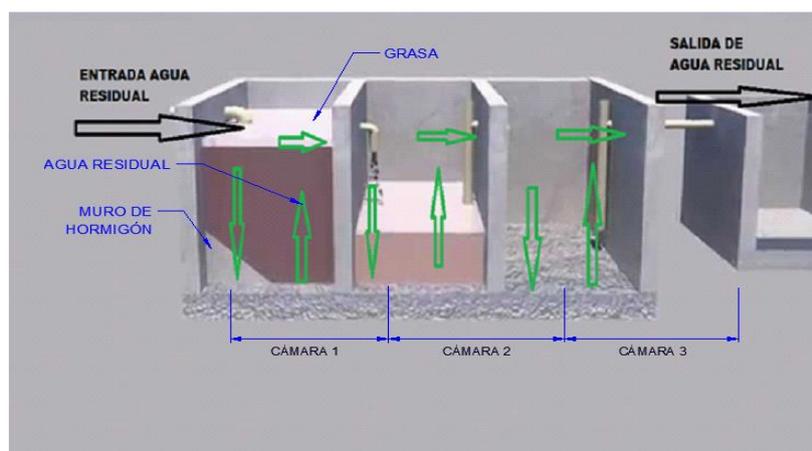


Figura 52. Tratamiento primario. Trampa de grasas

Tomado de (Modelos de trampas de grasas. Búsqueda en google.com 2019)

Una característica importante de este tipo de trampa de grasa es la facilidad que brinda al momento de realizar la limpieza de la grasa formada en la parte superior del agua, esto facilita que el operador a cargo pueda separar esta grasa y depositarla en los sitios indicados para estos desechos.

Los sólidos que se van al fondo pueden ser evacuados por sistemas de bombeo o sistemas air lift, con los cuales evitamos que se acumulen y se evacuan hacia tanques pequeños donde por acción natural son secados y dispuestos a gestores ambientales.

6.2.2.2. Trampas de grasa cerradas

Las trampas de grasa cerradas tienen el mismo objetivo que las trampas de grasa abiertas con la diferencia que estas son más empleadas en viviendas y es por esta razón que se las mantiene cerradas o tapadas para evitar que los olores producidos puedan ser percibidos por los habitantes, así también se protege la integridad de las personas cuidando que sufran algún accidente como una caída en la trampa de grasas.

Su mantenimiento es similar a una trampa de grasas abiertas, con la diferencia que la evacuación de grasas y sólidos se lo hace en lapsos de tiempo más extensos que en una trampa de grasas abierta. La desventaja es su capacidad de tratamiento reducida.

Son elaboradas en hormigón armado bajo la supervisión y diseño de un técnico, en acero negro o también se puede encontrar en el mercado elaboradas en plástico, esto es gracias a la utilización que se le da en espacios reducidos y con caudales de agua mínimos.

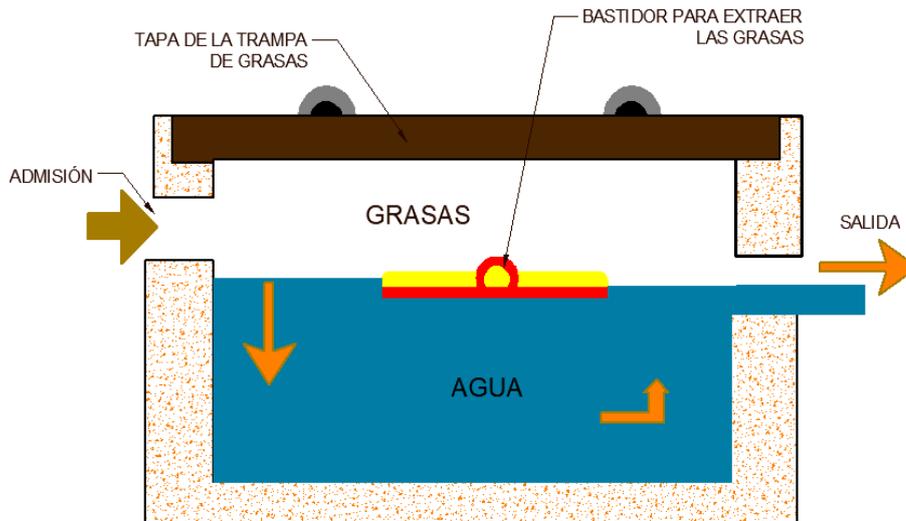


Figura 53. Trampa de grasas cerradas

Tomado de (Trampa de grasas cerradas. Búsqueda en google.com 2019)

6.2.3. Elaboración y propuesta de la trampa de grasas para el proyecto

De acuerdo al tipo de trampas de grasas y el caudal que se va a tratar se empleará para el proyecto una de tipo abierta en hormigón armado, con un sistema de evacuación de sólidos o lodos air lift y la limpieza de la grasa se realizará de forma manual con tres cámaras destinadas a la acumulación de lodos y la grasa obtenida en este tratamiento primario.

6.2.3.1. Requisitos previos

- Las trampas de grasas deben ser proyectadas con fácil acceso para facilitar la limpieza y la extracción de la grasa acumulada.
- No se debe permitir colocar encima o inmediatamente a ello maquinarias o equipos que pudieran impedir un adecuado mantenimiento.
- Las trampas de grasas pueden ser construidas en metal, hormigón o ladrillos de forma circular o rectangular.

6.2.3.2. Construcción y características de la trampa de grasas

Teniendo en cuenta el tipo de trampa de grasas y las características indicadas anteriormente se puede indicar los pasos para la construcción de la trampa de grasas y con sus respectivas características constructivas:

- a) Se deberá realizar como primer paso la limpieza del terreno donde se implantará toda la planta de tratamiento de aguas residuales. Tomando en cuenta la geografía del sitio y la conformación del terreno no es necesario realizara rellenos o mejoramientos de suelo.



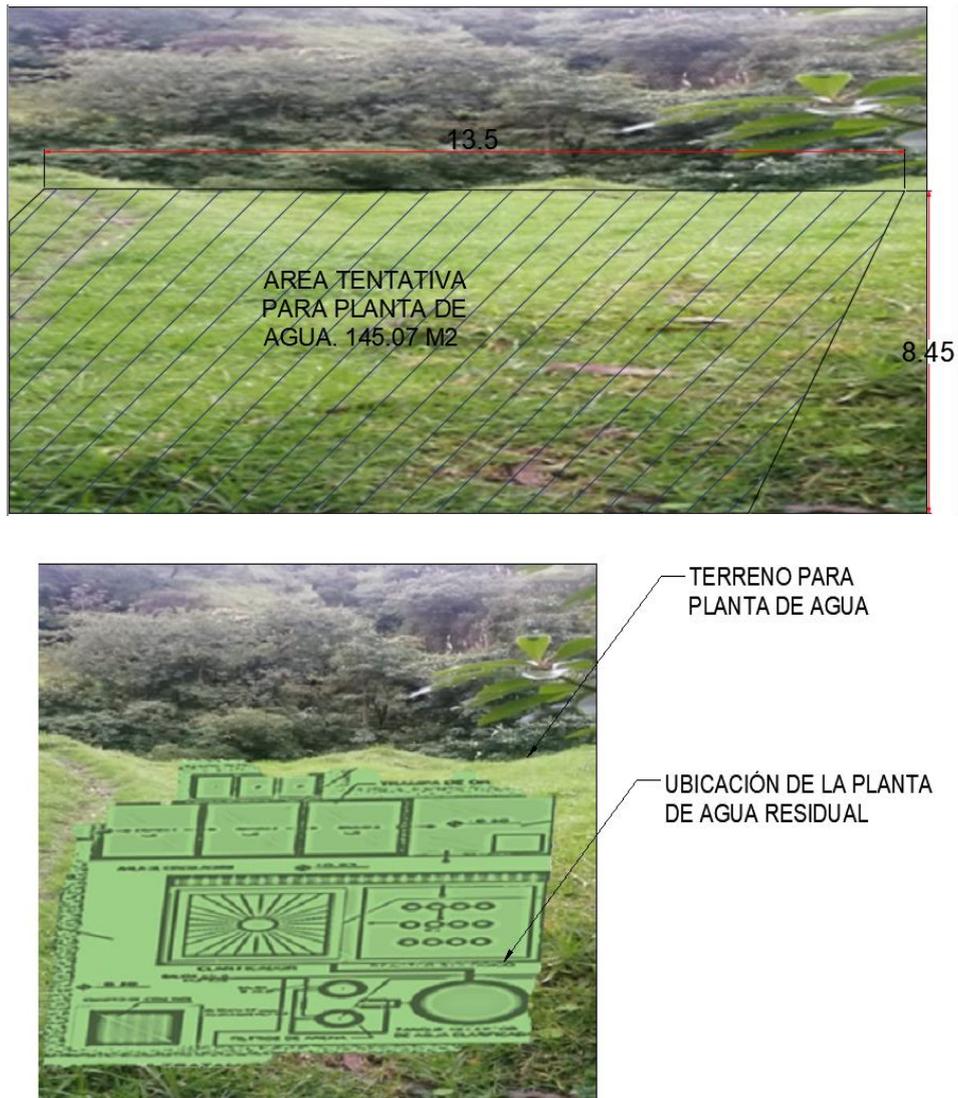


Figura 54. Terreno destinado para planta de tratamiento de aguas residuales

- b) Una vez limpio el terreno donde se construirá la planta de agua residual, se deberá realizar el replanteo de toda la planta de tratamiento.



Figura 55. Replanteo

Tomado de (replanteo. Búsqueda en google.com 2020)

- c) Hecho el replanteo se pasará a realizar las excavaciones pertinentes y necesarias para la conformación de la trampa de grasas y la cisterna de contacto.

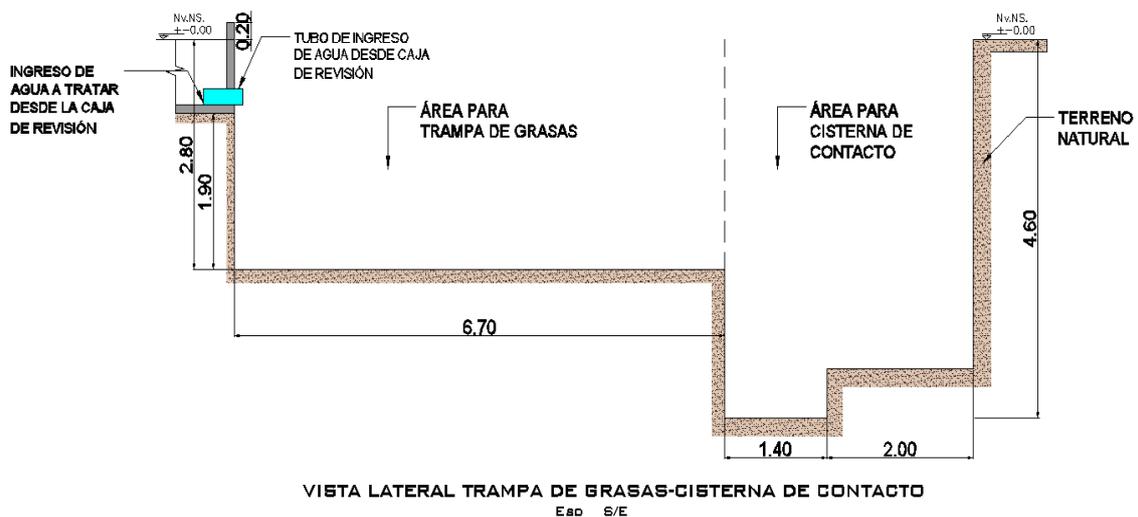
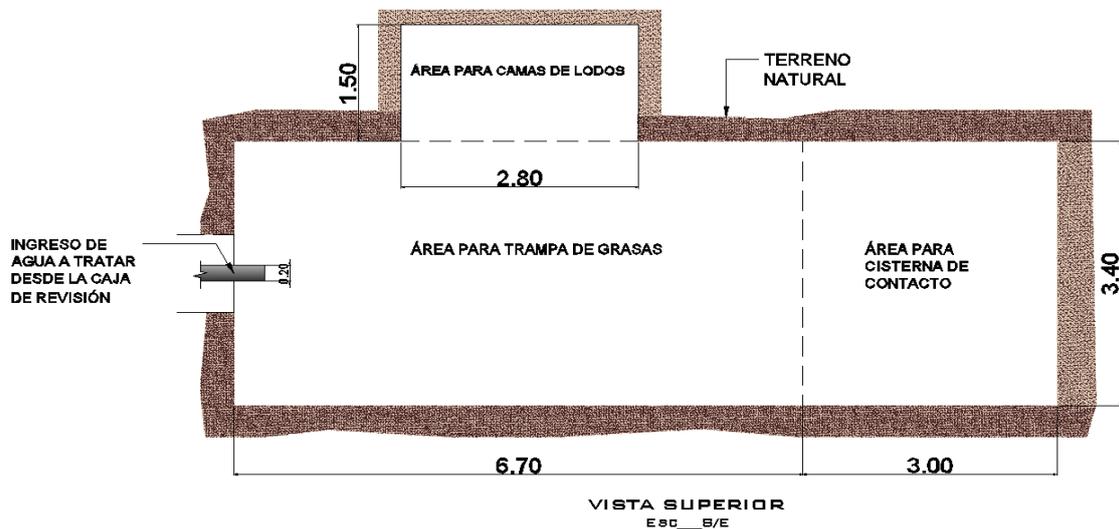


Figura 56. excavaciones para tanques de almacenamiento de agua pluvial

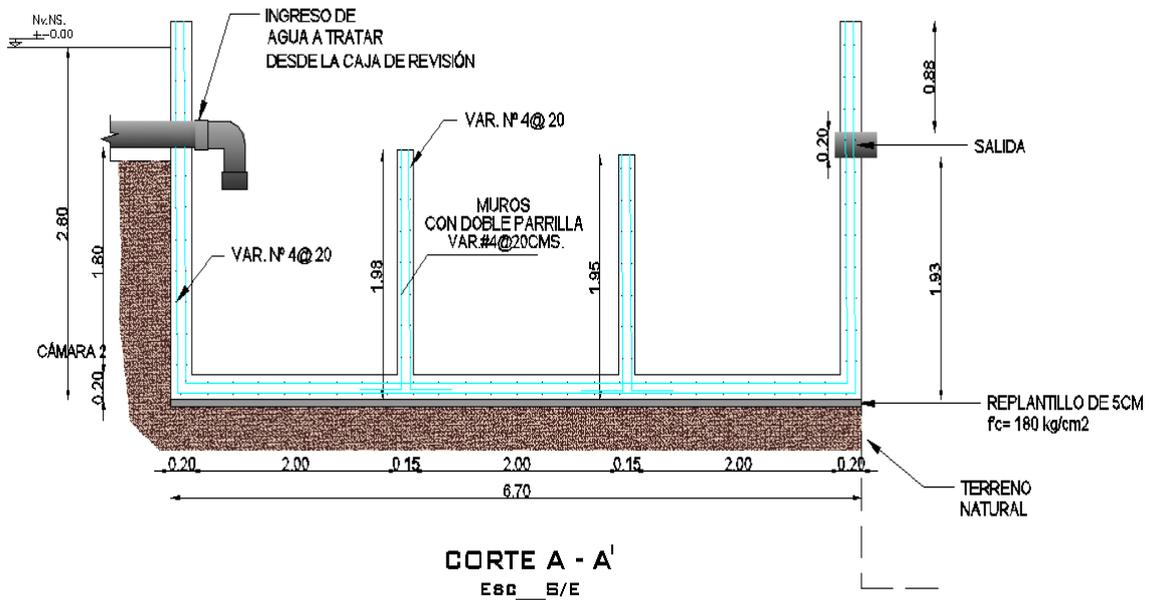
Tomado de (Excavaciones. Búsqueda en google.com 2020)

- d) Las medidas para la excavación de la trampa de grasas serán de 6.70m x 3.40m y una profundidad de 2.80m desde el nivel natural del suelo, con lo cual se obtiene volumen de 63.78 m³. Teniendo en consideración el volumen de agua a tratar (35.97 m³) se determina que el volumen de la trampa de grasas sea de esas medias primero por el lugar o terreno destinado y por otra para que el agua puede mantenerse en reposo el

tiempo que sea necesario para poder separar la grasa del agua, con el volumen de la trampa de grasas también se garantiza evitar el desbordamiento del agua. El volumen de la trampa de grasas está estimado para retener el agua entre 2.5 y 3 minutos. Se deberá realizar la excavación para la cisterna de contacto y para las camas de lodos, tanto la cisterna y la cama de lodos están unidas a la trampa de grasas. Las medidas para la cisterna de contacto son de 3.0m x 3.40m x 4.60 m de profundidad y para las camas de lodos es 2.80m x 1.50m x 1.0m de profundidad, y se las realizará como se indica en el plano.



e) Listas las excavaciones para la trampa de grasas, se deberá empezar por armar el contrapiso de la trampa como se lo indica en el plano:



- Refuerzo con doble malla electrosoldada
- Paredes y piso de 0.20 m, pantallas de 0.15 m
- Replanteo de 0.05 m f'c= 180 kg/cm²
- Todas las medidas están en m

Figura 57. Corte A-A' trampa de grasas

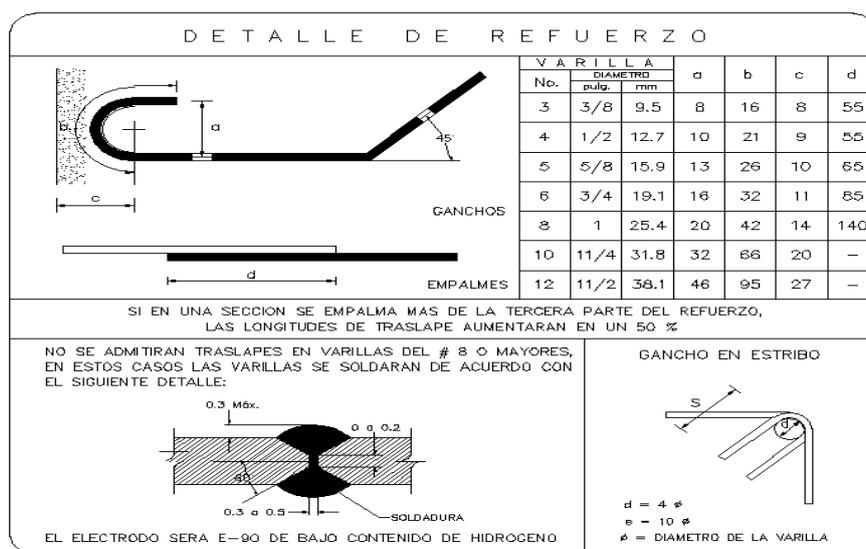
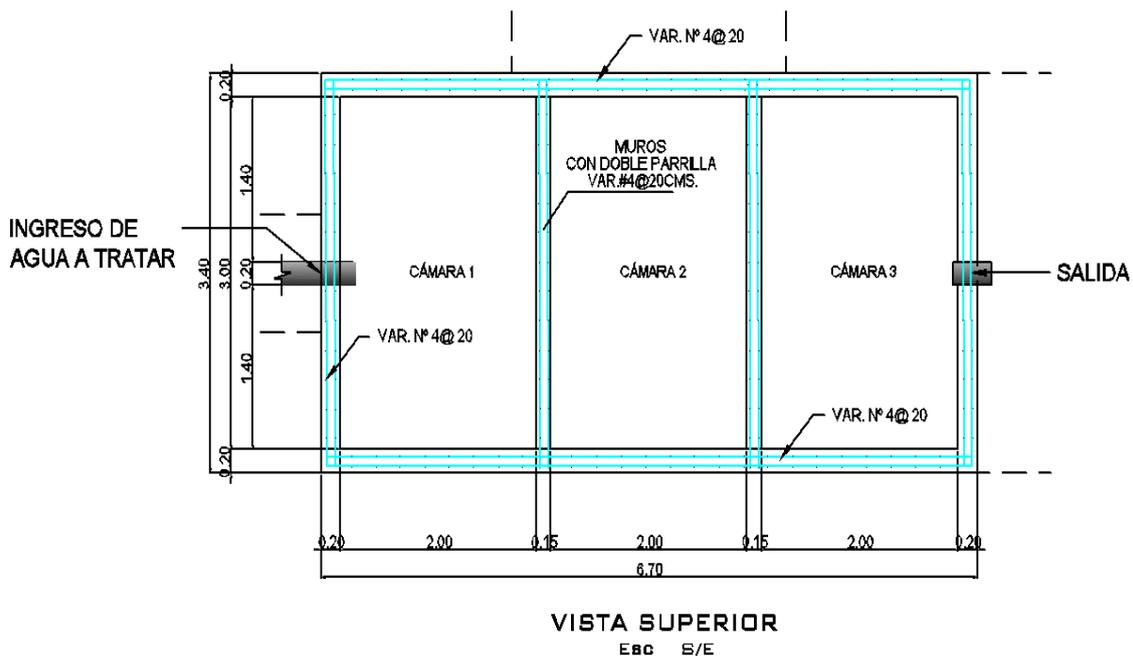
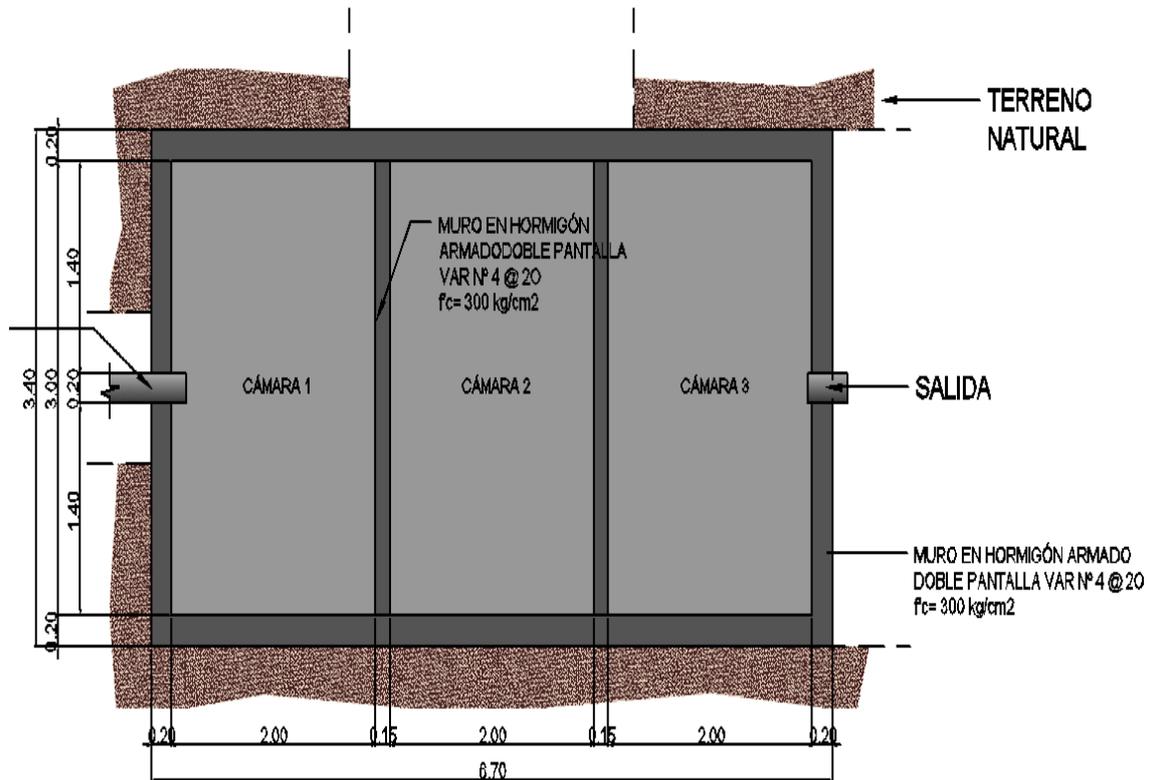


Figura 58. Detalle de refuerzos trampa de grasas

- f) El ingreso a la trampa de grasas será con un codo de 0.20m de diámetro (codo pvc de 200mm x 90°).
- g) La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y la tubería de salida deberá ser de 0.07m.
- h) El espacio que se debe dejar sobre el nivel del líquido debe ser 0.30m para poder realizar la limpieza de la grasa acumulada.
- i) Se diseñará 3 depósitos adjuntos para la deposición de la grasa acumulada y los lodos.
- j) Tendrá una forma rectangular en hormigón armado con un ancho de muro de 0.20m y dos divisiones interiores de 0.15m de ancho con una diferencia de 0.025m del nivel de ingreso del agua en la primera división y 0.05m de diferencia entre el ingreso y la segunda división.



- k) Cuando se tenga armado la estructura se fundirá con concreto $f'c = 300$ kg/cm², se cubrirá con este concreto tanto el piso como paredes y pantallas de la trampa de grasas.



VISTA SUPERIOR

Esc. S/E

- l) El caudal determinado para el proyecto es $36 \text{ m}^3/\text{h}$, por tanto, se diseñarán 3 depósitos para la grasa y lodos obtenidos. Esto es recomendable para trampas de grasa que sobrepasan los $0.6 \text{ m}^3/\text{h}$ o donde el agua ingrese por más de 16 horas continuas.
- m) Las dimensiones del tanque rectangular para el proyecto serán de: 2,30m de profundidad, 6 metros de largo y 3 metros de ancho. La dimensión del ancho del muro será de 20cm.
- n) Las dimensiones de las paredes internas serán: 1,98m de altura, 3m de largo y 15cm de ancho. Para la segunda pared divisoria será 1.95m de altura, 3m de largo y 15cm de ancho.
- o) El tubo de ingreso estará a una altura de 1.80m sobre el nivel del piso terminado o fundido de la trampa de grasas y el tubo de salida estará a 1,73m sobre el nivel del piso terminado de la trampa de grasas.

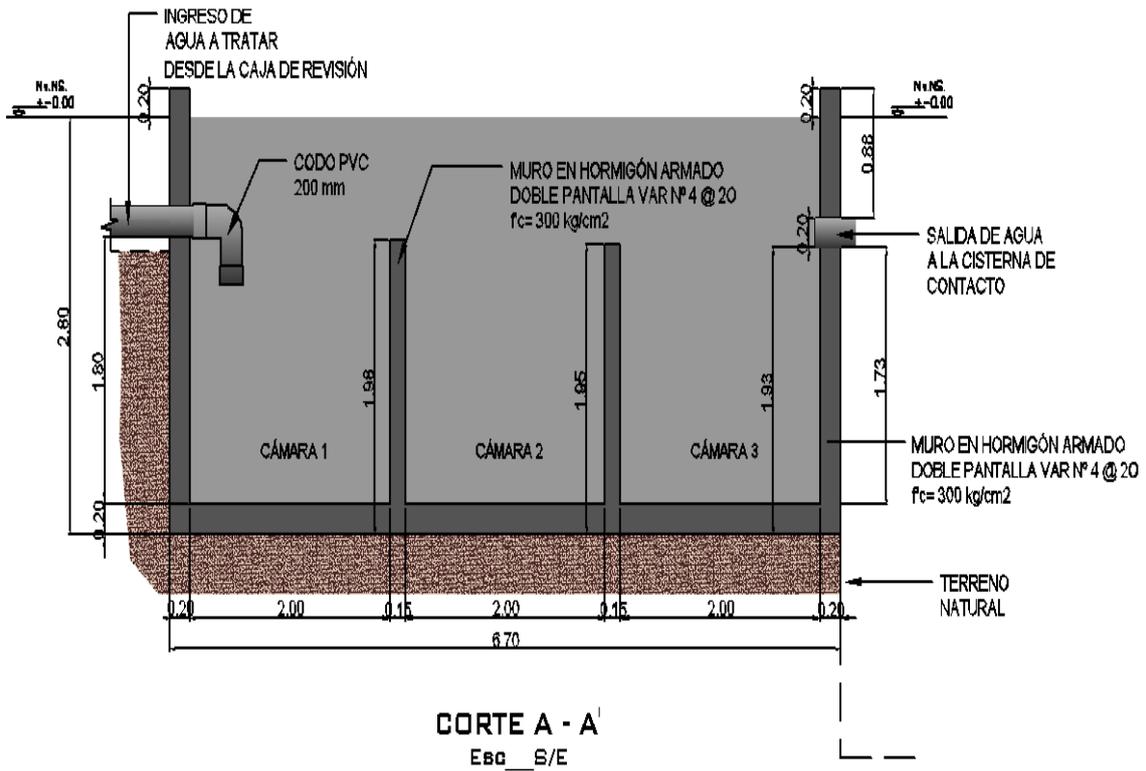


Figura 59. Corte A-A' trampa de grasas

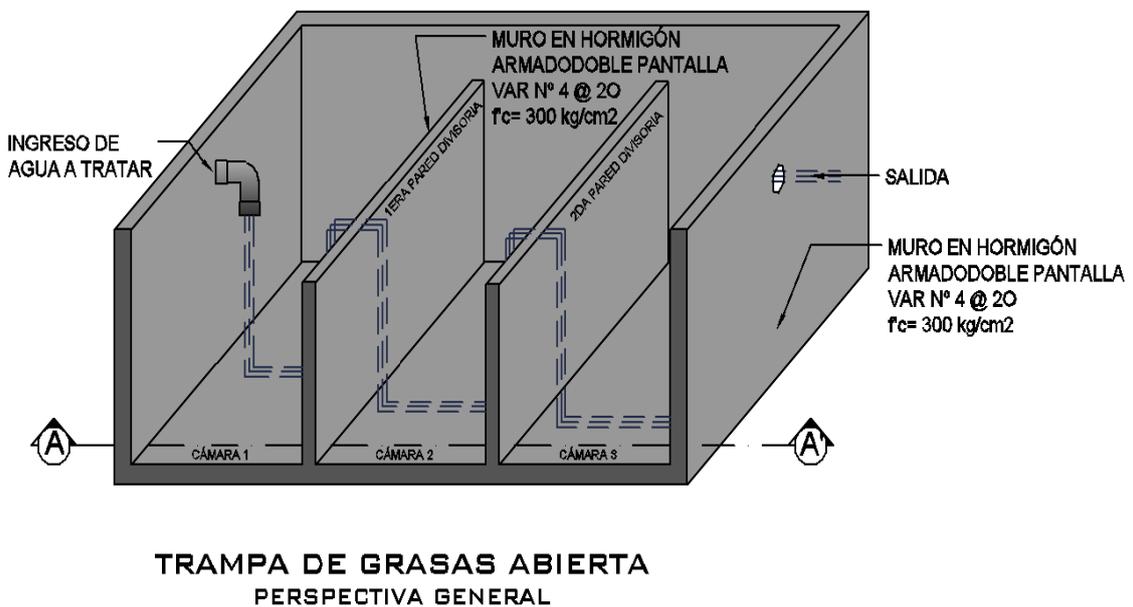
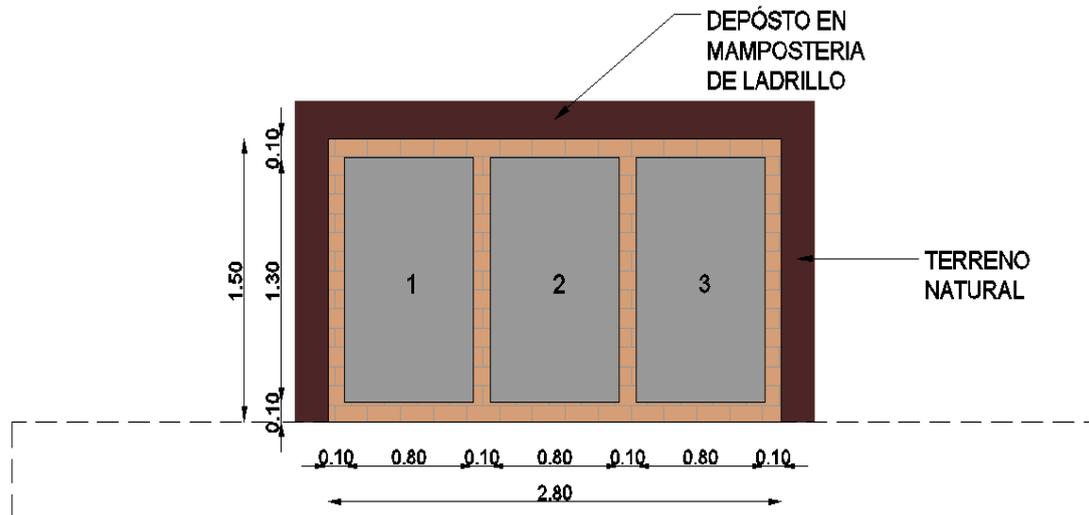
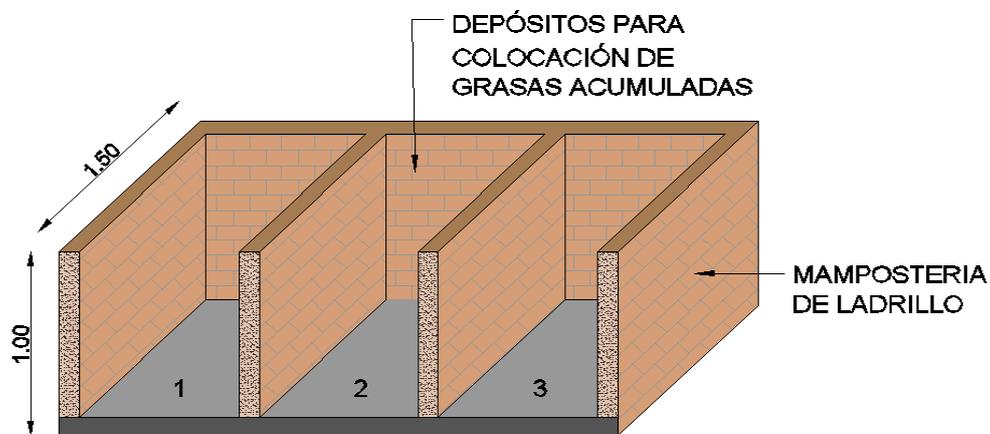


Figura 60. Vista superior y corte de la trampa de grasas. Planos de detalles de la trampa de grasas

- p) Los depósitos para la colocación de las grasas acumuladas y los lodos serán de 1m x 1.50m x 1m en mampostería de ladrillo y se ubicarán en uno de los costados más largos de la trampa de grasas. En total serán tres depósitos.



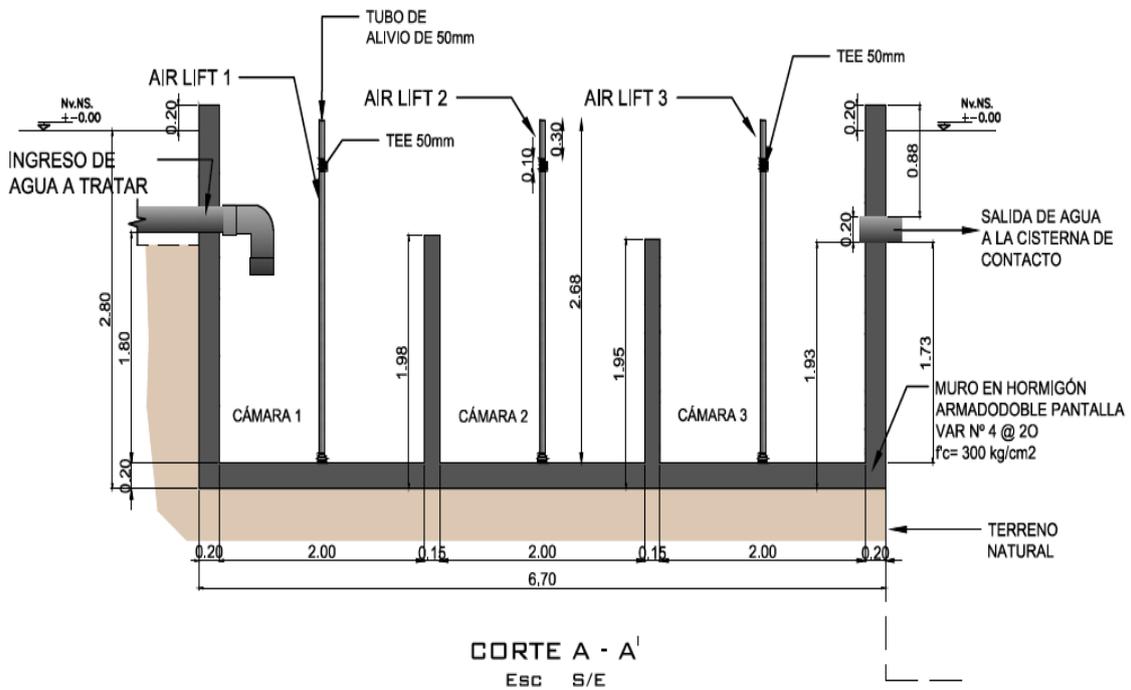
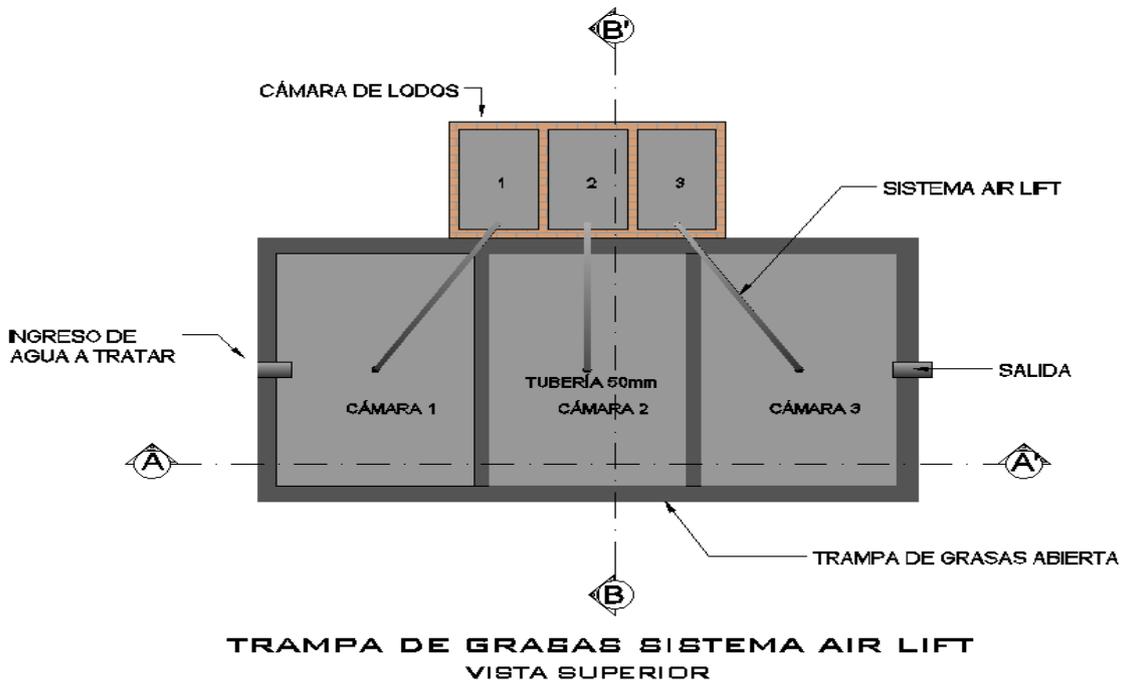
VISTA SUPERIOR

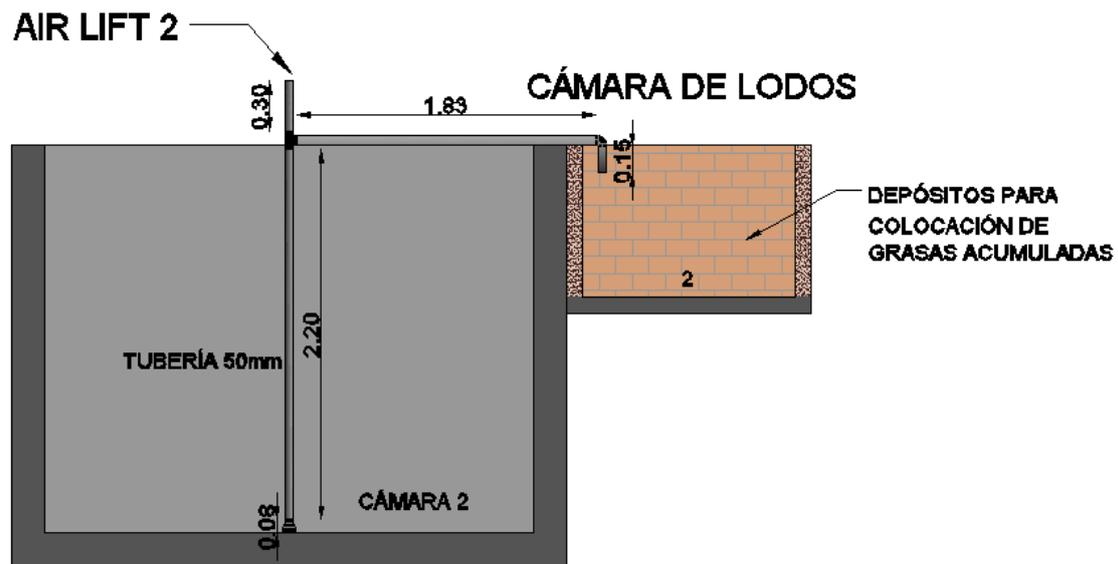


CÁMARA DE LODOS
PERSPECTIVA GENERAL

Figura 61. Vista superior, perspectiva general cámaras de lodos trampa de grasas

- q) El sistema air lift se diseñará en tubería de 50mm y con la descarga hacia los depósitos adjuntos a la trampa de grasa.





TRAMPA DE GRASAS ABIERTA

CORTE B - B'
EBC __ S/E

Figura 62. Sistema air-lift trampa de grasas vista superior y cortes.

El sistema air-lift se construye en tubería de 50mm con accesorios de la misma medida y es el encargado de sacar el lodo acumulado en el fondo de la trampa de grasas y acumular en las camas o cámaras de lodos. Dicho sistema emplea un compresor de aire que es el encargado de inyectar aire hacia el fondo del tubo del air-lift y por medio de condiciones físicas produce que se forme una burbuja de aire y se eleve con cierta cantidad de lodo.

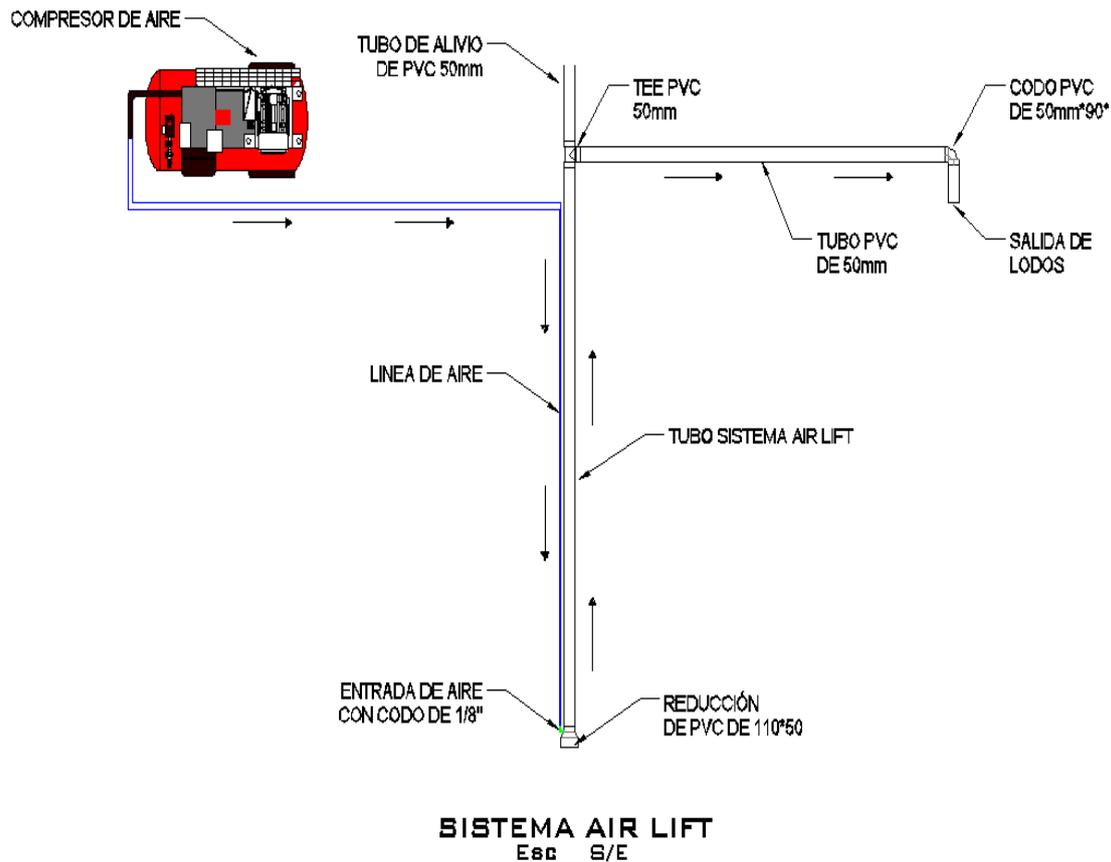


Figura 63. Detalle constructivo sistema air-lift

Las medidas para construir un sistema air-lift pueden variar de acuerdo a las medidas del tanque de grasas y en muchos de los casos se pueden operar en forma manual o en forma automática, tomando en consideración la cantidad de air-lift que se vayan a implementar y la distancia que existe desde el punto de extracción del lodo hacia las camas de secado de los lodos. En cualquiera de las dos formas de trabajo se debe considerar realizar mantenimientos de limpieza para impedir que se produzcan taponamientos en las tuberías del sistema. Para el proyecto propuesto se aplicará un sistema manual, es decir una línea de aire directa del compresor hacia los air-lift con una válvula para abrir o cerrar el paso de aire y así extraer el lodo únicamente cuando se crea necesario y conveniente.

6.3. Tratamiento secundario

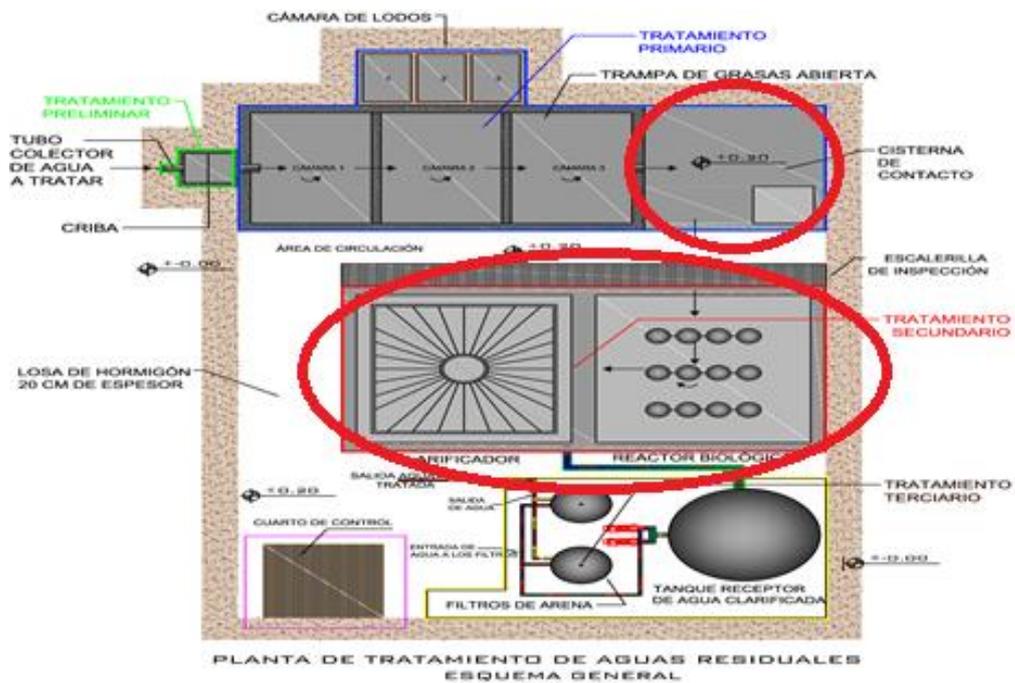
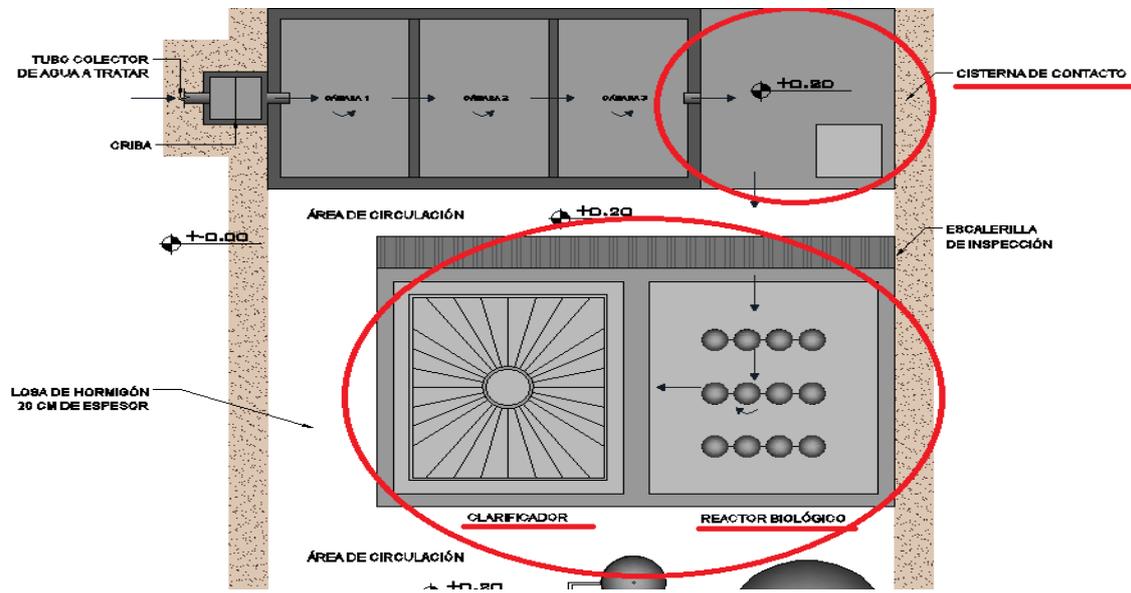


Figura 64. Esquema general planta de tratamiento de aguas residuales. Reactor biológico

El tratamiento secundario constituye un conjunto de importantes procesos de naturaleza biológica de tratamiento de aguas residuales que tienen en común la utilización de microorganismos (grupo en el que más se destacan las bacterias) para poder eliminar la materia orgánica contenida en las aguas residuales.

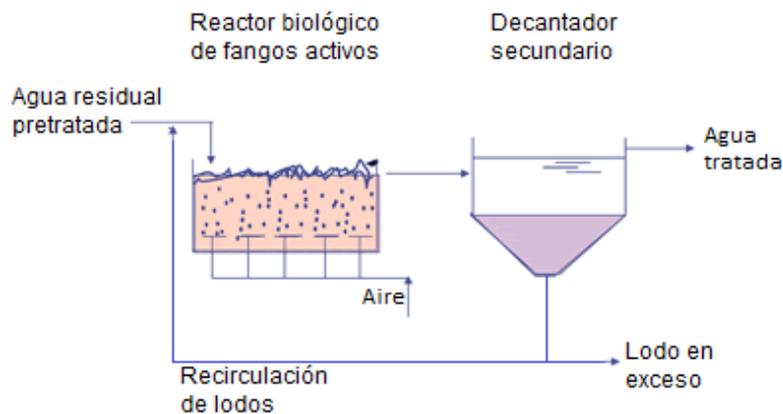


Figura 65. Esquema funcionamiento Bioreactor fangos activos + decantador secundario

Tomado de (GEDAR- Gestión De Aguas y Residuos 2019)

En la figura 55 se puede entender el funcionamiento de un reactor biológico y se inicia con el ingreso del agua residual pre tratada. Esta agua residual puede ser aquella que paso por una trampa de grasas en el caso de los sistemas de plantas de aguas residuales que tengan una trampa de grasas o directamente puede ser aquella agua que únicamente paso por una criba para separar los sólidos de mayor tamaño. Esta agua residual se la puede almacenar en una cisterna de contacto para que el agua pueda homogenizarse y pasar al reactor biológico. En el reactor biológico se encuentra un sistema de aireación para las partículas bacterianas encargadas de biodegradar la masa existente en el agua. En la figura 55 se observa una recirculación de lodos y otra parte se elimina, esto se hace para mantener una cantidad ideal de bacterias en el reactor biológico y evitar que exista una sobrepoblación dañando de cierta manera la calidad del agua.

En la mayor parte de los casos, la materia orgánica constituye la fuente de energía y que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que contengan los elementos esenciales para el crecimiento, y, por último, en el caso de sistema aerobio, la presencia de oxígeno disuelto en el agua. Este último aspecto será clave a la hora de elegir el proceso biológico más conveniente.

Los procesos aerobios se basan en la eliminación de los contaminantes orgánicos por su transformación en biomasa bacteriana, CO₂ y H₂O. Los procesos anaerobios transforman la sustancia orgánica en biogás, mezcla de metano y CO₂ (QuimiNet, 2013). Entre los métodos más destacados constan:

- Lechos Bacterianos
- Contactores Biológicos Rotativos: Biodiscos Y Biocilindros
- Fangos Activos
- Reactores Discontinuos Secuenciales (SBR)
- Filtros Verdes
- Digestión Anaerobia
- Reactor Biológico de Membrana (MBR)
- Electrocoagulación
- Electrooxidación

Actualmente se puede reunir los métodos anteriores mencionados en el grupo conocido como reactores biológicos, que son de dos tipos: *aerobios* y *anaerobios*. De la misma forma el grupo que conforma el tratamiento secundario lo constituye los clarificadores, en los cuales se pule el agua antes de ser enviada a su cauce natural o de ser reutilizada.

6.3.1. Reactores biológicos

Los reactores biológicos o también llamados procesos biológicos se dividen en dos grupos: reactores biológicos aerobios y reactores biológicos anaerobios.

6.3.1.1. Reactores biológicos anaerobios

Los procesos biológicos anaerobios se caracterizan por tener una baja producción bacteriana es decir una baja producción de lodos de desecho. La clasificación de las diversas configuraciones de sistemas anaerobios se lo debe a través del tiempo, siendo procesos de primera, segunda y tercera generación, teniendo en común estas tres generaciones mejoras y procesos compactos cada vez mejorados para poder soportar más carga bacteriana. Una de las características de estos procesos es que al no contener mucha producción de microorganismos se produce gas metano, el cual es aprovechado por ciertas industrias.

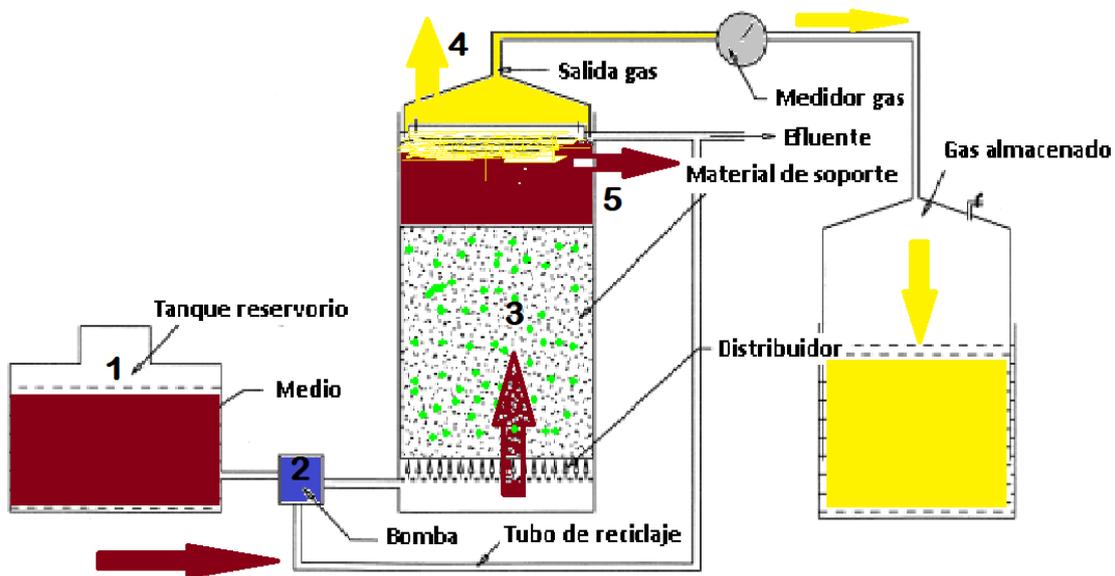


Figura 66. Esquema de funcionamiento de un reactor anaerobio

Tomado de (Reactores biológicos anaerobios. Búsqueda en Googlee.com 2019)

Básicamente, los reactores de primera generación son sistemas en su mayoría con biomasa sedimentada y sin mezclado, lo que limita grandemente la transferencia de masa (sustrato) entre el medio líquido y los microorganismos. Así mismo, no tienen sistemas para incrementar su temperatura. La excepción en esto es el digestor de alta tasa, que tiene mezcla y sistema de calefacción con el uso del biogás producido.

La segunda generación se inicia al lograr retener la biomasa en el sistema mediante la formación activo, con la suficiente mezcla en la cama de lodos para favorecer la transferencia de masa. En estos sistemas se incrementa claramente el tiempo de retención celular sobre el tiempo de residencia hidráulica, lo que se traduce en reactores más compactos y capaces de recibir una mayor carga orgánica volumétrica. (Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales, Alberto Noyola, Juan Morgan, Leonor Güereca, 2013)

6.3.1.2. Reactores biológicos aerobios

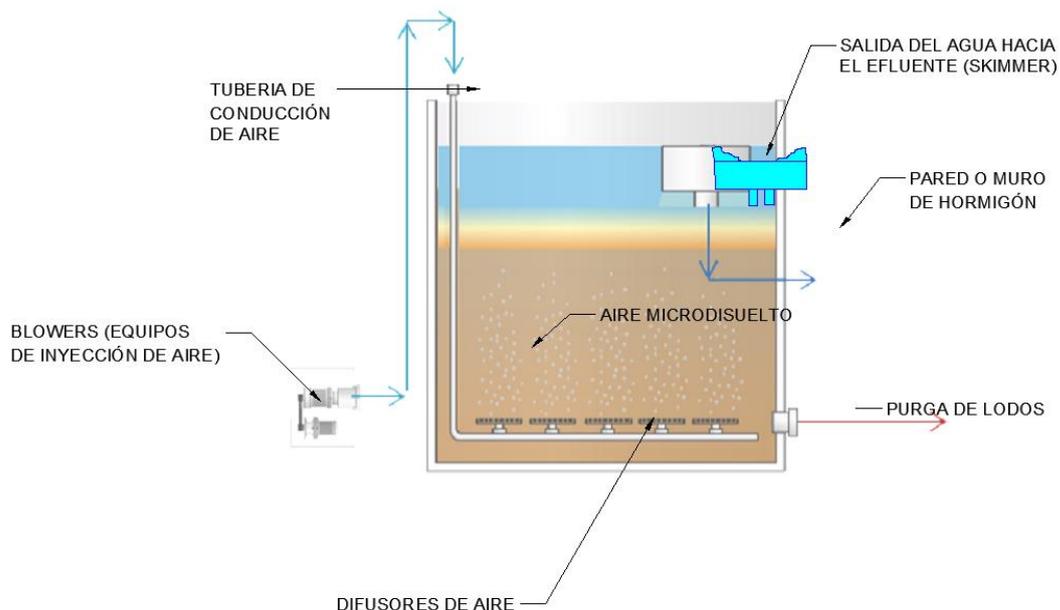


Figura 67. Reactor biológico secuencial

Tomado de (Global Water & Energy. Tratamiento aerobio 2019)

Altamente efectivo al momento de cumplir altas exigencias de calidad en descarga de agua tratada es lo que brinda un reactor biológico aerobio, en su mayoría se limitan a aguas residuales industriales diluidas y aplicaciones municipales, y como una etapa de pulido después del tratamiento anaeróbico. Estos reactores emplean microorganismos conocidos como bacterias que son

las encargadas de la biodegradación del lodo o materia sólida existente en el agua.

En los procesos de tratamiento biológico aerobio, la contaminación orgánica se convierte en dióxido de carbono y agua. El proceso requiere una biomasa aeróbica activa y el suministro de una cantidad significativa de oxígeno al reactor para que el tratamiento tenga lugar. El inconveniente es que el suministro del oxígeno necesario a menudo consume mucha energía, especialmente cuando se trata de aguas residuales industriales concentradas. Otra desventaja es la producción sustancial de lodo en exceso que debe gestionarse y, finalmente, desecharse. (Global Water & Energy 2019)

Los reactores biológicos aerobios emplean equipos llamados blower, son motores encargados de inyectar oxígeno hacia el fondo del reactor a otros elementos conocidos como difusores de aire los cuales permiten que el oxígeno inyectado por el blower se expanda y se produzca el efecto aire micro disuelto con lo cual se mantiene viva a las bacterias que contiene el agua residual y que a su debido tiempo serán estas bacterias las encargadas de eliminar el exceso de contaminación del agua residual.



Figura 68. Elementos del sistema de aireación

Tomado de (Blower-difusor de aire. Búsqueda en google.com 2019)

6.3.1.3. Reactor biológico de fangos activos o lodos activados

Se basa en la utilización de microorganismos, en su mayoría bacterias heterótrofas (microorganismos que realizan su metabolismo a partir del carbón contenido en sustancias orgánicas) que crecen naturalmente en el agua residual y convierten la materia orgánica disuelta presente en el agua en productos más simples y también en bacterias. En el proceso de lodos activados consta principalmente de los siguientes elementos:

- **Tanque de aireación.** - lugar donde se concentra el agua que va a entrar en contacto con las bacterias y la oxigenación. Es el sitio donde las bacterias se mantienen aireadas y en suspensión. Su diseño puede variar en forma y tamaño, pero en su mayoría suelen ser en tanques de hormigón armado y de forma rectangular.



Figura 69. Tanque de aireación

Tomado de (Tanque de aireación. Búsqueda en Google.com 2019)

- **Sistema de separación de sólidos.** - normalmente suele ser un tanque de sedimentación donde se suele mantener el agua en reposo y así el lodo pueda ir hacia el fondo y solamente el agua limpia pase a un sistema de pulido o directamente al efluente. Este sistema también conocido como clarificador es empleado para evitar que el agua que sale hacia el efluente vaya con cierta cantidad de carga bacteriana.

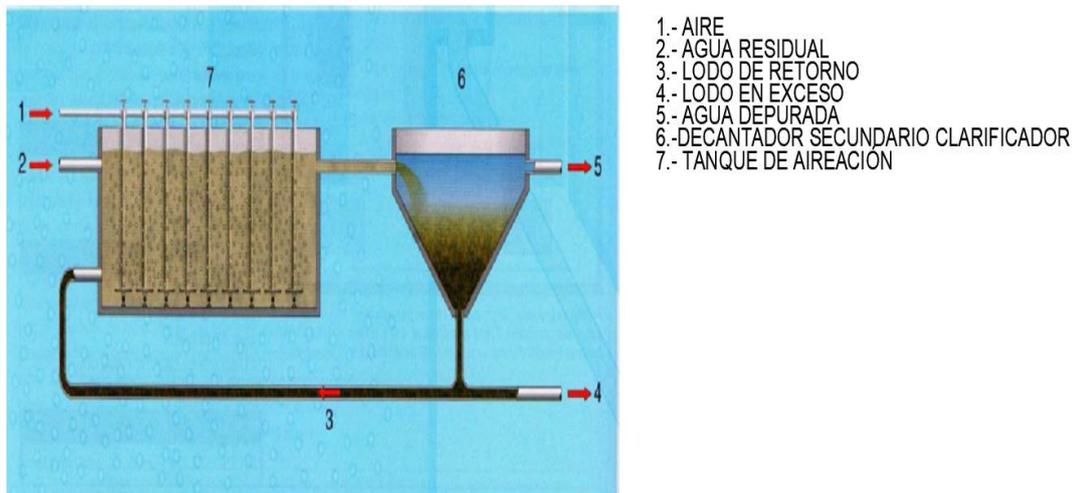


Figura 70. Funcionamiento de un sistema de fangos activos

Tomado de (Diseño de un reactor biológico de fangos activos. Nuria Jiménez 2014)

- **Sistema de retorno de lodos.** - este sistema consiste en retornar los lodos que se forman en el fondo del tanque secundario para evitar que se exceda en nivel de lodos en dicho tanque y así mantener la carga de bacterias en la medida ideal. También se debe implementar un sistema de líneas de purgas de lodos para poder evacuar los lodos que ya no son útiles para el tratamiento o a su vez cuando exista demasiada cantidad de lodos contenidos en el agua.

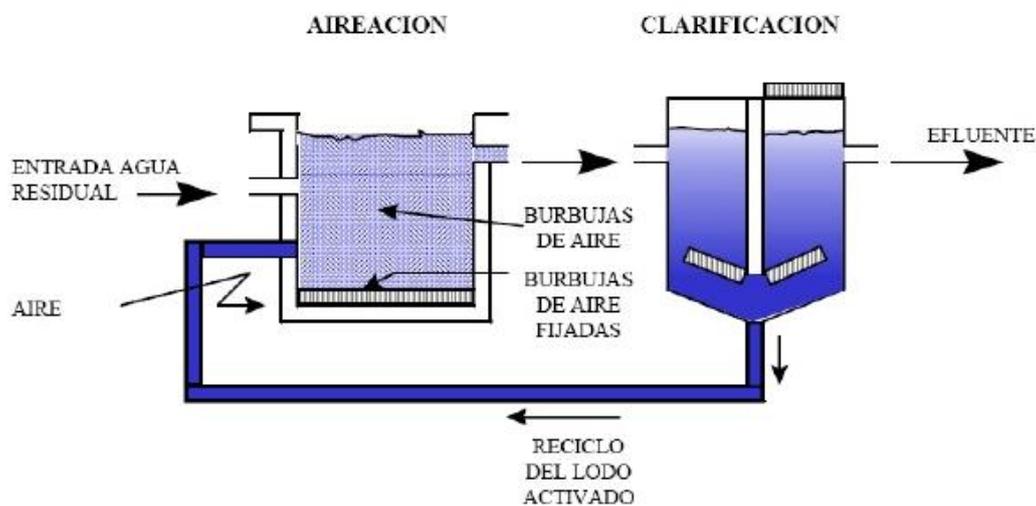


Figura 71. Sistema de retorno de lodos

Tomado de (Sistema de retorno de lodos activados. Búsqueda en google.com 2019)

6.3.2. Propuesta del reactor biológico por medio de lodos activados

Realizado un análisis de los distintos tipos de reactores biológicos se empleará para el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales de Rumiñahui en este caso para el sector de Runahurco y sus alrededores que son Santa Ana y Los Tubos, se aplicará un reactor biológico por medio de fangos activados, se utiliza este modelo por sus aplicaciones en la mayoría en aguas residuales municipales y por la alta eficiencia que tiene en la depuración de los sólidos que pueda contener el agua residual. De igual forma se implementará este modelo ya que se tiene como objetivo mandar el agua

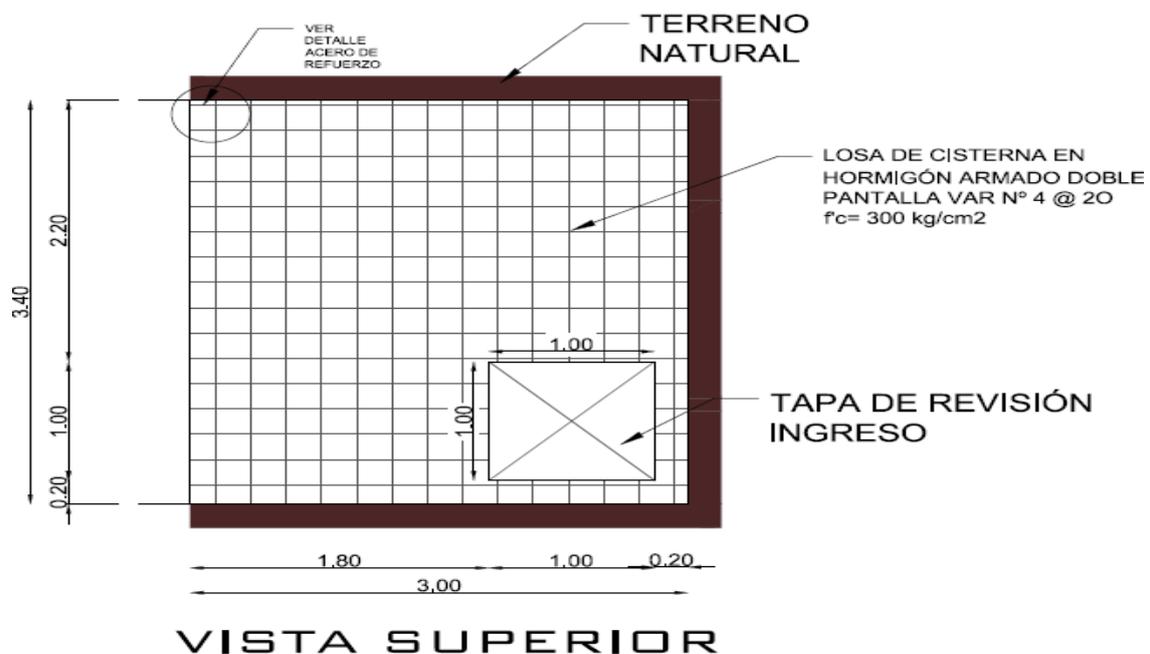
tratada a su cauce natural y es esta la razón por la cual la necesidad de implementar dicho reactor biológico.

Para el proyecto dividiremos en tres partes el sistema reactor biológico por medio de lodos activados que consiste en lo siguiente:

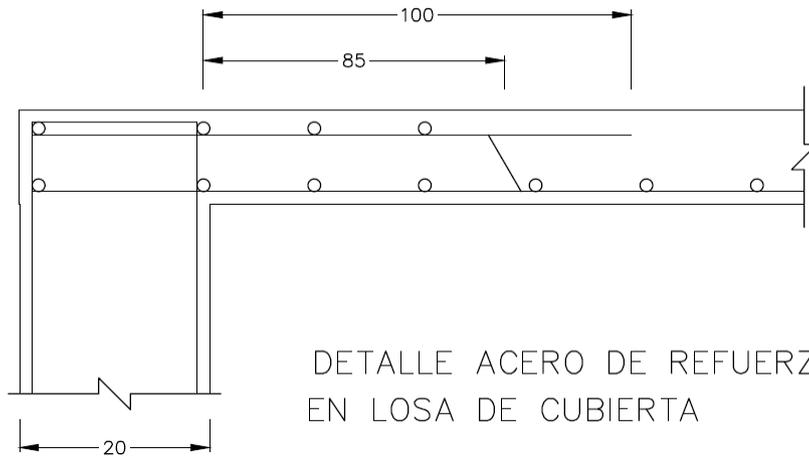
- Cisterna de contacto
- Reactor biológico-tanque secundario Clarificadora
- Sistema de aireación
- Sistema de retorno de lodos

6.3.3. Cisterna de contacto

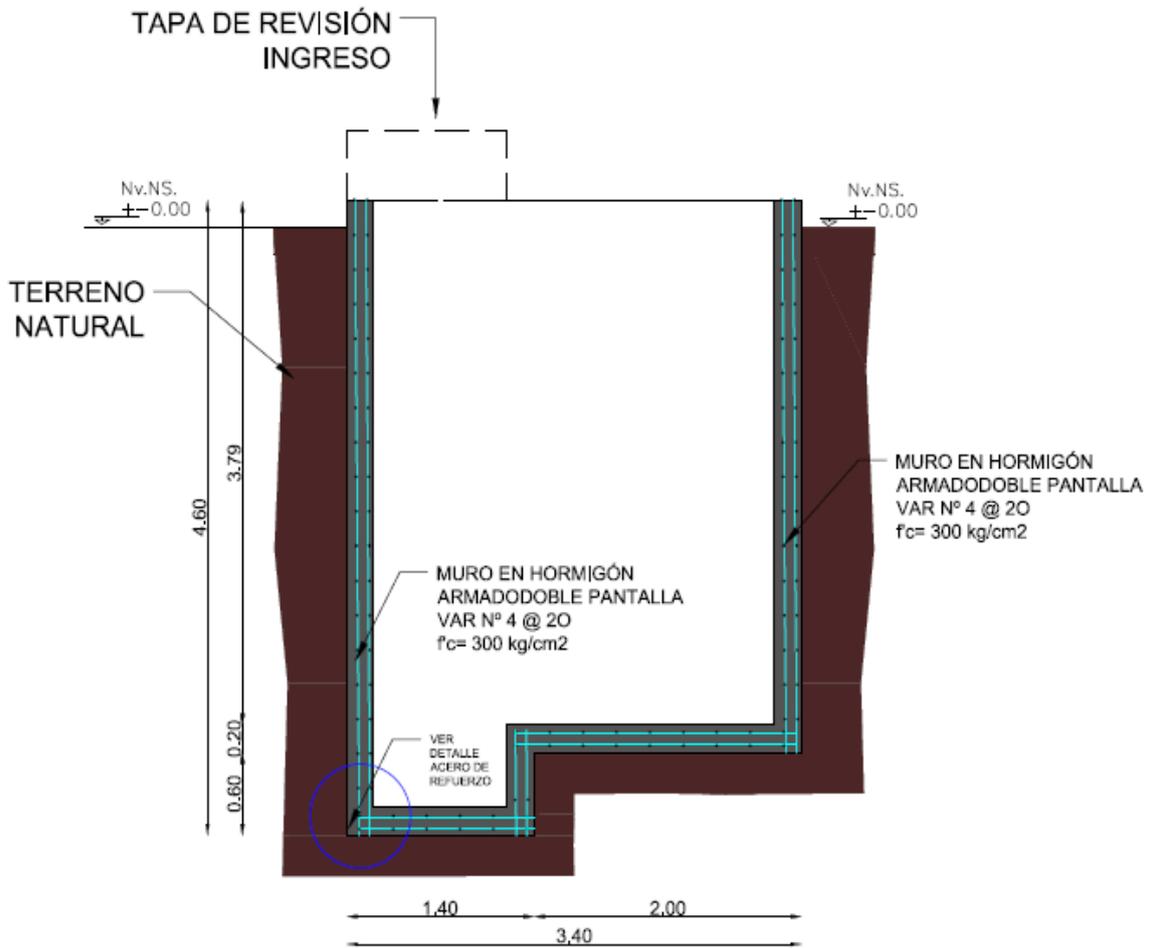
La cisterna de contacto receptorá el agua de la salida de la trampa de grasas y donde se ubicará una bomba sumergible para poder bombear desde la cisterna hacia el reactor biológico. La cisterna permitirá almacenar el agua residual y también homogenizar el agua residual antes de pasar al reactor. Tendrá una escalerilla para poder realizar mantenimientos de limpieza en el caso de ser necesario y para revisión de la bomba sumergible.



VARs. No. 3 @15
AMBOS SENTIDOS



DETALLE ACERO DE REFUERZO
EN LOSA DE CUBIERTA



CORTE A - A'
Esc S/E

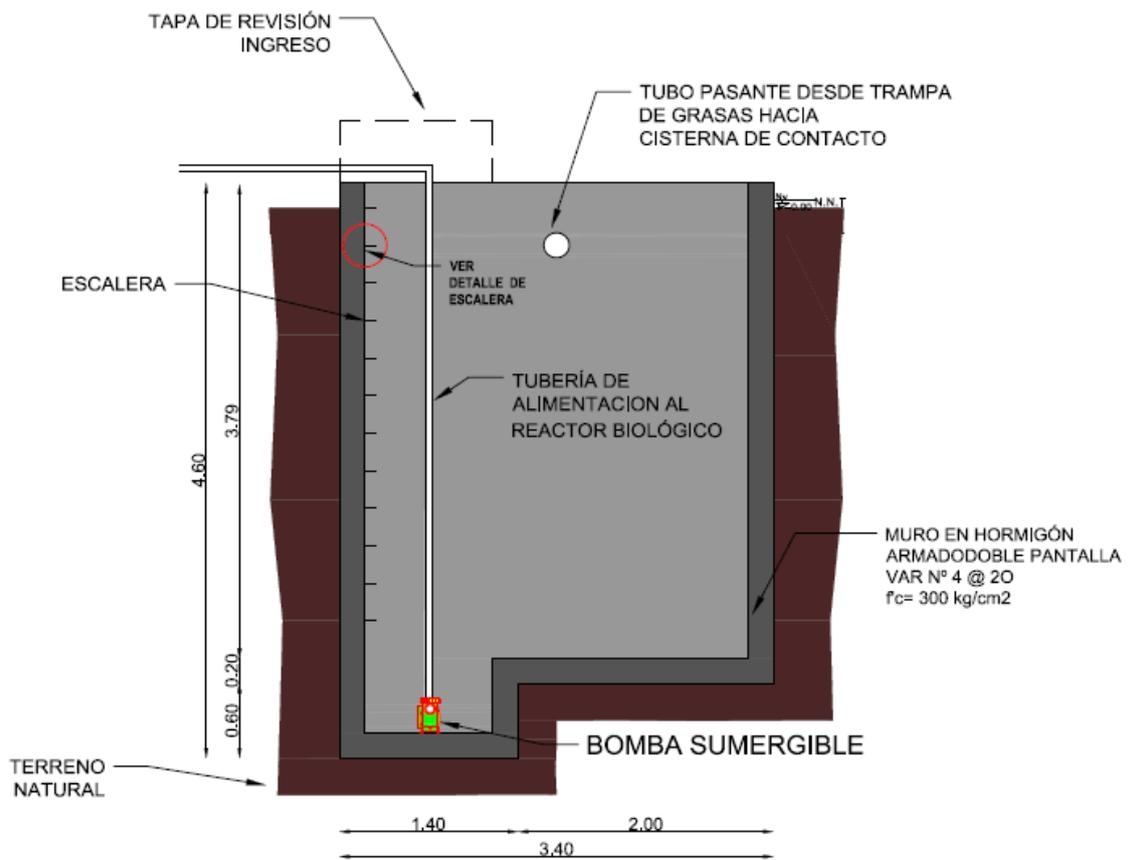
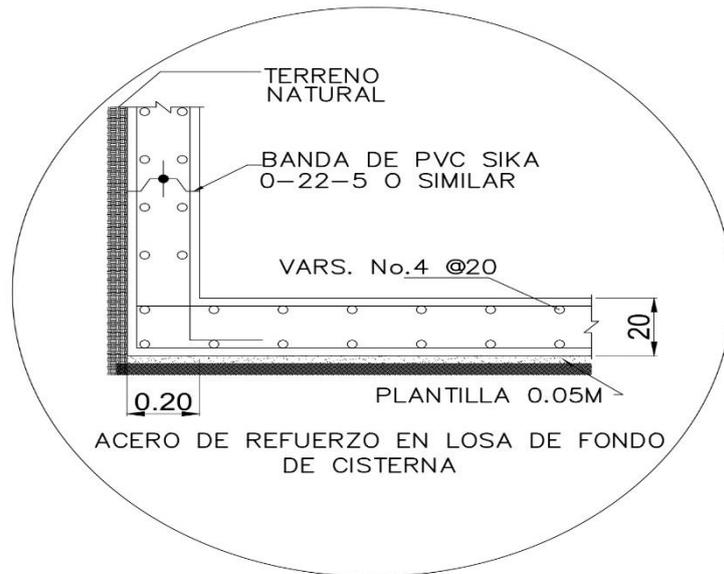


Figura 72. Corte A-A' cisterna de contacto

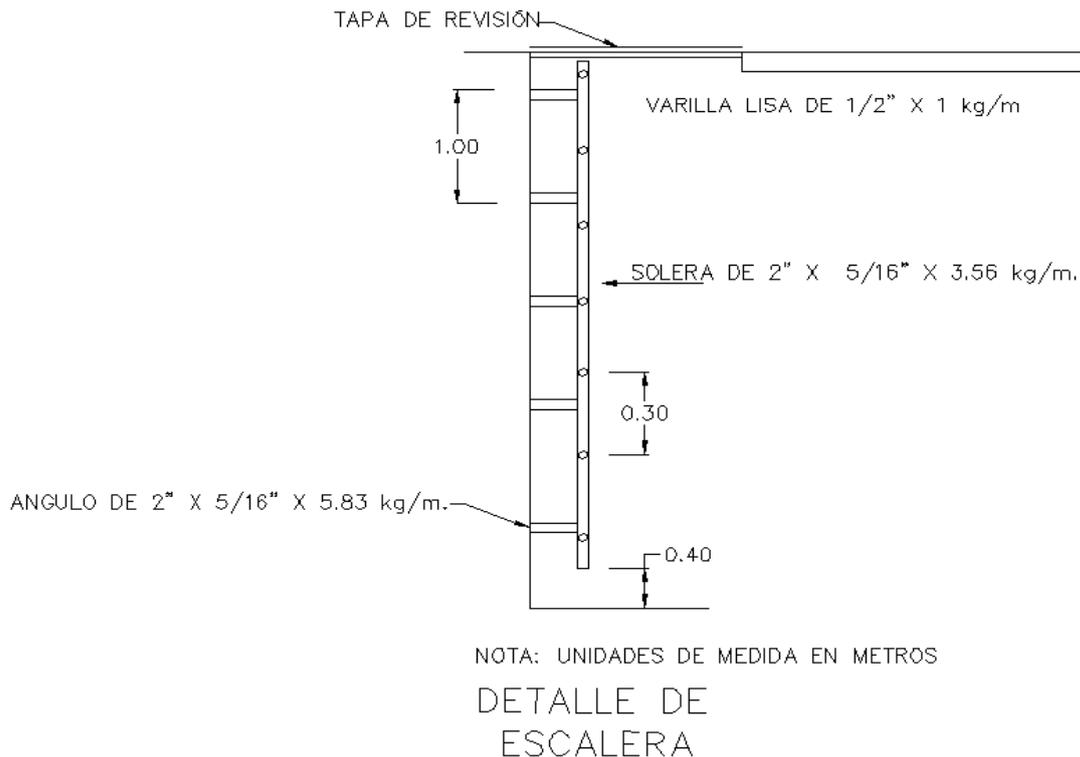
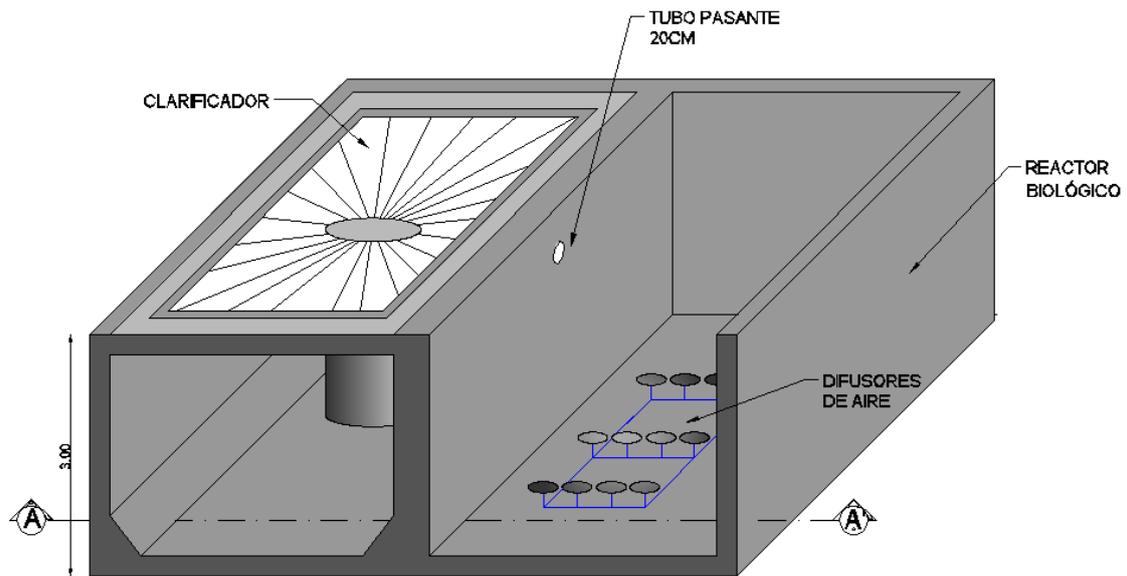


Figura 73. Vista superior, perspectiva general y corte cisterna de contacto

6.3.4. Reactor biológico-tanque secundario Clarificadora

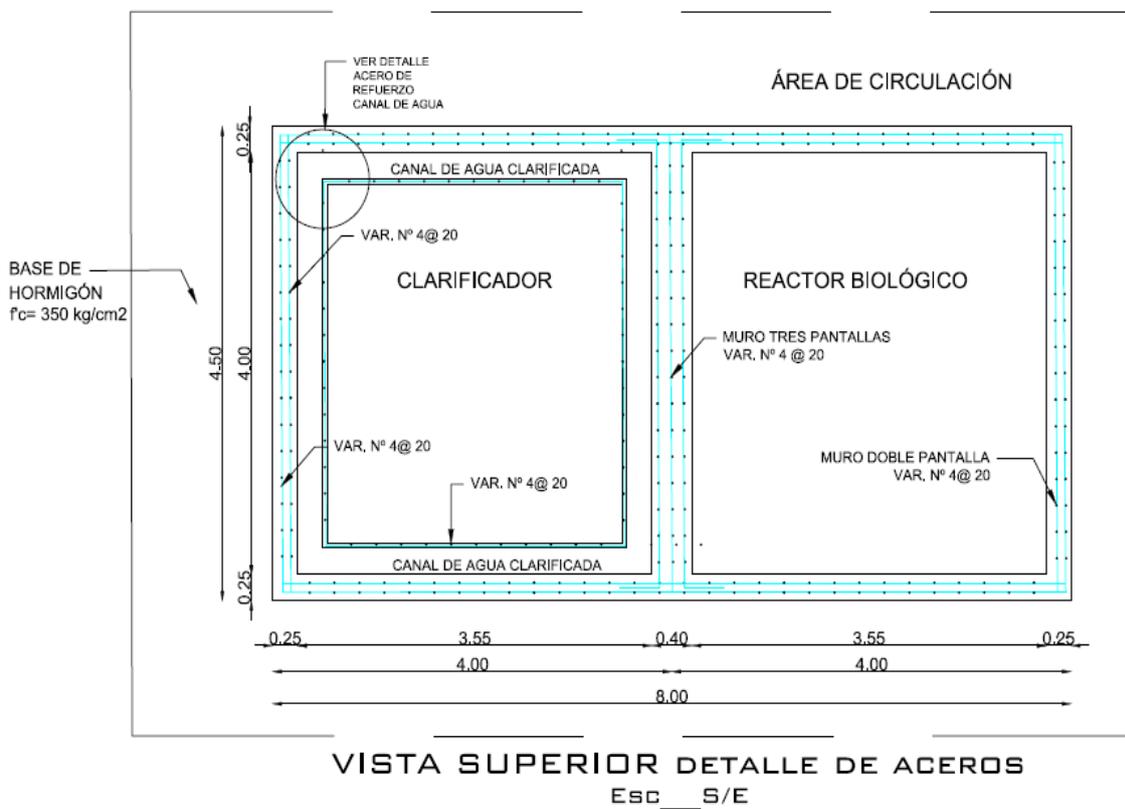
Dentro del tratamiento de aguas residuales estos dos elementos son parte esencial y fundamental para obtener resultados deseados, en el reactor biológico encontraremos los difusores de aire que son los encargados de la oxigenación del agua y, por otra parte, pero no menos importante el clarificador o tanque sedimentador donde se separa el lodo del agua para poder llevar esta agua hacia un sistema de filtros pulidores.

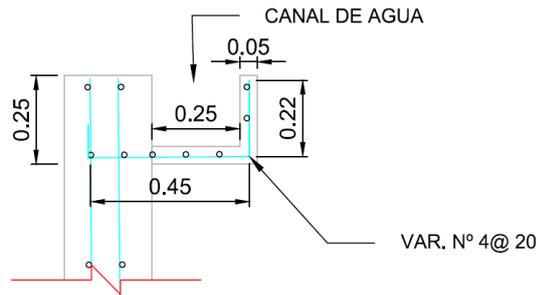
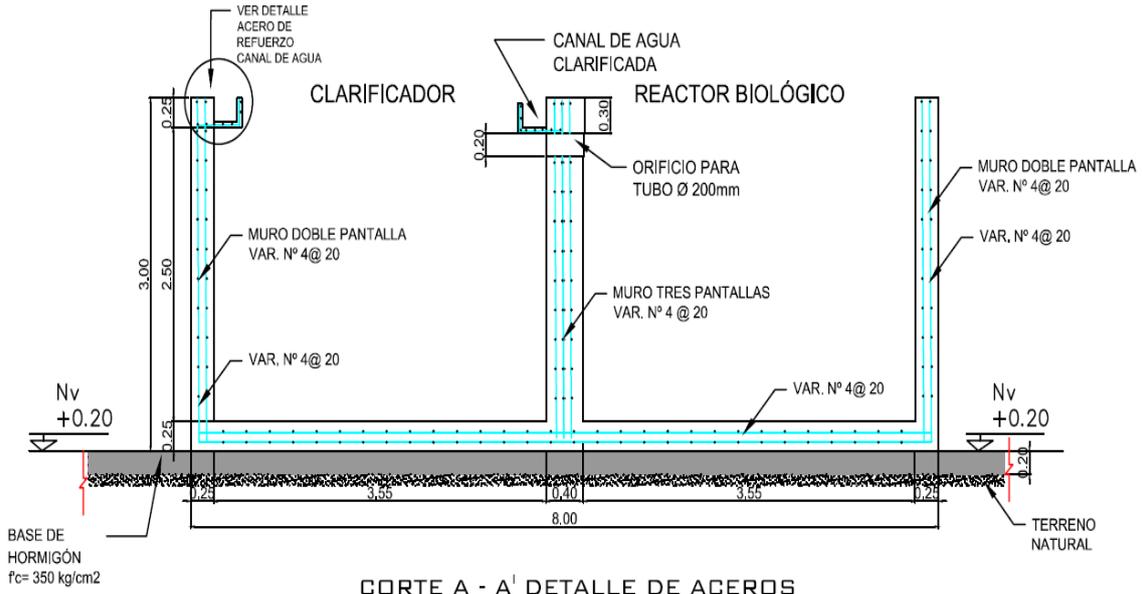
Tanto el tanque del reactor biológico como el del clarificador estarán continuos y serán construidos en hormigón armado, estarán intercomunicados con un tubo pasante de 200mm a 30cm de la parte superior del reactor para poder evitar que se produzcan desbordamientos del agua o que las espumas que se forman en el proceso de tratamiento se esparzan fuera del tanque.



REACTOR BIOLÓGICO Y CLARIFICADOR

Figura 74. vista superior reactor bilógico-clarificador





DETALLE ACEROS CANAL DE AGUA CLARIFICADA

Esc. S/E

DETALLE DE REFUERZO

No.	DIAMETRO		a	b	c	d
	in.	mm				
3	3/8	9.5	8	16	8	55
4	1/2	12.7	10	21	9	55
5	5/8	15.9	13	26	10	65
6	3/4	19.1	16	32	11	85
8	1	25.4	20	42	14	140
10	1 1/4	31.8	32	66	20	-
12	1 1/2	38.1	46	95	27	-

GANCHOS

EMPALMES

SI EN UNA SECCION SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO, LAS LONGITUDES DE TRASLAPE AUMENTARAN EN UN 50 %

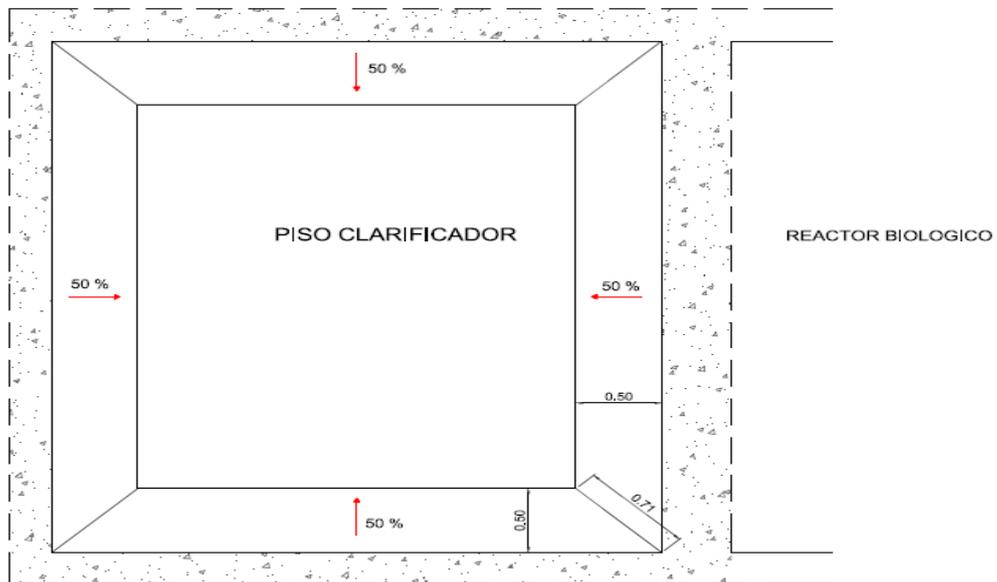
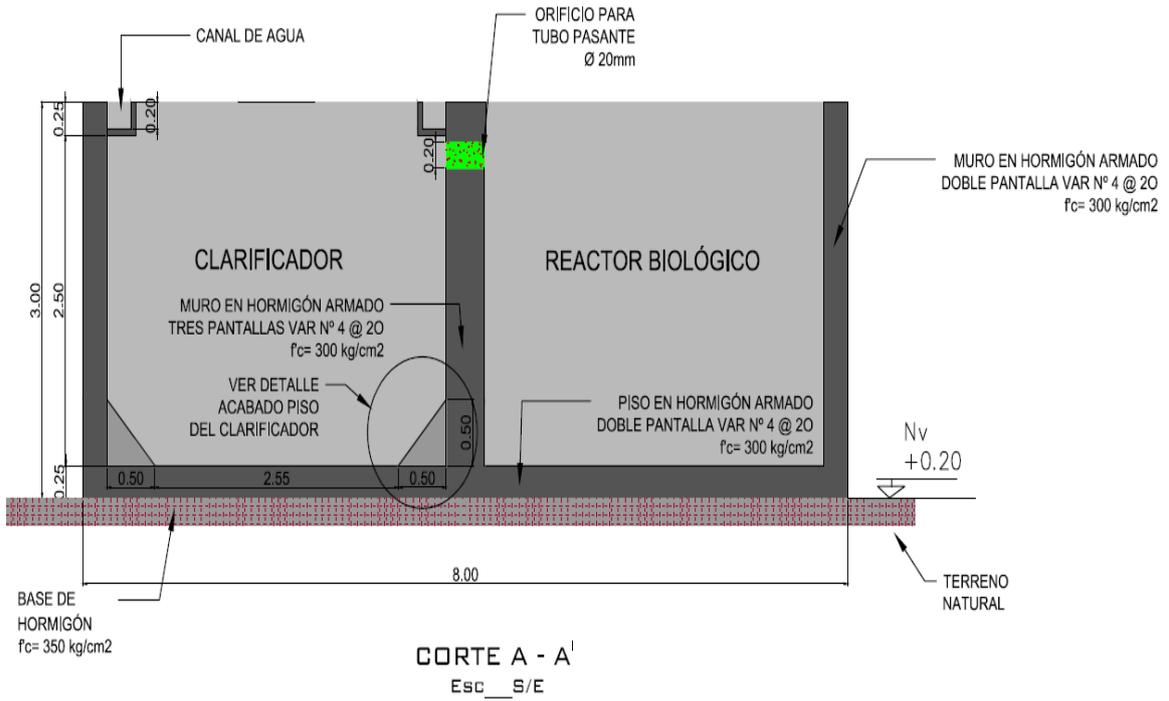
NO SE ADMITIRAN TRASLAPES EN VARILLAS DEL # 8 O MAYORES, EN ESTOS CASOS LAS VARILLAS SE SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE:

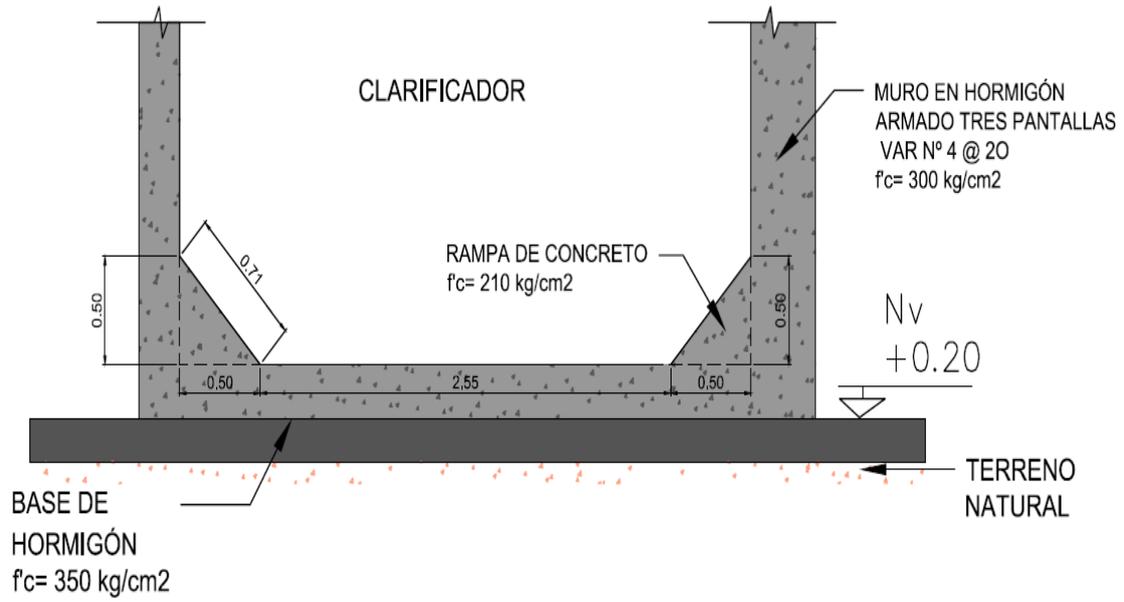
SOLDADURA

EL ELECTRODO SERA E-90 DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO

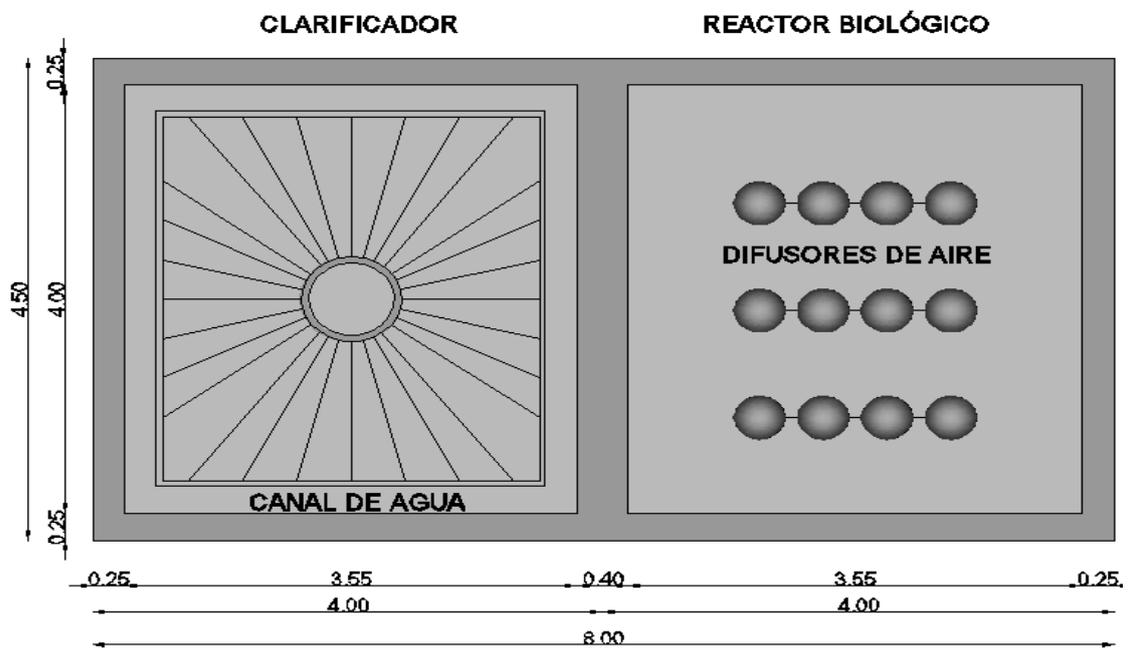
GANCHO EN ESTRIBO

$d = 4 \phi$
 $s = 10 \phi$
 $\phi = \text{DIAMETRO DE LA VARILLA}$





DETALLE ACABADO PISO CLARIFICADOR



VISTA SUPERIOR
EBC ___ S/E

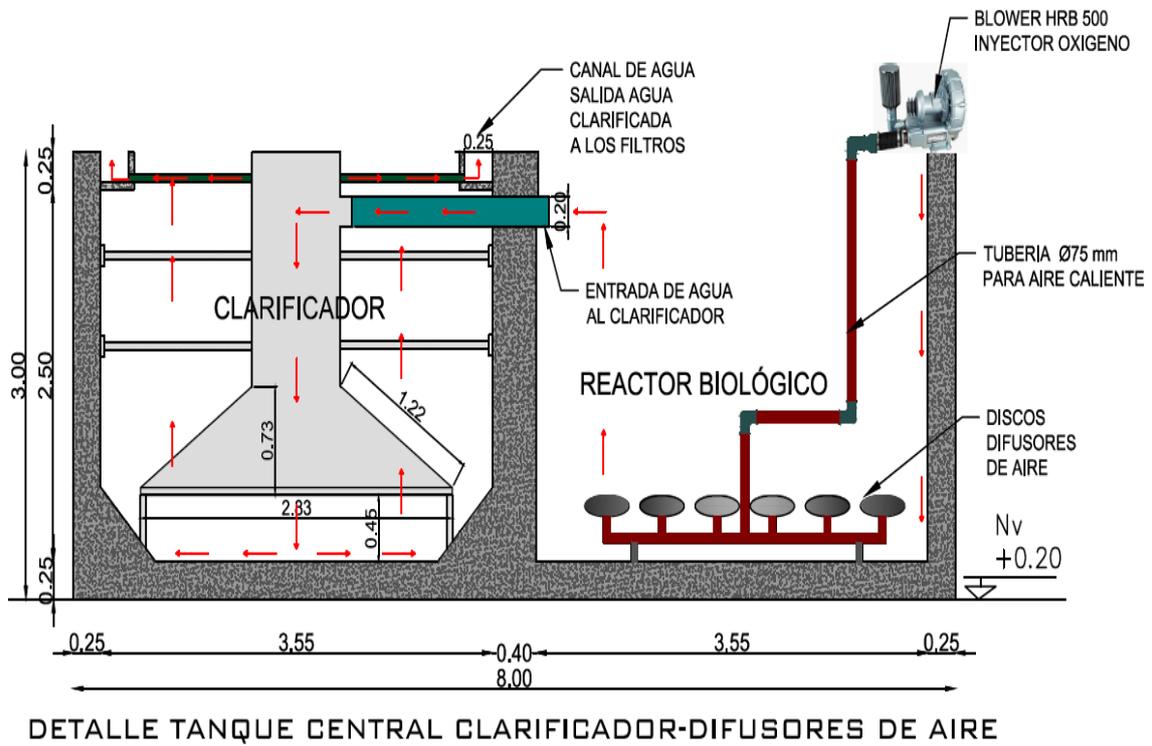
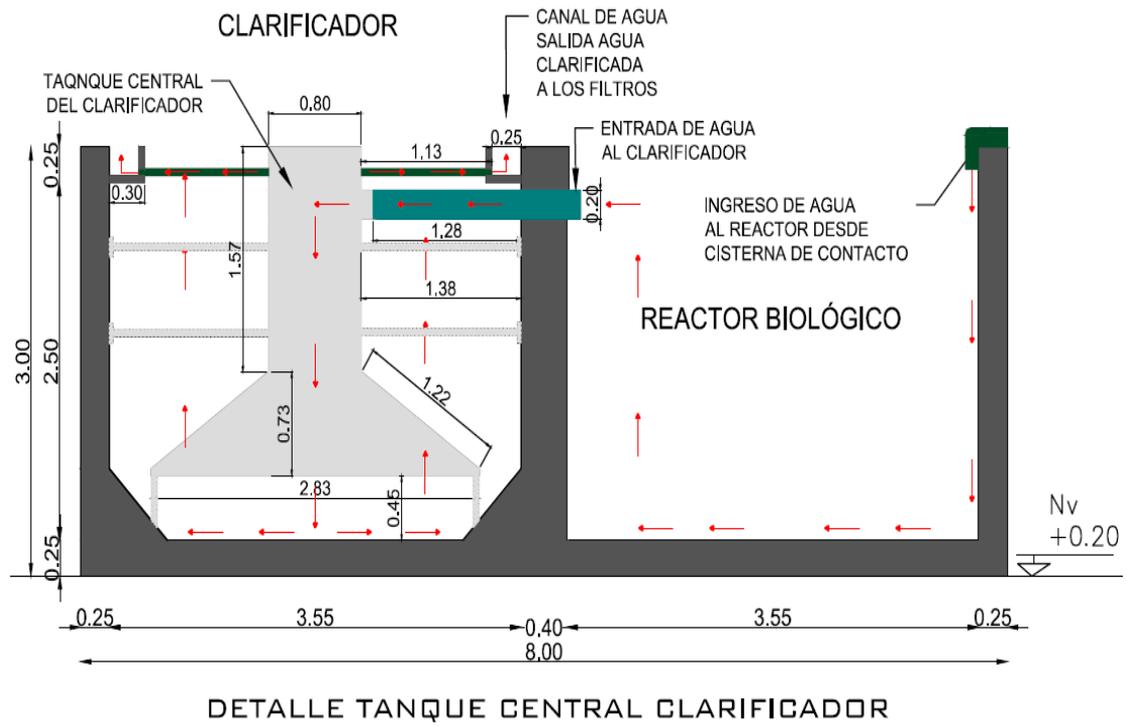


Figura 75. Corte reactor biológico-clarificador

El clarificador tendrá un tanque circular en la parte central que nos ayudará a que el agua vaya al fondo del tanque procurando evitar se agite excesivamente y así poder mantener el líquido lo más tranquila posible para que los lodos y el agua limpia quede en la parte superior. Dicho tanque será construido en acero inoxidable de 3mm calidad 304, con soportes que se anclarán a las paredes del clarificador para evitar que se vaya hasta el fondo y de este modo darle una fijación segura.

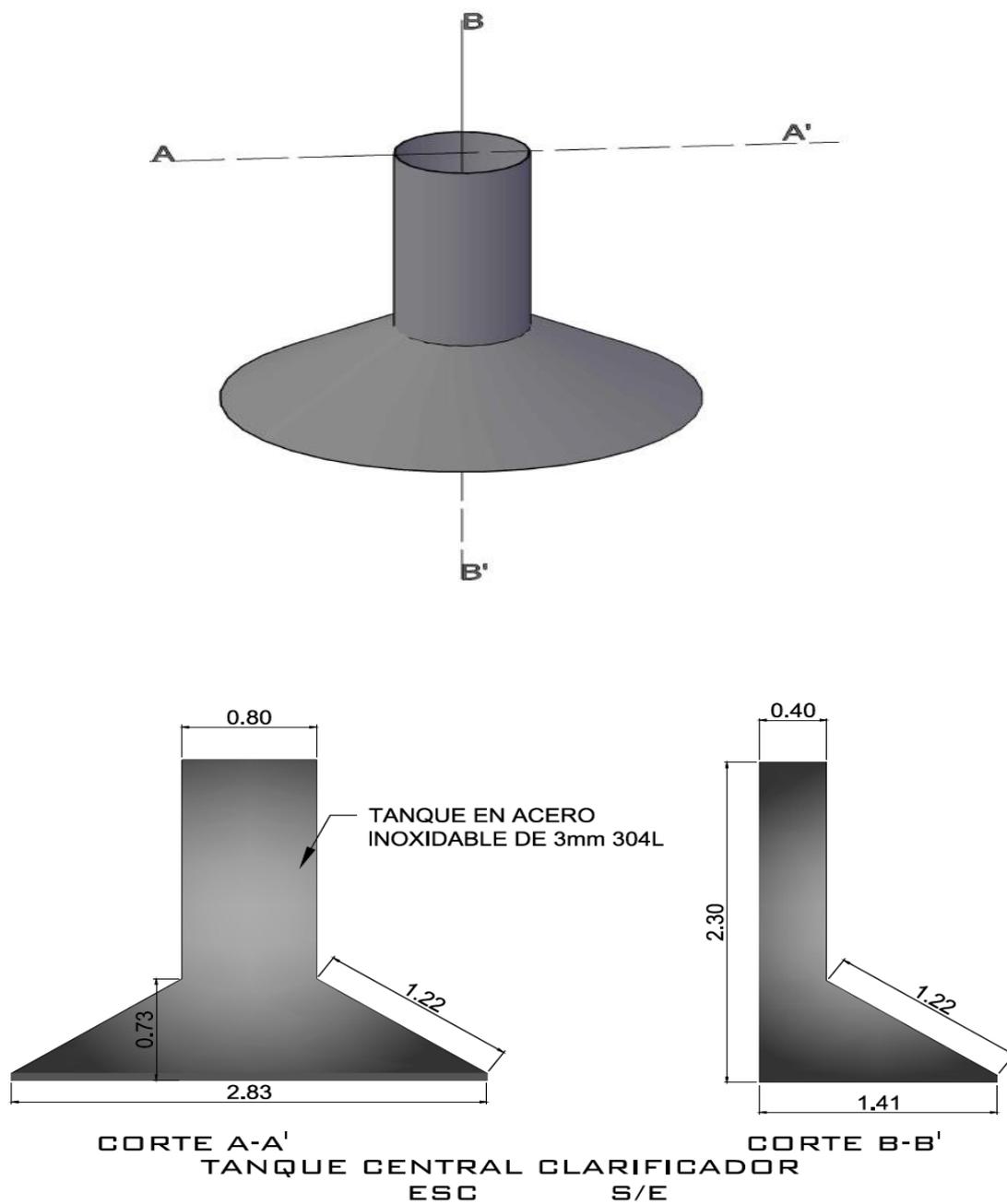
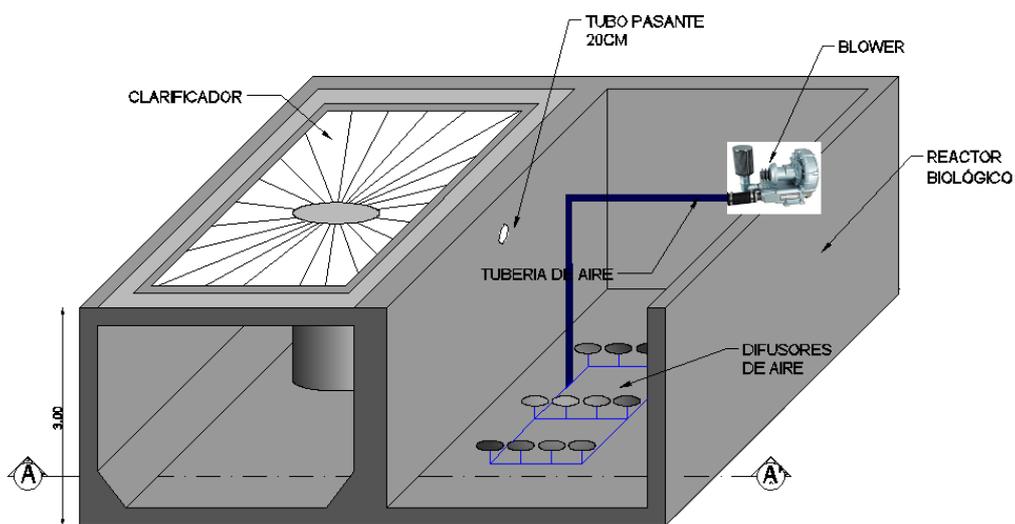


Figura 76. Vista general y corte tanque central del clarificador

De igual modo el clarificador tendrá un canal de agua en la parte interna, el que permitirá recoger el agua clarificada. Este canal se llenará únicamente por desbordamiento del clarificador hacia el canal de agua. Se deberá hacer perforaciones o dejar huecos de 50mm en todo el tramo del canal de agua para que por estos huecos se produzca o desborde el agua clarificada, tendrá una media de 20cm x 20cm x todo el perímetro interno del clarificador.

6.3.4.1. Sistema de aireación



REACTOR BIOLÓGICO Y CLARIFICADOR

Figura 77. Corte sistema de aireación, blower.

Para el sistema de aireación se deberá emplear un blower como lo indica la figura 65, siendo el responsable de inyectar el oxígeno necesario para mantener activa la población de bacterias aerobias. Al fondo del reactor biológico se deberá armar un sistema de difusores de aire por medio de discos difusores o membranas, de donde saldrá el aire inyectado por el blower con la diferencia que al salir por estos difusores el aire no saldrá abruptamente generando agitaciones innecesarias en el agua lo que no ayuda a oxigenar, al contrario, deberá salir de manera que se genere aire micro disuelto y este oxigene el agua residual. Los discos difusores tienen un diámetro de 40cm. Tanto la capacidad del blower como la cantidad de difusores de aire se deberán calcular de acuerdo al volumen

de agua que se vaya a tratar para no tener problemas por falta de aire o a su vez por exceso de aire. El blower se lo instalará en la parte superior del reactor biológico y tendrá una entrada y salida. En la entrada se coloca un filtro de aire para que no absorba objetos o basura del ambiente que podrían dañar el funcionamiento del blower, y en la salida se conecta una tubería hacia el fondo del reactor donde estará armado y anclado los difusores de aire.

6.3.4.2. Sistema de retorno de lodos

El sistema de retorno de lodos es aquel que regresa el lodo acumulado en el fondo de la clarificadora hacia el reactor biológico. Para este sistema se empleará una bomba para recircular el lodo y la cual deberá funcionar a ciertos intervalos de tiempo para evitar que se disminuya el tiempo de vida útil de la bomba. Se realiza este retorno en tubería de 50mm ya que no soportara grandes presiones y su funcionamiento será paulatino de acuerdo a la cantidad de lodo que haya en el agua.

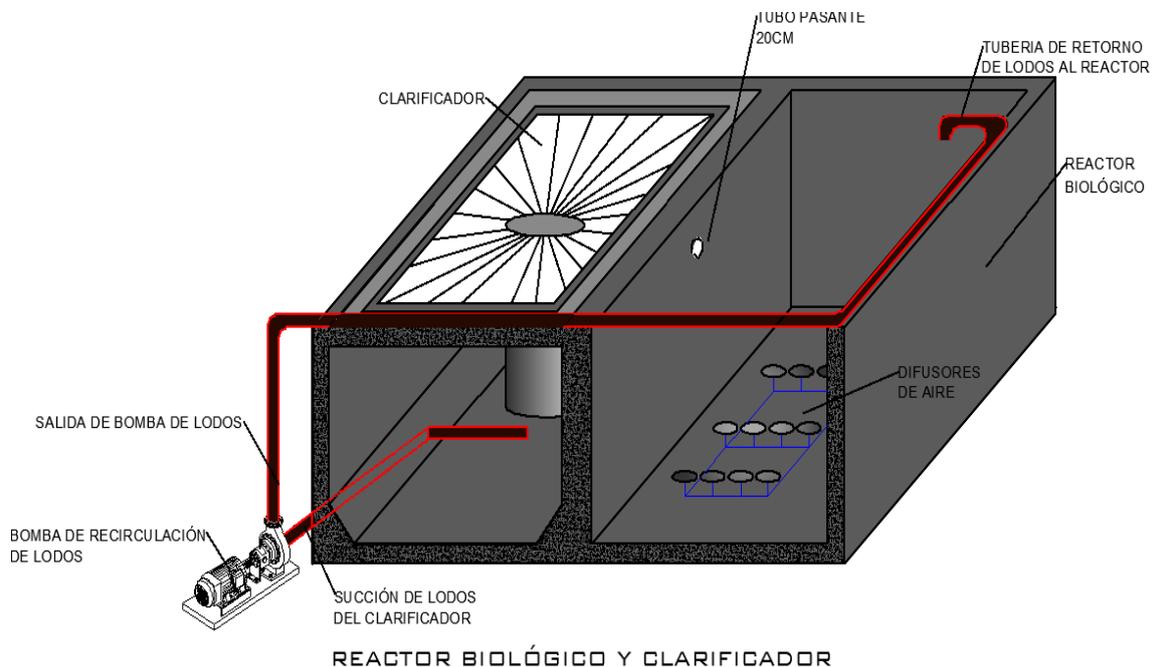


Figura 78. Sistema de retorno de lodos

6.4. Tratamiento terciario o avanzado

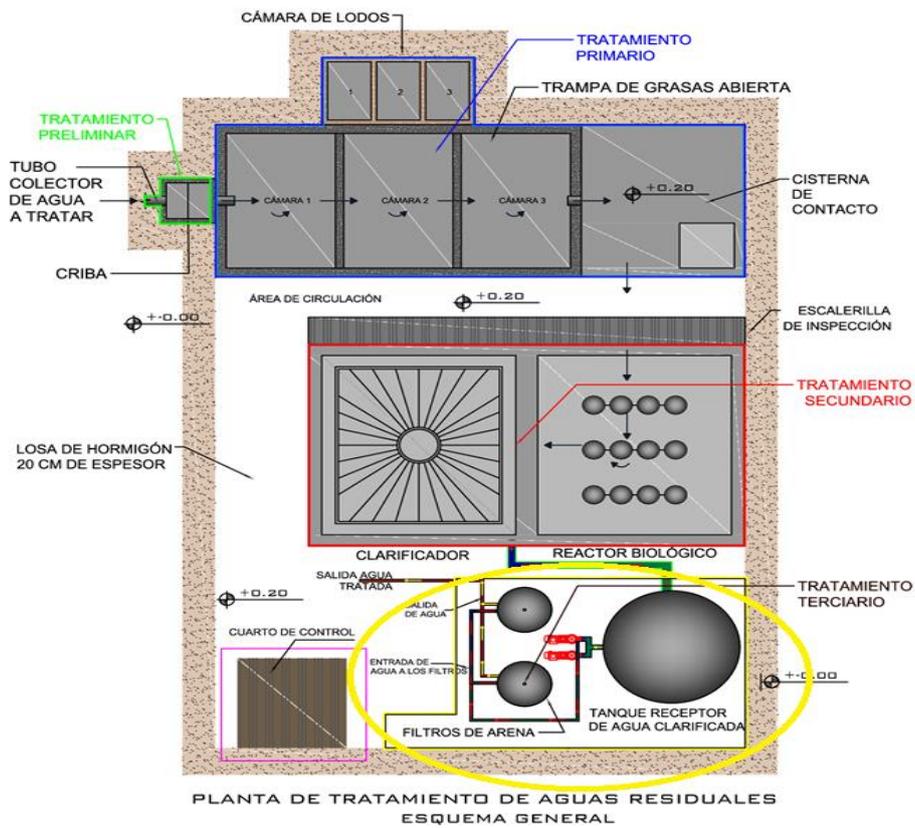
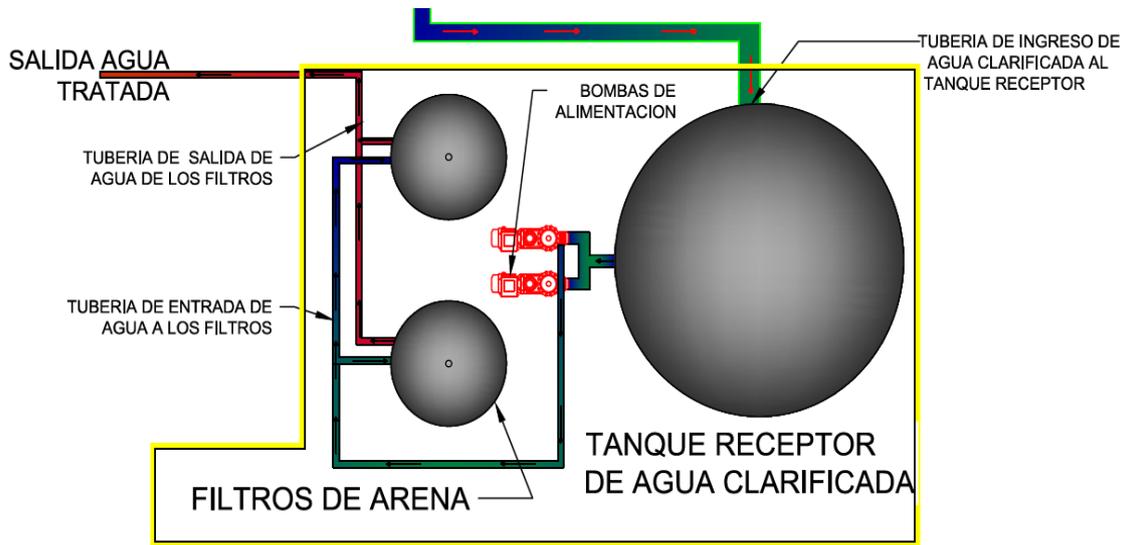


Figura 79. Planta de tratamiento de aguas residuales. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario es aquel que permite darle una mejor calidad al agua proveniente del tratamiento secundario, donde se remueve los sólidos que se encuentren en suspensión o no hayan podido ser eliminados por agentes patógenos. De esta manera se asegura agua con estándares altos al momento de enviar el agua al efluente. Dependiendo del grado de calidad del agua se podría optar por reutilizar esta agua en aplicaciones como riego, o en otros casos con una cierta dosificación de cloro se podría utilizar para limpieza de áreas como garajes o patios, si no se desea darle un uso al agua que pasa por el tratamiento terciario simplemente se puede dirigirla al afluente. Los métodos más comunes empleados en el tratamiento terciario pueden ser mediante cloración, rayos UV, osmosis inversa, electrodiálisis, ozonización, intercambio iónico, filtros pulidores.

Es recomendable emplear los filtros pulidores por su fácil manejo, su prestación en cuanto a retención de sólidos, fácil mantenimiento y por ser amigable con el ambiente ya que emplea gravas (arenas de distintas medidas) que pueden ser desechadas una vez cumplido su tiempo de vida útil sin riesgo de presentar peligro de contaminación.

6.4.1. Filtros pulidores o multimedia

Los filtros multimedia o pulidores están diseñados para filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino. Este diseño hace que las partículas más grandes queden atrapadas en las capas superiores y las más pequeñas en las inferiores. Tal diseño maximiza la capacidad de atrapar partículas que pueden ser arenilla, óxidos, orgánicos y sedimentos en general desde 10-15 micrones a más. Los filtros multimedia se utilizan como pre-tratamiento para la purificación del agua de proceso y el agua potable o para eliminar la turbidez del agua purificada que se ha drenado del sistema de purificación de aguas residuales. Los filtros multimedia presentan la solución más adecuada que satisfará las necesidades de filtración para diferentes capacidades y velocidades.



Figura 80. Filtros pulidores o multimedia

Tomado de (Filtros de arena. Búsqueda en Google.com 2019)

6.4.2. Aplicaciones de los filtros multimedia

Dentro del campo de aplicaciones existentes que se puedan dar por medio de estos filtros se puede destacar las siguientes, considerando que son las más conocidas o empleadas:

1. Filtración para la industria en general como agua para calderas y torres de enfriamiento.



Figura 81. Filtros para calderas

Tomado de (Filtros para calderas. Búsqueda en Google.com 2019)

2. Potabilización de agua de pozos, lagunas y ríos.
3. Pre-tratamiento de equipos de osmosis inversa



Figura 82. Equipo de osmosis

Tomado de (Equipos de osmosis inversa. Búsqueda en Google.com 2019)

4. Filtración de agua para procesos industriales y filtración para procesos de agua residuales.



Figura 83. Filtros para aguas residuales

Tomado de (Filtros para aguas residuales. Búsqueda en Google.com 2019)

5. Filtración para llenado de bidones. Embotelladoras de agua.



Figura 84. Planta purificadora de agua.

Tomado de (Filtros para llenado de bidones. Búsqueda en Google.com 2019)

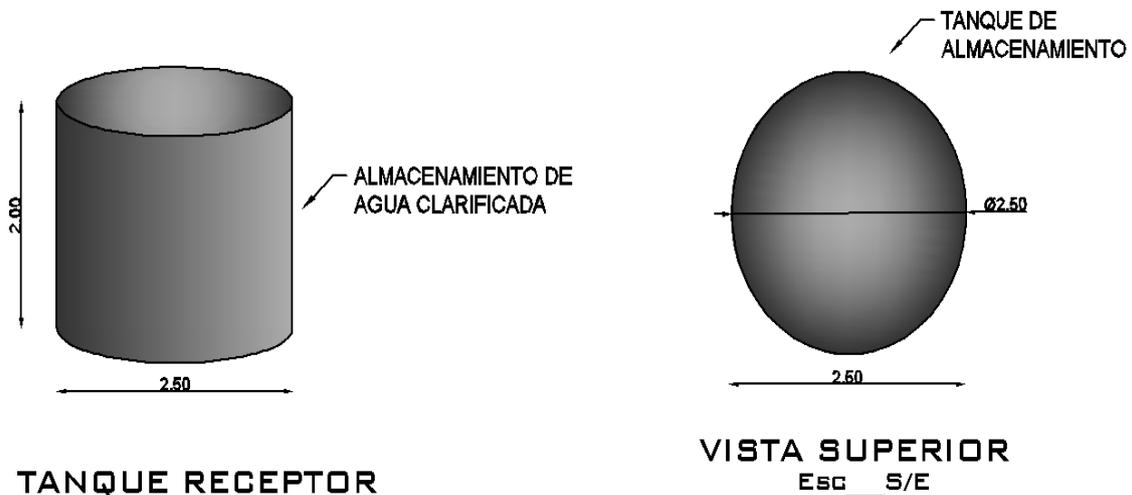
6.4.3. Propuesta del sistema de filtros.

Se considera factible la utilización de un sistema de filtros multimedia por su aplicación en aguas residuales por sus ventajas de operación y espacio dentro de una planta de tratamiento de aguas residuales, así como sus mantenimientos simples y en tiempos cortos.

6.4.3.1. Consideraciones

- Se debe tener en cuenta un tanque receptor de agua de donde se alimentará al sistema de filtros multimedia.
- Este tanque se llenará con el agua que sale de la clarificadora.
- El tanque será en polietileno ya que únicamente recibirá agua para almacenar para el sistema de filtración, donde no habrá ningún agente químico que pueda deteriorar o dañar al tanque.
- El tanque deberá tener una capacidad de 10m^3 para evitar tener un volumen de agua en exceso que puede verse afectado con emanaciones

de malos olores o por presencia de agentes patógenos que perjudiquen la calidad del agua.



TANQUE RECEPTOR

Figura 85. Tanque receptor agua clarificada

- Se utilizará dos bombas de alimentación para los filtros, estas bombas se deberá conectar la entrada al tanque receptor de agua clarificada y la salida de las bombas deberá ir conectado a la entrada de los filtros. Se empleará dos bombas para tener una bomba de apoyo o para que trabajen de manera alternada y poder tener un mayor tiempo de vida útil de las bombas.

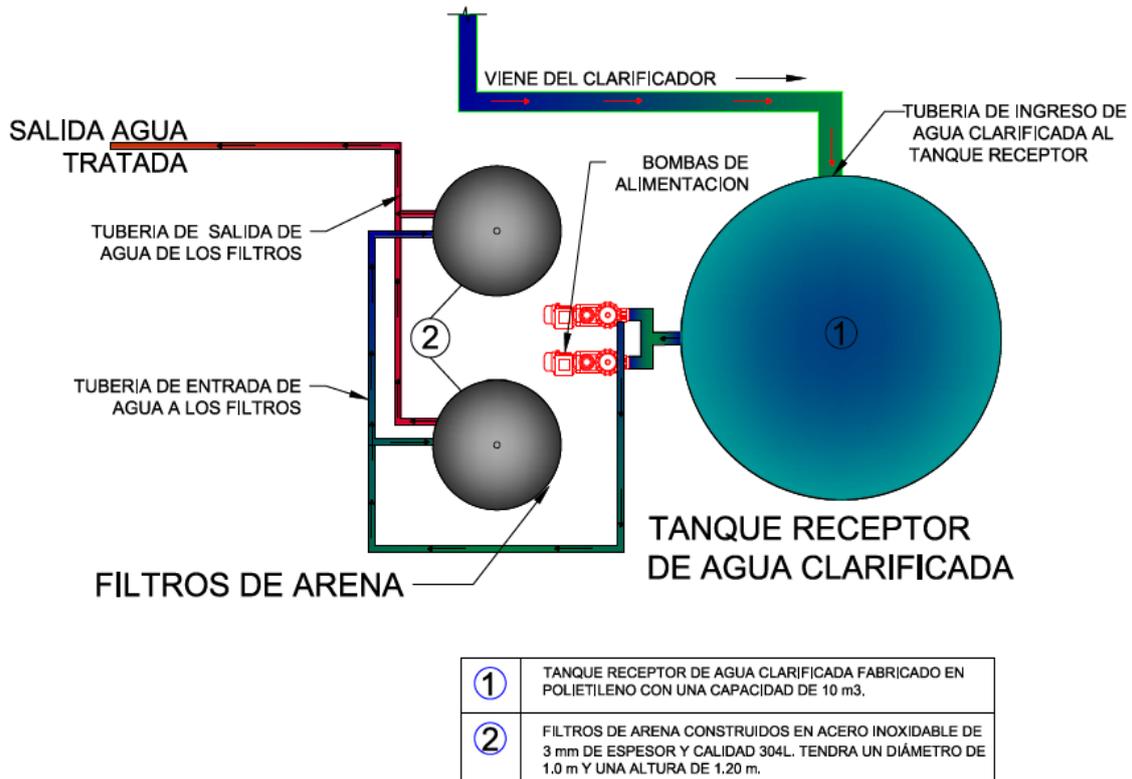


Figura 86. Implantación general sistema de filtros-bombas de alimentación-tanque receptor.

Los filtros se construirán en acero inoxidable de 3mm de espesor según recomendaciones de la empresa Chemequip Cia. Ltda. Empresa dedicada a la fabricación de filtros y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, con un diámetro de 1.0m y una altura de 1.20m, se construirán dos filtros los cuales tendrán la suficiente capacidad para retener los sólidos que se encuentren suspendidos hasta esta parte. Su funcionamiento será automático para asegurar un control y limpieza constante del agua residual. La salida de los filtros se deberá llevar con tubería hacia el efluente donde se dará por terminado el proceso de tratamiento del agua residual.

- Los filtros deberán tener una entrada y salida, la entrada deberá estar conectado a un deflector que se encontrará en la parte interna del filtro. La salida tendrá internamente una tubería colectora de agua, por donde saldrá el agua filtrada hacia el afluente o destino final que se vaya a dar.

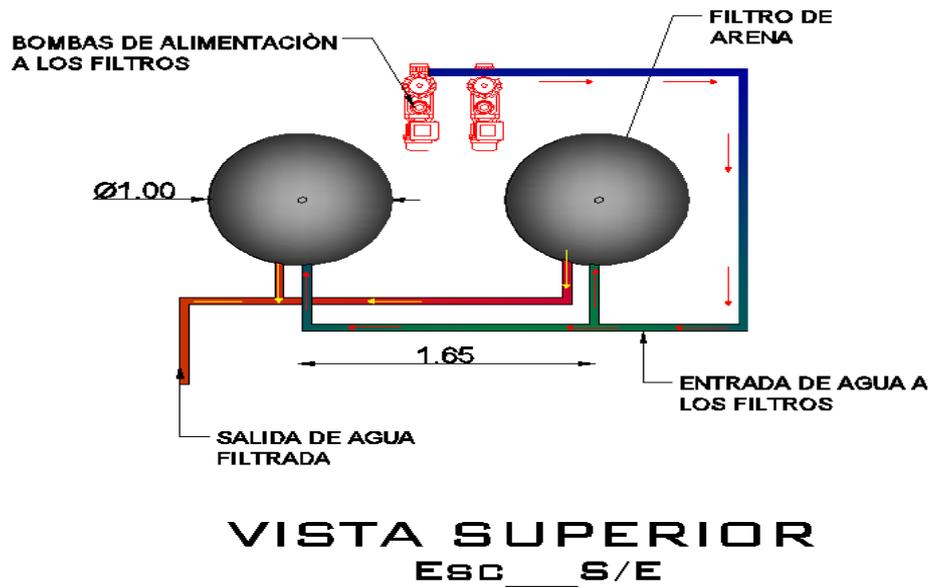


Figura 87. Vista superior distribución filtros multimedia

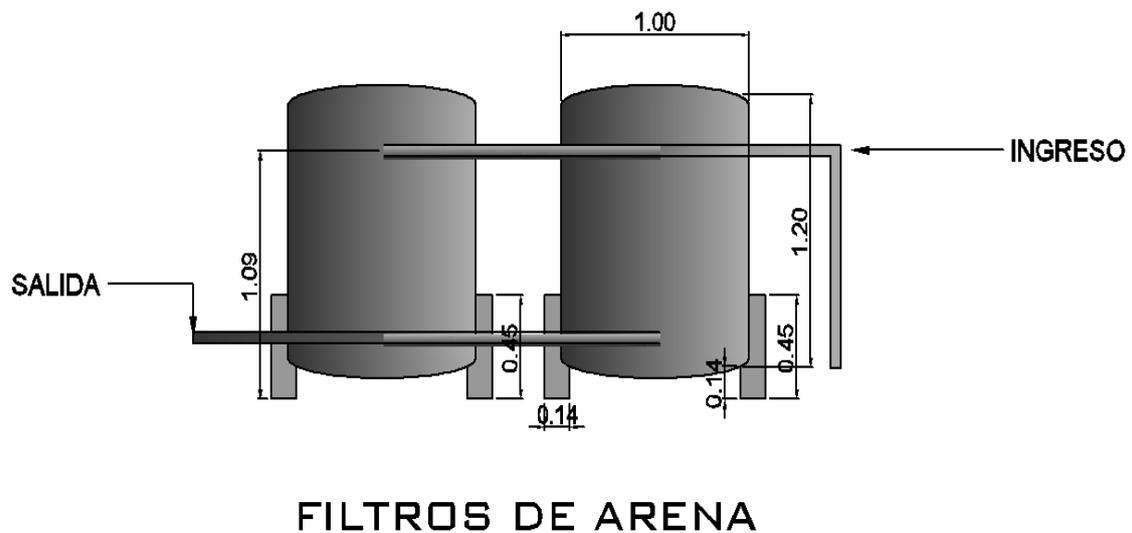


Figura 88. Filtros multimedia. Perspectiva general

- Los filtros internamente deberán estar llenos las $\frac{3}{4}$ partes del tanque con dos capas de material filtrante, una capa con piedra grava soporte y otra capa de arena grava número 4, estos elementos son los que ayudarán a que se retenga los sólidos y cualquier tipo de residuo q no se haya eliminado hasta este punto.

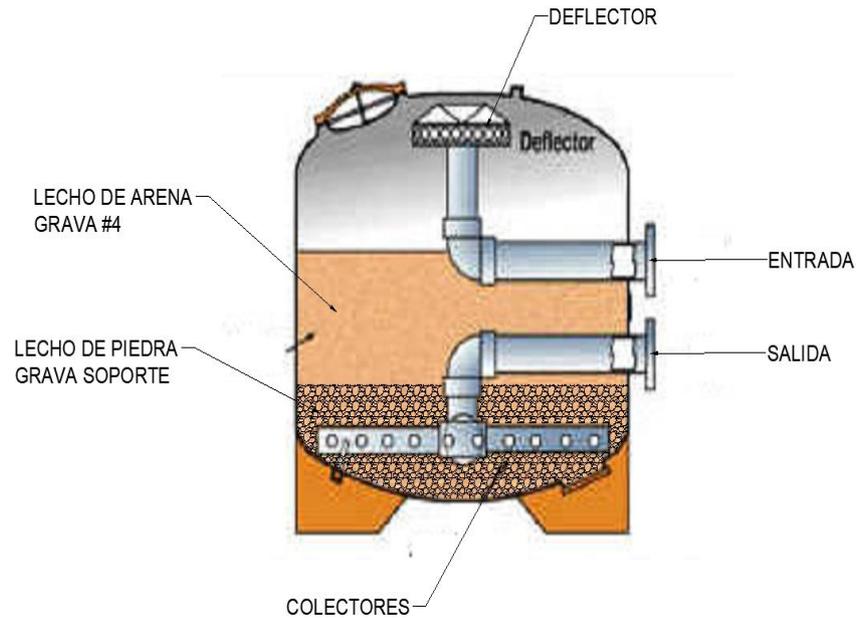
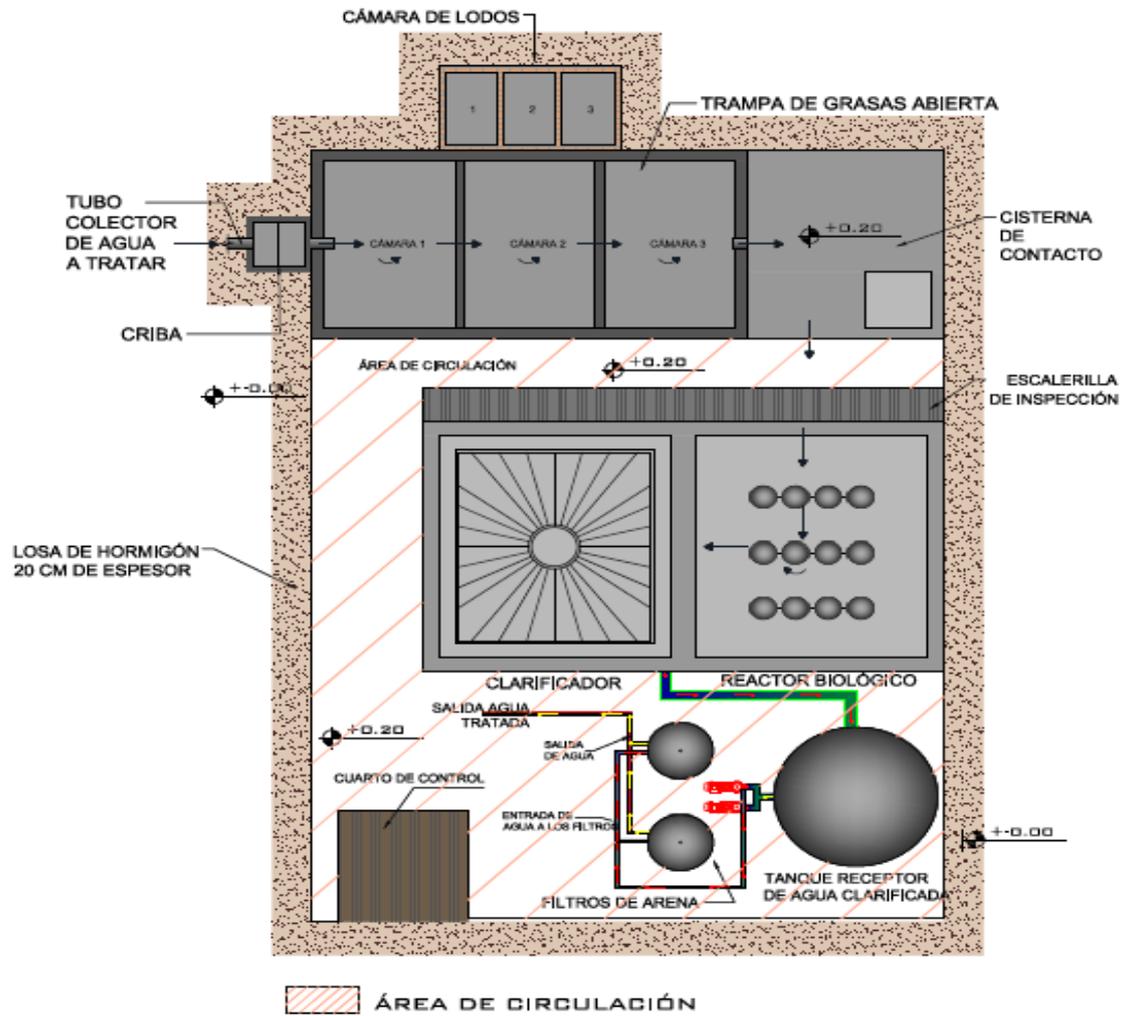


Figura 89. Esquema interno de un filtro multimedia.

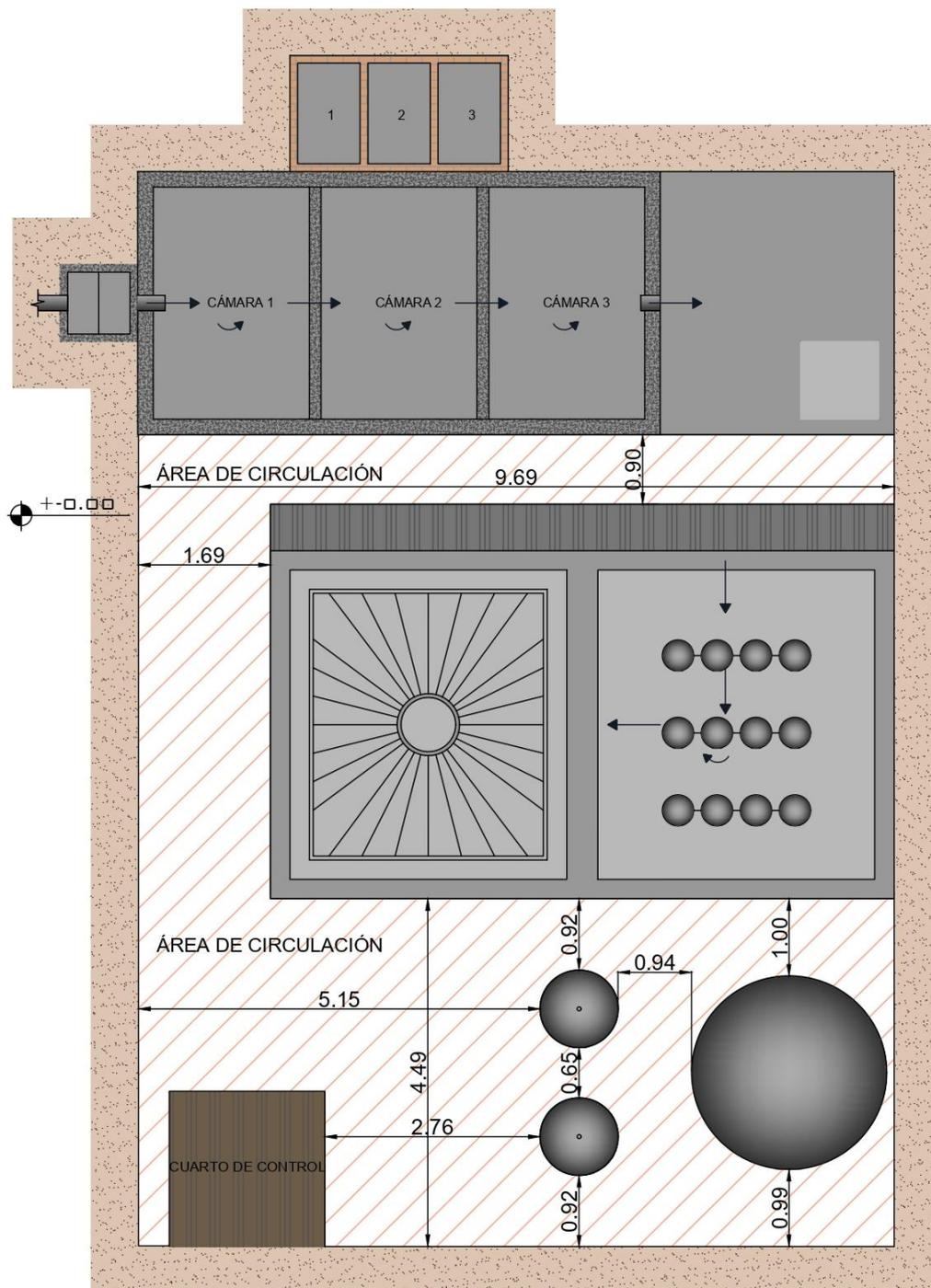
Tomado de (Filtros de arena. Búsqueda en Google.com 2019)

6.4.4. Cuarto de control y camineras

Contemplado las etapas y elementos que conforman cada una de ellas, se deberá establecer espacios para tránsito peatonal y que a su vez sirvan para revisiones y mantenimientos a los distintos equipos. De igual modo se necesitará de un cuarto de control donde se deberán ubicar elementos que no pueden estar a la intemperie como tableros eléctricos, así se dará mayor seguridad.



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

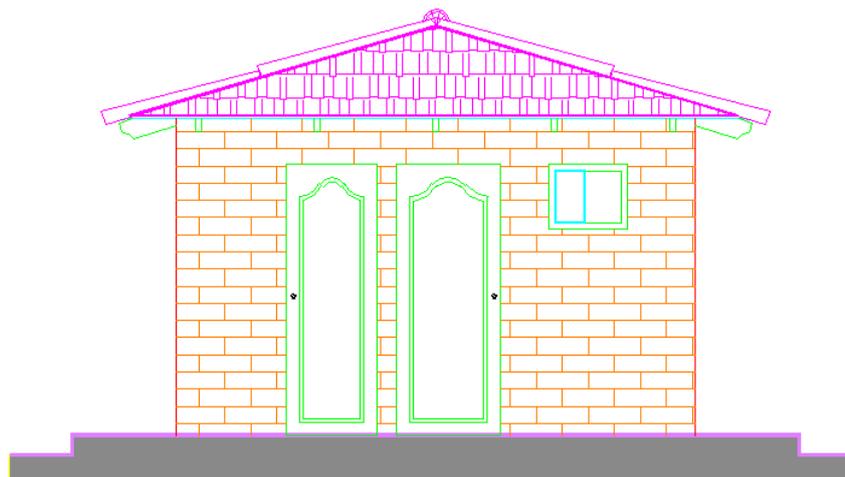
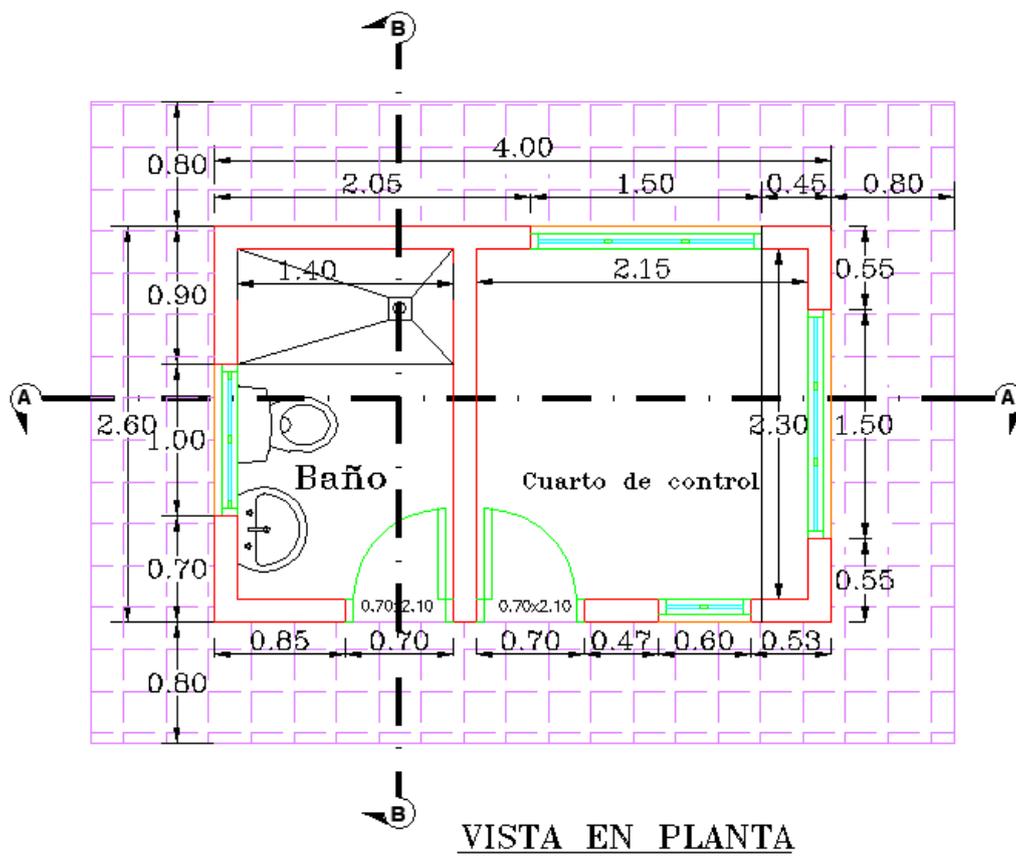


 **ÁREA DE CIRCULACIÓN**

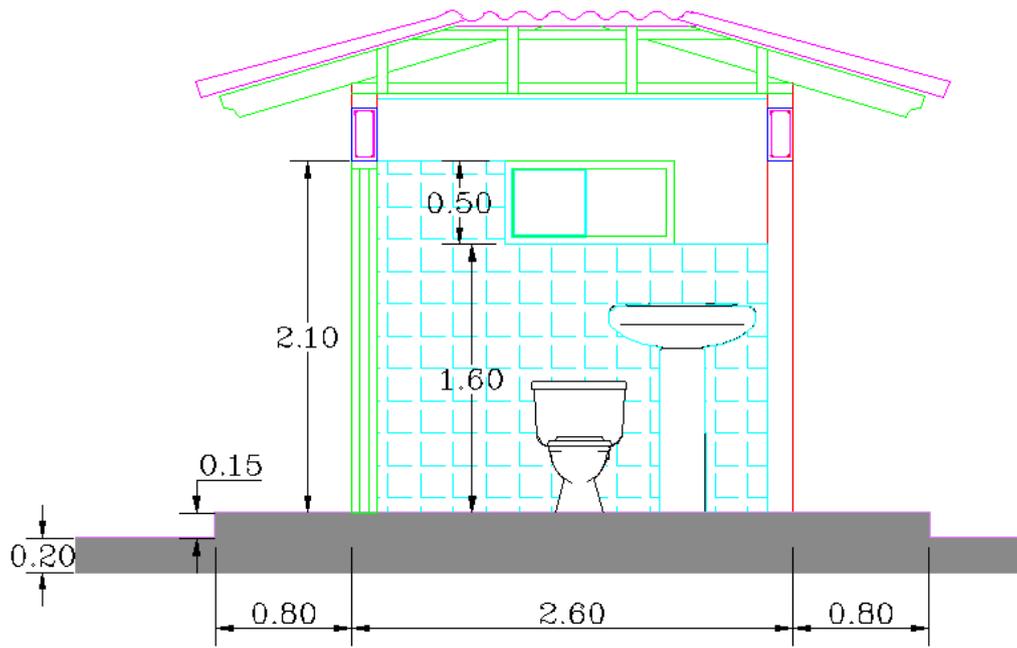
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Figura 90. Áreas de circulación, esquema general.

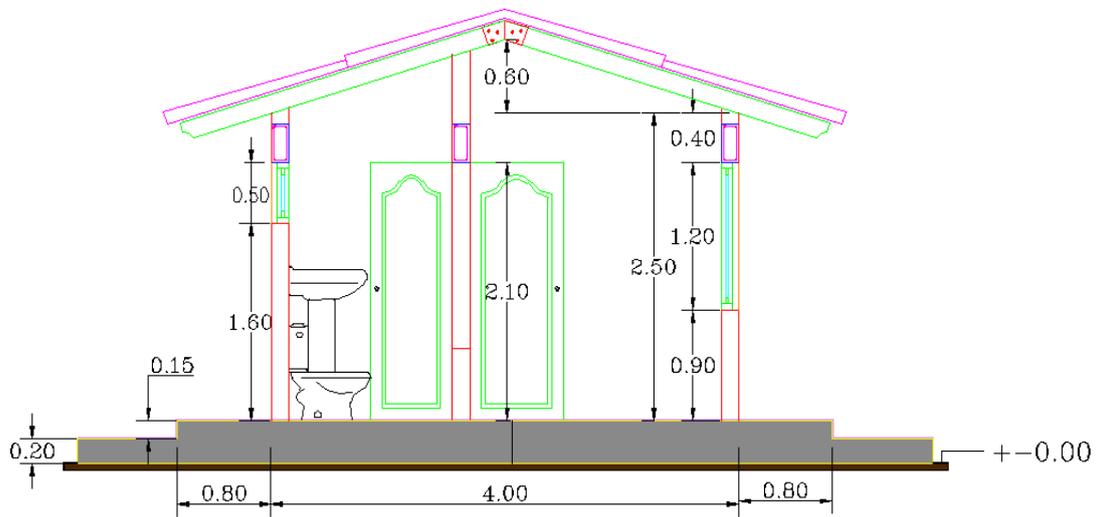
6.4.5. Cuarto de control



ELECCION PRINCIPAL



CORTE B-B



CORTE A-A

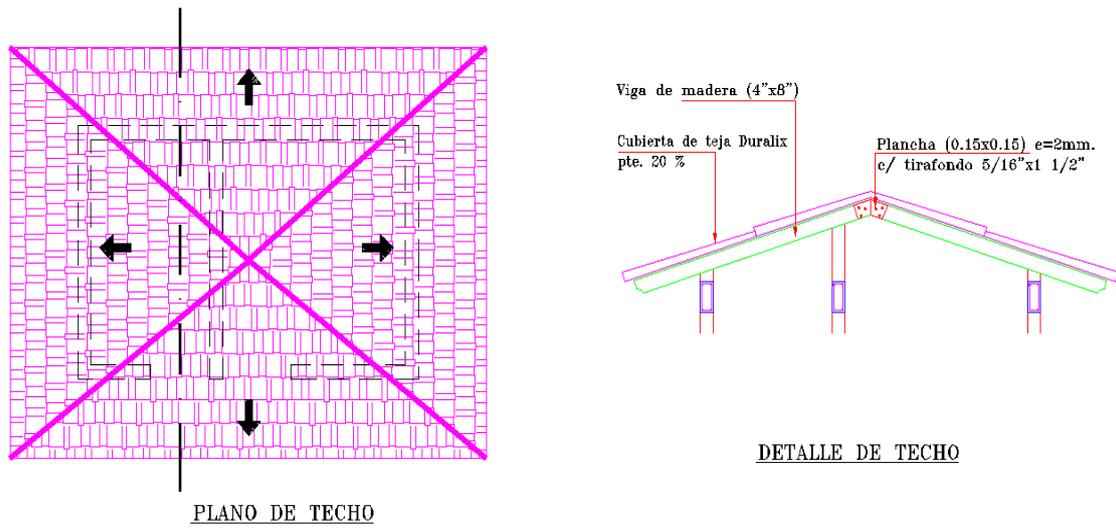


Figura 91. Vista en planta, elevación y corte cuarto de control.

7. CAPÍTULO VII. MANEJO, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, SECTOR RUNAHURCO

Cuando se habla de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, industriales o municipales, muchas de estas varían en sus dimensiones, formas o elementos, pero todas se basan en las etapas del proceso de tratamiento que se estudió en el capítulo anterior. Es así que cada planta de tratamiento tiene un funcionamiento y manejo indicado por cada responsable constructor o diseñador de las mismas.

Este funcionamiento generalmente lo basan al modelo que hayan desarrollado y dependiendo de las etapas del mismo, el funcionamiento puede ser simple o complejo. El manejo de las plantas de tratamiento de igual modo es responsabilidad del constructor ya que es quien deberá capacitar y entregar un manual de manejo de la planta de tratamiento.

Tomando en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores se procederá a desarrollar un manual de funcionamiento y un manual de manejo de la planta de tratamiento de aguas residuales para que se pueda tener una mejor idea del proceso y el funcionamiento de los elementos que intervienen en cada una de las etapas.

7.1. Manual de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui.

A continuación, se presenta el funcionamiento del sistema completo de la planta de tratamiento de aguas residuales para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui.

7.1.1. Tubo colector

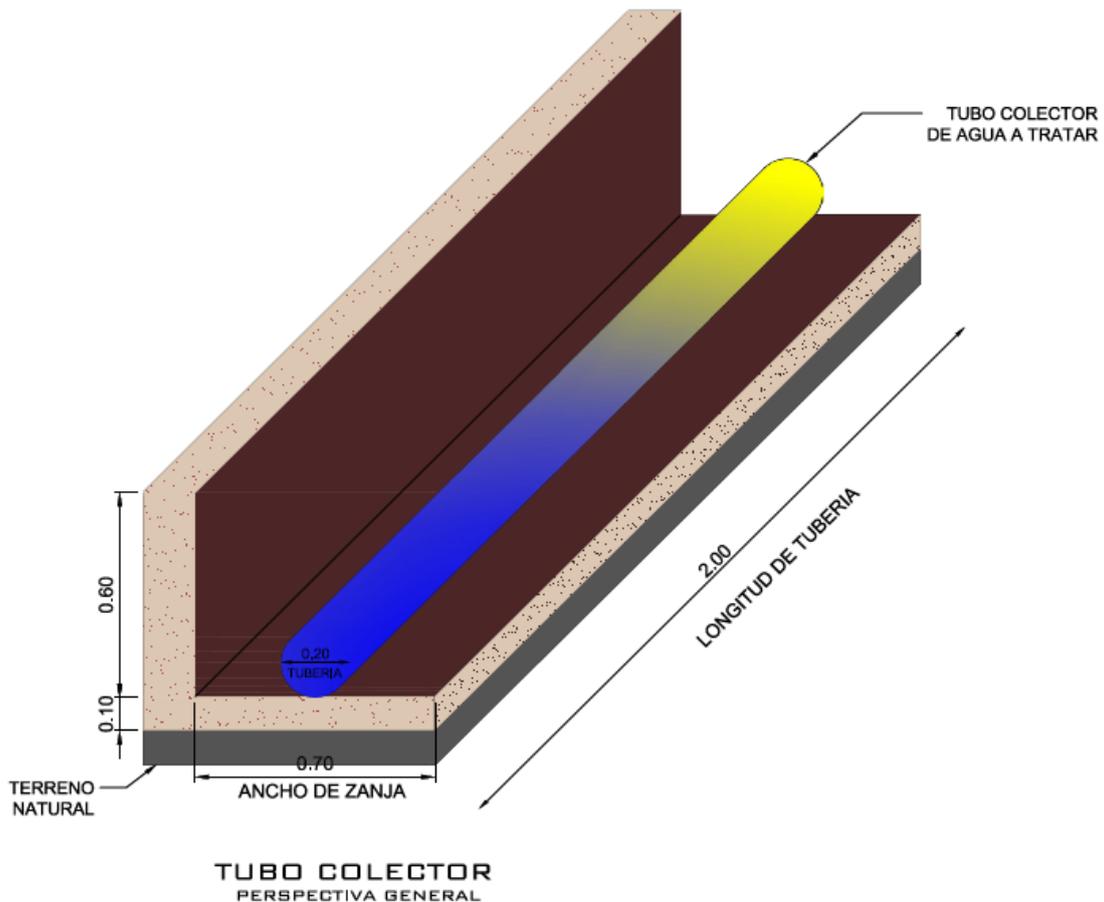


Figura 92. Tubo colector perspectiva general

Como primer paso el agua ingresara por donde indica como entrada de agua en la figura 81, se deberá observar que el tubo no se encuentre colapsado o haya materiales que puedan impedir que el caudal de agua pueda circular en menor cantidad al que se ha construido la planta de tratamiento.

7.1.2. Criba

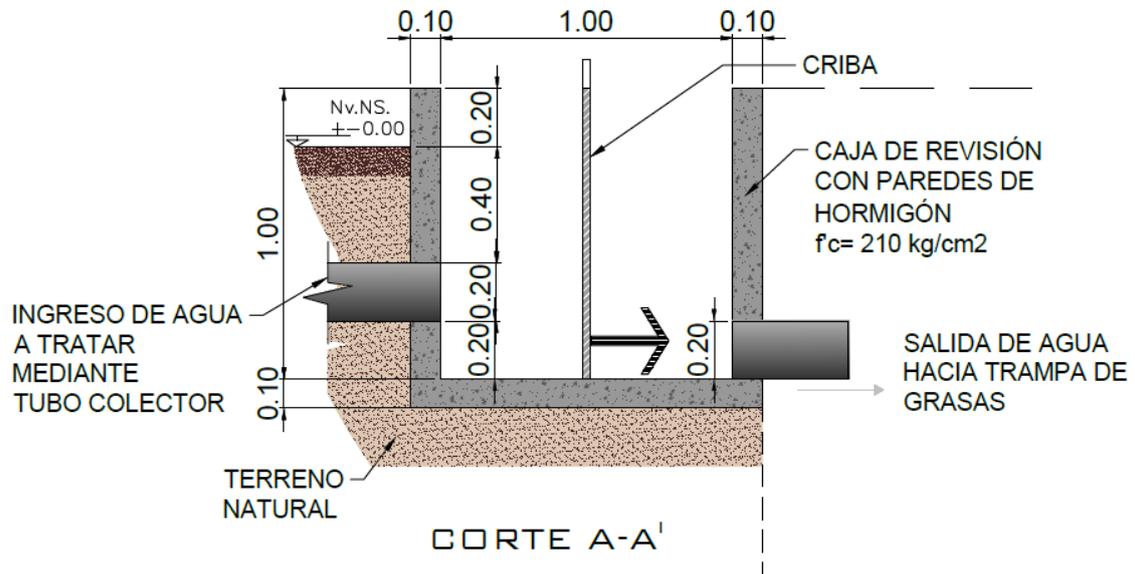


Figura 93. Corte A-A', entrada y salida caja de revisión

Como segundo paso tenemos el paso del agua por la criba. Como se observa en la figura 82, el agua pasa de un punto hacia otro atravesando la criba, esta criba estará ubicada dentro de una caja de revisión. La criba permitirá retener ciertos materiales sólidos que estén en el agua, así de este modo ayudará a prevenir que pasen materiales como basura plástica que puedan dañar el funcionamiento de las siguientes etapas. Es muy importante la criba en este punto ya que si no se la coloca el resto del tratamiento se verá afectado y no se obtendrá los resultados deseados.

7.2. Trampa de grasas

En lo concerniente a la trampa de grasas se la subdividirá en dos funcionamientos: el primero será el flujo y sentido de circulación del agua a través de la trampa de grasas y el segundo en cuanto al sistema air-lift que incorpora la

trampa de grasas, se indicará por separado para tener una idea más clara y comprensible sobre cada una.

7.2.1. Funcionamiento de la trampa de grasas

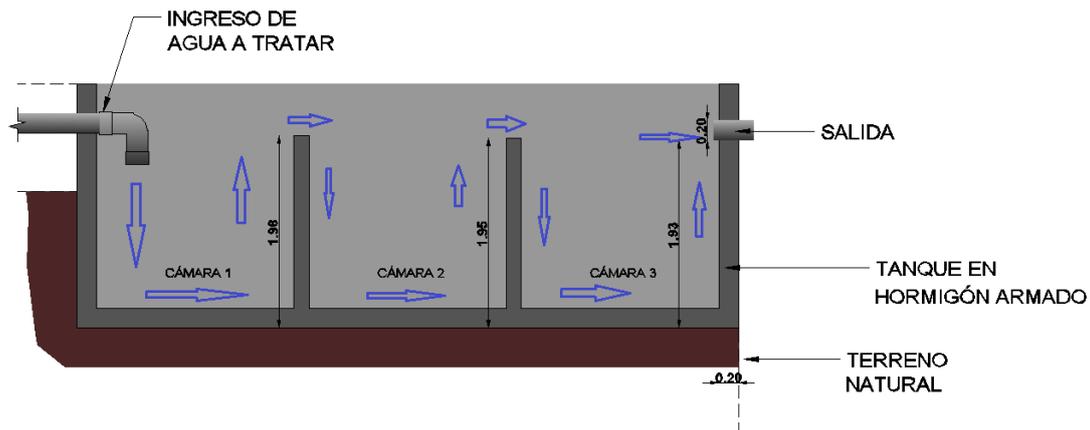


Figura 94. Corte trampa de grasas, entrada y salida de agua a tratar.

Inicia en el tubo de “ingreso del agua a tratar” cayendo así hacia el fondo de la cámara 1 hasta llenarse totalmente y desbordar por la primera pared divisoria que tiene una altura de 1.98m, al desbordar por dicha pared cae hacia la cámara 2 y de igual manera se llenara hasta desbordar por la pared divisoria dos que tiene 1.95m de alto, se desborda por esta pared hacia la cámara 3 y de igual modo que en las anteriores cámaras se desbordara pero por un tubo de 200mm que es la salida del agua de la trampa de grasas hacia la cisterna de contacto de agua de trampa de grasas. Se mantienen esta diferencia de alturas entre el punto inicial que corresponde al tubo de ingreso y el tubo de salida para que el agua pueda circular y en este trayecto el agua vaya golpeando con las paredes divisorias de tal forma que, al golpear, las grasas se vayan deteniendo en las paredes y solo el agua siga el trayecto. Cabe también indicar que el agua en esta parte tendrá una velocidad de circulación que estará entre los 0.3-0.6 m³/min, esto ayudará a que el agua circule en su mayor reposo posible para permitir que las grasas se separen del agua y puedan elevarse hacia la superficie, los sólidos

más pesados se irán hacia el fondo del agua y de ese modo se separa las grasas y sólidos pesados del agua.

7.2.2. Funcionamiento del sistema air-lift

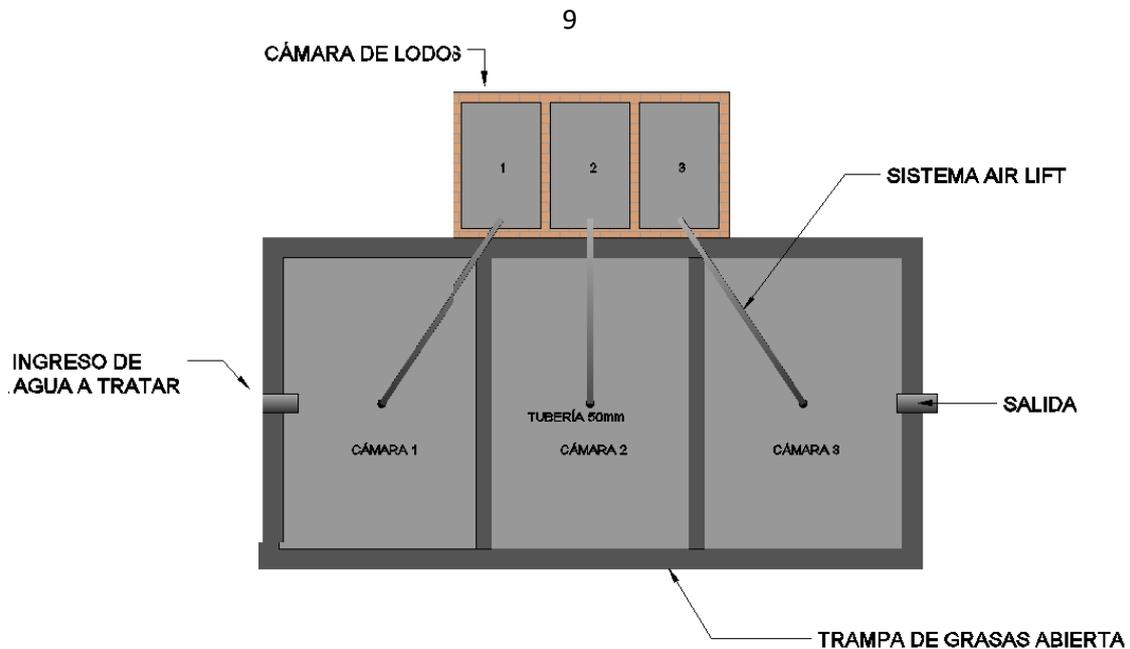


Figura 95. Vista superior sistema air-lift

El sistema air-lift tiene como función extraer el lodo o sólidos acumulados al fondo de las cámaras de la trampa de grasa, este lodo es absorbido desde el fondo y descargado en las cámaras o cámaras de lodos donde se deberá dejar un tiempo determinado para que se seque por acción natural para su posterior disposición. Consta de tres air-lift, cada uno con conexión, absorción y descarga independiente.

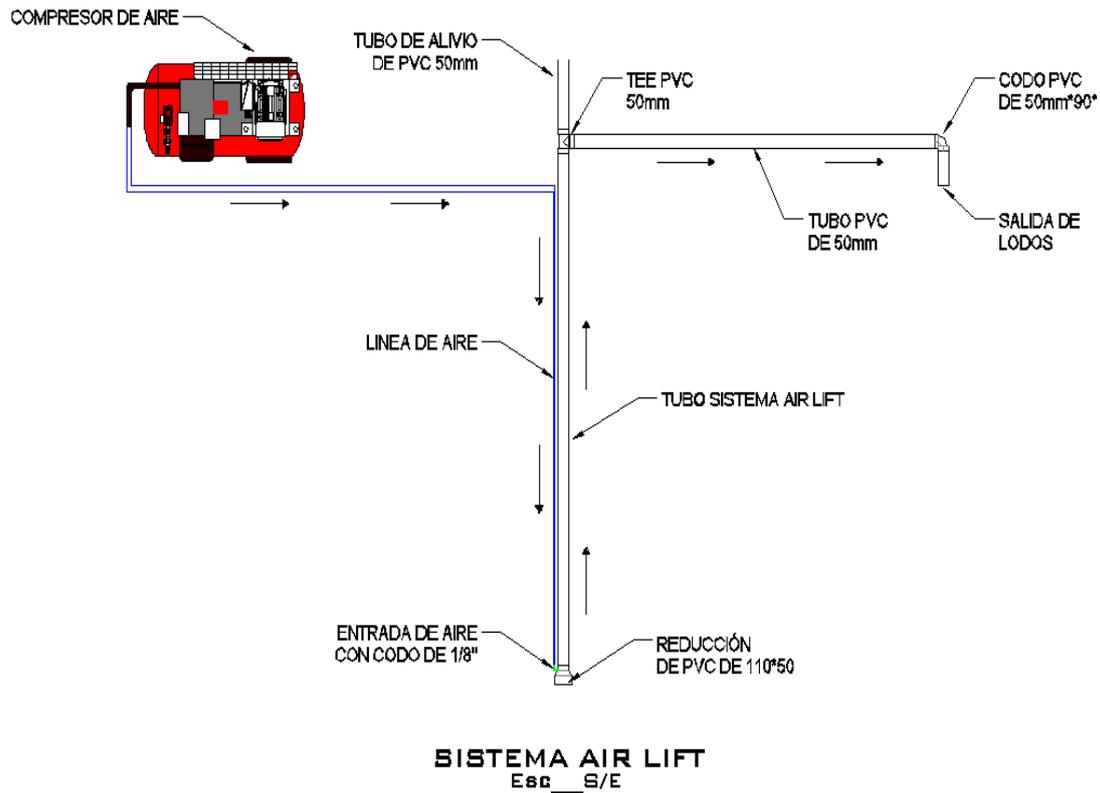


Figura 96. Funcionamiento del air-lift

El sistema funciona del siguiente modo: el aire es producido por un compresor y llevado por medio de una manguera o línea de aire que se conecta a una reducción de 110*50mm de pvc que va en el fondo del tanque, una vez que el aire ingresa a este punto se genera unas burbujas de aire, mismas que al elevarse hacia la superficie van arrastrando cierta cantidad de lodo que se encuentra en el fondo del tanque. Dichas burbujas se elevan hasta la parte más alta del tubo del sistema air-lift, permitiendo que el lodo que ha sido arrastrado se vaya por la tee de 50mm y no se derrame por la parte más alta de la tubería. Inmediatamente después de la tee la tubería deberá tener una cierta caída para que pueda circular el lodo y no se vaya estancando y produciendo taponamientos. Finalmente, el lodo extraído se lo deposita en las cámaras de lodos, sitio donde se deberá permanecer un tiempo para que seque.

7.2.3. Cisterna de contacto

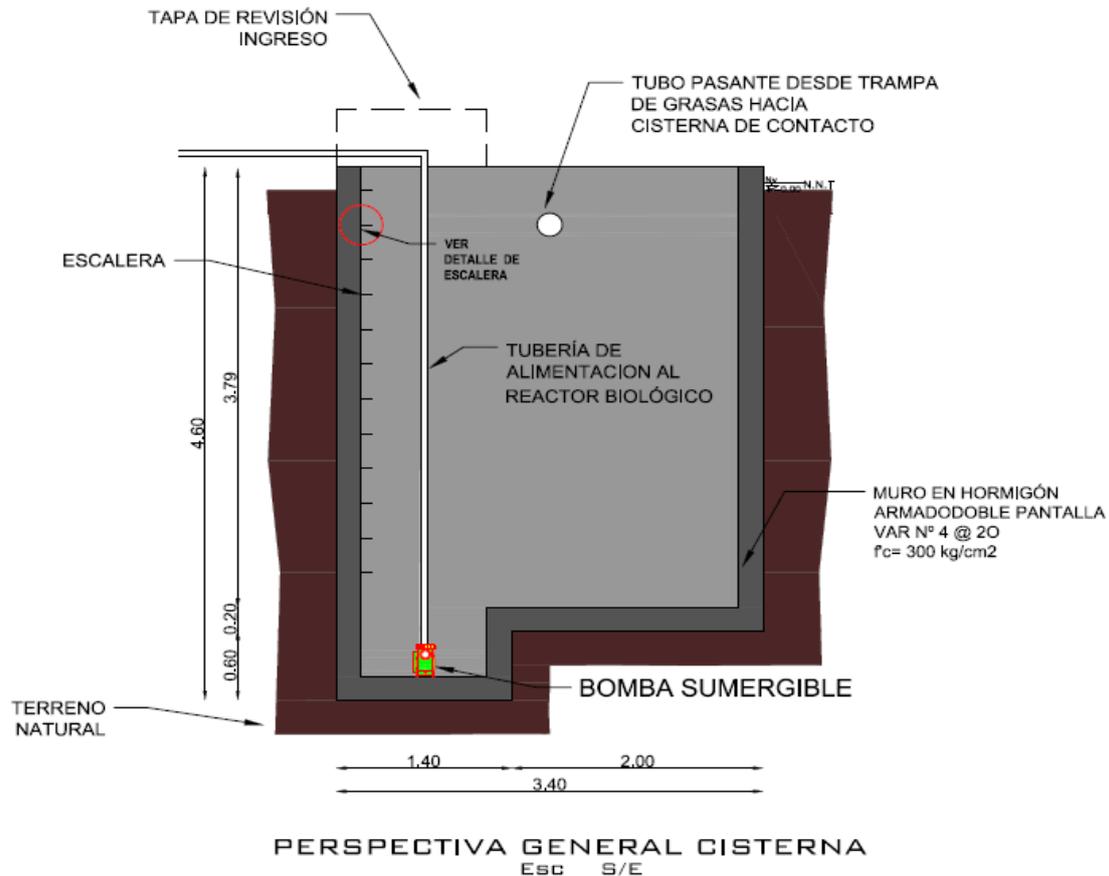


Figura 97. funcionamiento cisterna de contacto

El agua ingresa a través de la tubería de alimentación que concierne al agua de salida de la trampa de grasas. Aquí simplemente se llenará el agua hasta un cierto nivel y será bombeado por la bomba sumergible hacia el reactor biológico. Se dispone de una escalerilla para revisión y mantenimiento tanto de la bomba como de la cisterna en el caso de ser necesario.

7.2.4. Reactor biológico

Una vez que el agua es bombeada desde la cisterna de contacto hasta esta parte es donde se deberá tomar en cuenta ciertos factores como son: los difusores de aire, el blower y las bacterias. Estos tres elementos mencionados, juntos permiten que se produzca la biodegradación de sólidos suspendidos en el agua. El agua llega al reactor biológico, se llena en un determinado tiempo y pasa hacia

el clarificador, durante este periodo el agua se encuentra en contacto con las bacterias y la oxigenación es donde se produce la biodegradación. Las bacterias por medio de la oxigenación producida a través de los difusores de aire permiten que se mantengan vivas y en reproducción, lo que garantiza que los sólidos que no han sido eliminados en las etapas anteriores se puedan eliminar en este punto. La cantidad de oxígeno y la cantidad de bacterias se darán en base a parámetros de medida determinado por un laboratorio, pero se recomienda tener una población de bacterias no menor al 50% del volumen total de agua y con una oxigenación ≥ 2 mg/l.

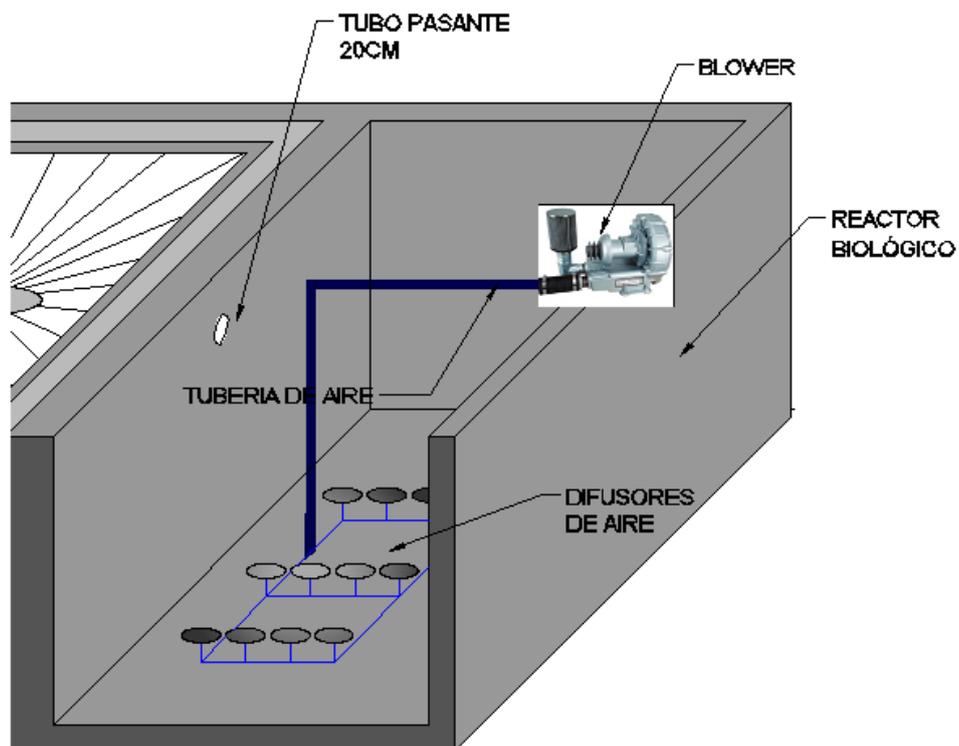
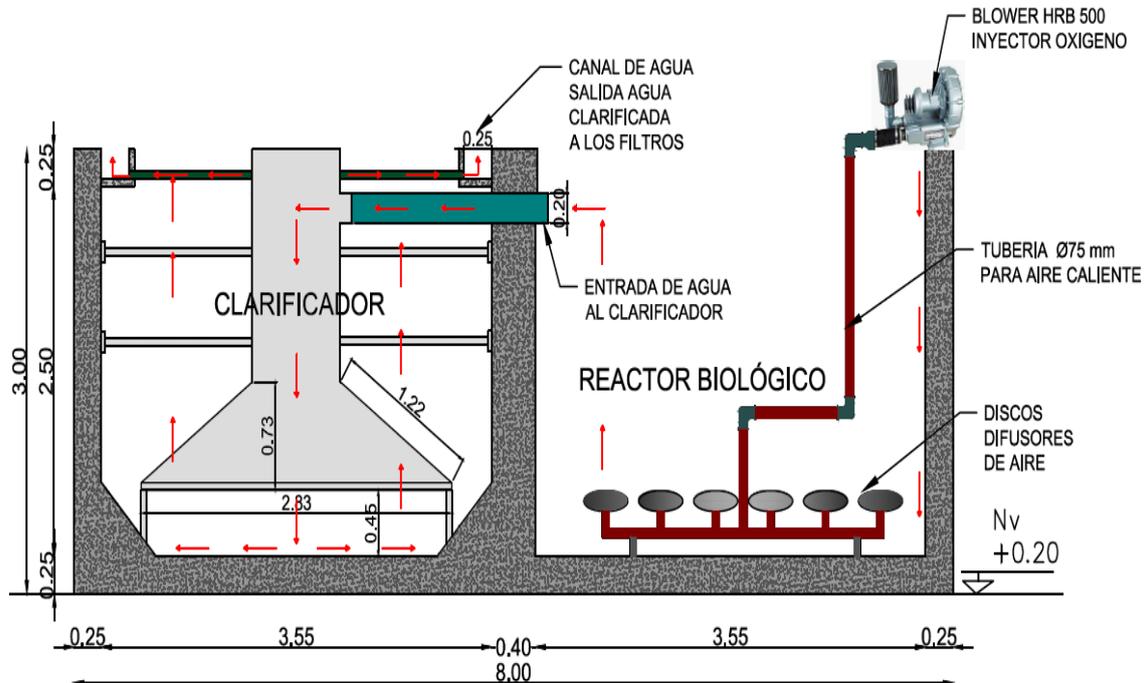


Figura 98. Reactor biológico

El blower es el encargado de inyectar el oxígeno en el reactor biológico, consta de una entrada en donde se ubica un filtro de aire y una salida que descarga en el sistema de los discos difusores los que se encargan de transformar el oxígeno inyectado por el blower en aire micro disuelto al entrar en contacto con el agua.

7.2.5. Clarificador



DETALLE TANQUE CENTRAL CLARIFICADOR-DIFUSORES DE AIRE

Figura 99. Funcionamiento del clarificador

El clarificador tiene su inicio al pasar el agua del reactor biológico al clarificador por medio de un tubo de 200mm que conecta a estos dos y conecta desde el reactor al clarificador a un tubo central que es construido en acero inoxidable donde el agua choca y va hacia el fondo del clarificador, así de ese modo el agua empieza a subir su nivel de manera quieta en lo absoluta para lograr que los lodos que se hayan pasado al clarificador puedan quedarse en el fondo y el agua suba lo más limpia posible y se desborde por unos tubos de 50mm (tubo con perforaciones de $\frac{1}{2}$ " de diámetro a una distancia de 3cm) hacia el canal de agua clarificada. Estos tubos deberán ir colocados en todo el perímetro interno del clarificador.

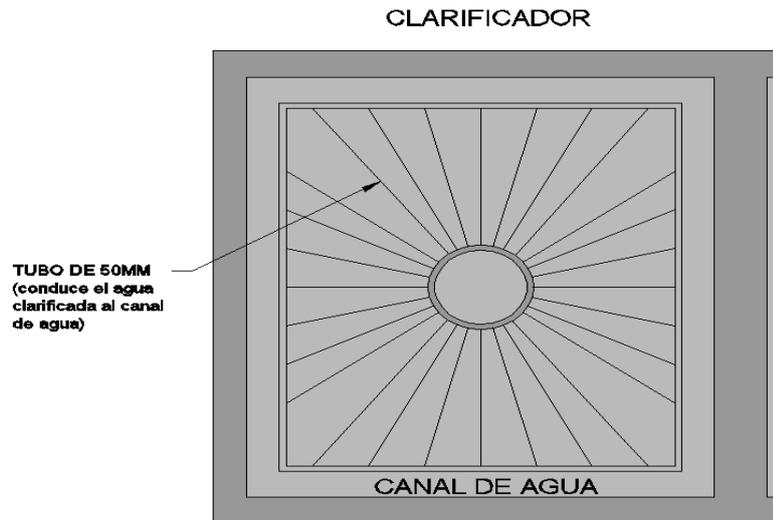


Figura 100. Vista superior distribución de tubos de 50mm del clarificador

7.2.5.1. Sistema de retorno de lodos

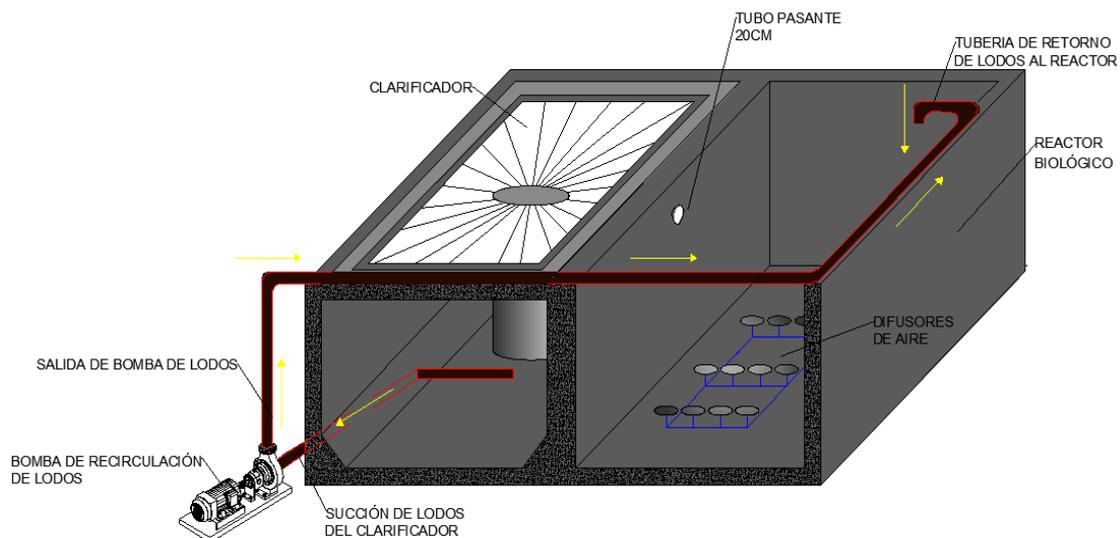


Figura 101. Corte sistema de bombeo de retorno de lodos activados

Para el sistema de retorno de lodos consta de una bomba de recirculación de $\frac{1}{2}$ Hp, potencia suficiente y necesaria para retornar los lodos del clarificador al reactor biológico. Este retorno funcionará automáticamente, trabajará 15 minutos cada 60 minutos, de ese modo se puede mantener un nivel estable de lodos tanto en el reactor como en el clarificador. La bomba succionará desde el fondo del clarificador donde se forma el manto de lodos activados y lo enviará al reactor biológico a través de una tubería de 2" de pvc.

7.2.6. Sistema de filtros

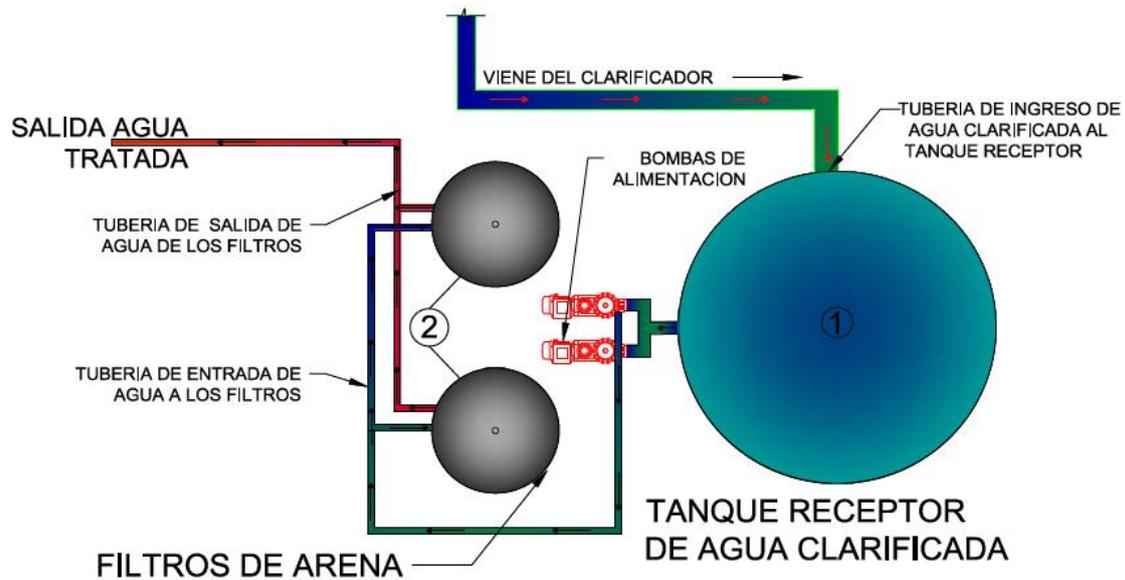


Figura 102. Funcionamiento del sistema de filtros

Para el funcionamiento de los filtros dependerá mucho de que haya agua en el tanque receptor de agua clarificada, puesto que las bombas del sistema trabajan con sensores de nivel los que activaran el encendido o apagado de las bombas.

Una vez que el nivel del agua suba en el tanque receptor de agua clarificada, mediante un sensor de nivel llegará la señal a la bomba para que se encienda y succione el agua hacia los filtros. Los filtros poseen una entrada y una salida en dos pulgadas. Internamente tiene un tubo colector, una capa de piedra soporte y otra de arena grava #4, lo que hace el agua es recorrer de arriba hacia abajo del filtro y salir por el tubo colector, así de ese modo las partículas o sólidos suspendidos en el agua se quedan retenidos en las capas de arena grava y piedra soporte.

Cuando no haya agua en el tanque receptor de agua clarificada las bombas se apagarán automáticamente para evitar que se puedan quemar. Se dispone de un sistema de dos bombas con la finalidad de operar el sistema con una bomba

y la otra tenerla de apoyo en caso de emergencia y a su vez para que el trabajo sea alternado es decir hacer trabajar una bomba un determinado tiempo y la otra otro tiempo. Los filtros poseen un sistema automatizado de retro lavado permitiendo que cada tiempo establecido los filtros realicen este trabajo de auto limpieza con lo que se evita una saturación de los equipos. Para este trabajo se empleará un tablero de control donde se ubicará los elementos de control de las bombas y los de control para los filtros, adicional un logo plc para la programación de los tiempos del retro lavado, este logo es el que permite que funcione en modo manual o automático el sistema de filtros. una vez que el agua ha pasado por los filtros esta lista para devolverla a su cauce natural o para utilizarla en aplicaciones de limpieza como patios o riego de jardines.

7.3. Manejo y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales

El manejo de la planta de tratamiento es sencillo, lo único que se debe tener en cuenta es que la planta cuente con el suministro de energía para las bombas y equipos que operan mediante energía eléctrica, así mismo se deberá tener en cuenta la limpieza de los tanques y los tubos que permiten la comunicación entre las etapas de la planta de tratamiento. Teniendo en cuenta esos puntos se expone el modo correcto de operación de la planta:

1. Permitir que el agua ingrese libremente por el tubo colector de agua, revisando que se encuentre libre de objetos que puedan obstruir el paso de agua por medio del tubo.
2. Observar que el agua al salir del tubo colector choque contra la criba y así pase el sin sólidos grandes que puedan afectar al resto del sistema, una vez que se observe que exista una cantidad excesiva de material retenido en la criba se deberá retirar para realizar una limpieza (se le hace con agua a presión y una escobilla o cepillo para limpiar la malla de la

criba). Una vez que se ha realizado la limpieza de la criba se la debe volver a colocar en el sitio.

3. El agua al pasar por la trampa de grasas formará una especie de manto de grasa en la superficie del agua la que debe ser retirada manualmente con ayuda de un colador adecuado para este trabajo. El lodo acumulado al fondo se sacará mediante los air-lift y para esto lo único que se debe hacer es permitir el paso de aire en la salida del compresor para que puedan funcionar los air-lift, este funcionamiento debe ser únicamente hasta que el operario observe que deje de salir lodo y empiece a salir agua, una vez que se observe esto se deberá apagar el compresor. Este trabajo se lo hará una vez al día.
4. El agua que pasa de la trampa de grasas a la cisterna de contacto tiene como fin acumularse para poder neutralizar las cargas que pueda presentar (DBO5 y DQO), se dispone de una bomba sumergible que se enciende mediante radares de nivel los cuales apagan o encienden dependiendo de que si el nivel del agua está en el mínimo o el máximo, únicamente se deberá controlar que se encienda cuando los niveles lo indiquen, en caso de que la bomba no encienda o apague se deberá indicar enseguida al responsable de la instalación de la planta de tratamiento.
5. En el reactor biológico se deberá observar que el agua se encuentre oxigenada es decir que el blower encargado de este trabajo se encuentre encendido para asegurar de ese modo la oxigenación del agua. De igual modo el operario encargado deberá controlar la cantidad de bacterias mediante mediciones de jarra en la que deberá observar que exista una cantidad entre el 30-50% de población de bacterias del total de la jarra con la que realice la medición, si es inferior al 30% significa que hay poca población de bacterias y se deberá comunicar al constructor de la planta de tratamiento, de ser superior al 50% se deberá evacuar el exceso de lodos y se lo puede hacer mediante una bomba hacia las cámaras de lodos.

6. Una vez que el agua ha llegado al clarificador lo que se deberá hacer es procurar que los tubos de 50mm que permiten el paso del agua clarificada al canal de agua estén libre de basura que obstruya su paso. La bomba de retorno de lodos funcionará de manera automática y cada cierto intervalo de tiempo.
7. Los filtros estarán controlados automáticamente, de este modo el operario lo que tendrá que revisar es que las presiones en la entrada como a la salida tengan una diferencia máxima de 10psi, por ejemplo puede marcar en la entrada una presión de 40 psi y en la salida 30 psi, son parámetros que nos indica que los filtros están operando de forma correcta pero si fuese el caso 40 psi de entrada y 10 psi de salida nos indica que los filtros se encuentran tapados y no están dando el caudal de agua para el que están diseñados, de ser el caso se deberá comunicar con el constructor responsable para determinar la causa del daño. Los filtros tienen un sistema de retro lavado automático para evitar que sufran saturación de impurezas que puedan tapar el filtro, este retro lavado se hará de forma automática, es decir el operario lo único que tendrá que hacer es elegir en el tablero de control la opción retro lavado automático y así el programa dará la señal para que se realicen los retro lavados en forma automática según lo programado.

Al tener una planta automatizada en su totalidad se da la opción al operario de realizar otras actividades sin riesgo de que en algún punto se llegue a ver afectado el proceso de tratamiento por descuido de la persona a cargo como por ejemplo encender o apagar una bomba a ciertas horas. Dentro del cuarto de control estará ubicado un tablero de control, desde el cual se controla que el funcionamiento sea automático o manual de la bomba sumergible de la cisterna de contacto, el blower, la bomba de retorno de lodos, las bombas del sistema de filtración, el retro lavado de los filtros y el compresor. Todos los equipos mencionados anteriormente son equipos que funcionan con un voltaje de 220V y tendrán las debidas protecciones eléctricas para prevenir algún daño frente a fallas energéticas. Se pueden operar en modo manual o automático para poder

realizar trabajos de mantenimiento, estas selecciones se las realizara en el tablero de control donde cada elemento o aparato eléctrico tendrá su selector sea manual o automático.

7.4. Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

A continuación, se describirá los mantenimientos que se deberá dar en cada una de las etapas de tratamiento.

Se empieza por el tubo colector donde se debe inspeccionar que no haya objetos que obstruyan el paso de agua, siendo este el caso se deberá limpiar o quitar cualquier material que interrumpa el flujo normal del agua.



Figura 103. tubo colector

Tomado de (limpieza de tubos colectores. Búsqueda en Google.com 2019)

Como segundo punto de mantenimiento se debe retirar la criba y limpiar cuando ya tenga demasiada basura retenida, así se evita que se vaya obstaculizando el paso de agua por medio de la criba.

En la trampa de grasas se debe realizar una limpieza de las cámaras de lodos una vez que se encuentre seco el lodo acumulado se lo debe retirar para poder seguir colocando más lodo sin que exista problema de desborde por exceso de acumulación de lodo. También se debe cuidar el compresor del sistema air-lift, estos cuidados son: verificar nivel de aceite, ajuste de piezas que conforman el compresor, purgar el compresor una vez a la semana y revisar que no existan fugas de aire en las líneas de aire que va desde el compresor hacia los air-lift



Figura 104. Cámara de lodos y compresor en mantenimiento

Tomado de (Cámaras de lodos y compresores. Búsqueda en Google.com 2019)

Para el mantenimiento de las bombas de la cisterna de contacto se recomienda hacer el mismo mantenimiento a las bombas del sistema de filtros. Este mantenimiento consiste en retirar las bombas del sitio una vez cada 6 meses y revisar que no tenga fugas en los sellos mecánicos, que los rodamientos estén en buenas condiciones, verificar que los cables de las borneras no estén cristalizados para el caso de las bombas del sistema de filtración y para el caso de la bomba sumergible revisar que el cable no presente picaduras o desgaste revisar que las conexiones hidráulicas de las bombas estén en buenas condiciones y si presentara algún problema con cualquier conexión hidráulica se debe proceder a cambiar para evitar daños en el trabajo de las bombas.



Figura 105. Mantenimiento de bombas sumergibles

Tomado de (Mantenimiento de bombas sumergibles. Búsqueda en Google.com)

En lo que concierne al reactor biológico y el clarificador, se deberá brindar mantenimiento es al blower, a los seis meses se debe retirar y revisar los rodamiento y empaques para evitar que exista fugas de aire. También se deberá lavar el filtro de aire del blower para que no exista problemas de taponamiento del filtro por incrustaciones de impurezas o basura que existen en el medio (hojas de árboles, hierbas, palos, etc.). Si los difusores se detectaran alguno deteriorado (roto) se deberá cambiarlo y para aquello se debería vaciar el reactor biológico para cambiar el o los difusores en mal estado. En el clarificador se deberá cambiar los tubos de 50mm únicamente cuando se hayan roto y esto generalmente sucede por la caída involuntaria de algún objeto que pueda romper el tubo o por el deterioro del material con el uso del tiempo.



Figura 106. Kit mantenimiento Blower

Tomado de (Reparación de blowers. Búsqueda en Google.com)

Para el sistema de filtros se deberá realizar el cambio de arena grava y piedra soporte una vez al año para evitar que por el desgaste de la arena se deje de retener las impurezas que a diario pasan por los filtros. Adicional a eso se deberá simplemente observar que los filtros no presenten fugas en algún punto, de no presentar fugas no es necesario realizar algún tipo de trabajo. El sistema de conexiones hidráulicas es importante, por lo cual se cambiará los accesorios o elementos en mal estado sin fijar un tiempo determinado ya que muchas veces no duran lo que el fabricante indica en las características técnicas de los accesorios.



Figura 107. Mantenimiento de filtros

Tomado de (Mantenimiento de filtros. Búsqueda en Google.com 2019)

Para el tablero eléctrico de control, el mantenimiento lo deberá realizar un técnico especializado, el mismo que se deberá solicitar una vez al año o cuando sea necesario. No debe manipularse los elementos del tablero eléctrico sin criterio técnico puesto que esto podría ocasionar fallas en los equipos de la planta de tratamiento.

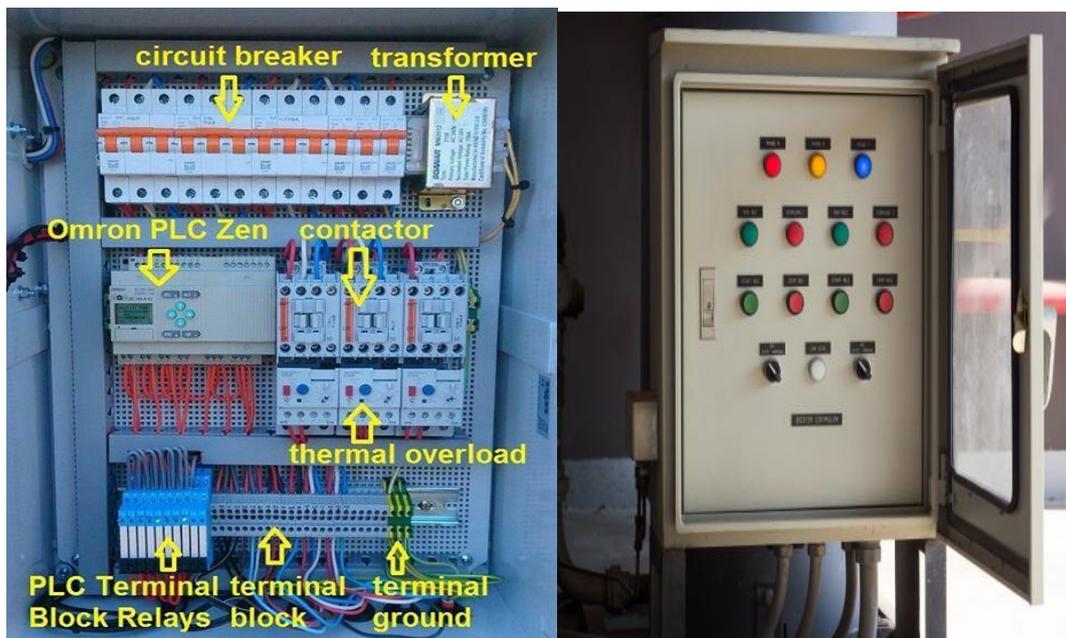


Figura 108. Tablero Eléctrico

Tomado de (Tableros de control industrial. Búsqueda en Google.com 2019)

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Toda planta de tratamiento de aguas residuales debe contemplar todas las etapas, preliminar (criba), tratamiento primario (separador de grasas), tratamiento secundario (biológico), tratamiento terciario o avanzado (filtros pulidores), así de este modo se puede garantizar cumplir con los requerimientos al momento de enviar el agua a su destino final las características principales son; DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno, 5 días), DQO (demanda química de oxígeno), PH (potencial de hidrogeno), y Sólidos totales disueltos.
- La demanda de plantas de tratamiento de aguas residuales actualmente en el sector rural del cantón Rumiñahui es alta, pero debido a su fuerte inversión económica no se ha podido construir en todos los sectores, sin embargo con la implementación de esta guía de construcción se puede tener una idea tentativa de un costo aproximado de \$82278.39, inversión con la cual se puede brindar una solución al problema existente y dar una mejor calidad de vida para la población beneficiaria y especies que dependen de este recurso natural.
- El mayor problema que tienen los pobladores de sectores rurales del cantón Rumiñahui es la falta de servicio de alcantarillado, razón por la cual los pobladores del barrio Runahurco y de sectores aledaños se ven obligados a enviar las aguas servidas de las viviendas a los ríos que se encuentren más cercanos y en otros casos aun emplear pozos sépticos.

- Las plantas de tratamientos deben ser ubicadas estratégicamente para poder captar la mayor cantidad de agua residual y tratarla, no obstante la ubicación para el barrio Runahurco se la realiza en la parte más baja del sector sin tener al momento una red de alcantarillado la cual ayudaría a dar la ubicación exacta pero por la geografía del sitio se la ubica en la parte más baja ya que sería un buen sitio donde a futuro podría llegar el alcantarillado con las descargas del agua empleada por los pobladores.
- Los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado permiten el desarrollo de nuevos conocimientos tanto en la parte técnica como en la parte laboral, puesto que actualmente son proyectos hasta cierto punto nuevos en nuestro país tanto para profesionales como para obreros y el desconocimiento de esto ocasiona que se tomen decisiones erróneas durante el proceso constructivo de una planta de aguas residuales.
- Los materiales que se empleen para la construcción de un proyecto de esta naturaleza deberán garantizar la resistencia para: 1.- soportar e impedir que existan filtraciones debido a distintos agentes contaminantes en el agua que pueden ir deteriorando las paredes de hormigón de las distintas etapas del proceso de tratamiento. 2.- al existir distintos equipos mecánicos como bombas se debe garantizar la resistencia del hormigón para poder soportar cualquier base o equipo que se desee disponer sobre dicha construcción.

8.2. RECOMENDACIONES

- Se deberá realizar un estudio para la implementación de la red de alcantarillado del barrio Runahurco y así poder definir el sitio exacto donde se construirá la planta de tratamiento.
- Asegurarse de que todas las paredes de la planta de tratamiento (las que se encuentren en contacto con el agua) deben estar impermeabilizadas para garantizar que no existan filtraciones.
- Al ser un proyecto donde existen equipos eléctricos y mecánicos es indispensable que se haga un estudio de cargas de acuerdo a las características de los equipos que se vaya o vayan implementando a lo largo del funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Por tratarse de proyectos un tanto desconocidos para los obreros es indispensable que sea guiado por un profesional en el área constructiva y a demás tenga cierto conocimiento respecto al tema para poder tomar decisiones correctas durante la ejecución de la obra.
- Socializar el proyecto con la comunidad para crear una cultura de orden y reciclaje al momento de decidir sobre que enviar en el agua que llega a la planta de tratamiento, es decir crear conciencia en las personas que no se debe enviar productos o materiales como fundas por los sumideros de agua ya que si llegan a pasar a la planta de tratamiento podría dañar algún equipo mecánico como bombas de agua.

- Pensar y analizar en las áreas de circulación y áreas destinadas para mantenimientos. Se debe dejar espacios amplios para el tránsito del personal encargado de la planta y a su vez para los mantenimientos que se deberá ir haciendo a lo largo del funcionamiento del proyecto.
- Analizar la posibilidad de construir una estructura que cubra toda la planta de tratamiento para poder protegerla de la lluvia y evitar que en días de fuerte lluvia provoque que haya desbordes en las distintas etapas de tratamiento, y también ayudaría para la protección de los distintos equipos eléctricos y mecánicos.
- Durante la ejecución de la obra se deberá garantizar un perfecto vibrado del hormigón para poder evitar que en ciertas partes de los muros y pisos queden huecos por donde se podría provocar filtraciones.
- Realizar análisis del agua tratada cada cierto tiempo para dar seguimiento al cumplimiento de los parámetros que se debe considerar en los siguientes valores: DBO5 (100 mg/l), DQO (250 mg/l), PH (5-9 ppm), Sólidos totales disueltos (1600 mg/l) (Tulsma, 2015).
- La muestra de agua para los análisis será tomada de la tubería de salida de los filtros. Los valores antes mencionados son los límites máximos permisibles y en caso de no cumplir se deberá realizar las correcciones necesarias para cumplir con lo establecido. Las fallas a considerar pueden ser en los equipos eléctricos o en la calibración de los químicos empleados para el tratamiento, en cualquier caso, se debe acudir al técnico responsable de cada área para dar con las fallas en todo el sistema de tratamiento.

REFERENCIAS

- Tulsma. (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua libro VI, anexo 1*. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de <file:///C:/Users/PC/Downloads/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>
- Antoun. (1999). *Requerimientos de caudal e hidrantes para producir una adecuada velocidad*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v74n152/a06v74n152.pdf>
- Alegría, M. (2018). *Diseño hidráulico de una planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Salinas, Imbabura*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2019, de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10209/1/UDLA-EC-TIAM2018-45.pdf>
- Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. (Octubre de 2015). *Reglamento técnico salvadoreño para el diseño y construcción de sistemas de tratamientos de aguas residuales de tipo ordinario para la zona rural*. Recuperado el 30 de julio de 2019, de <https://www.paho.org/els/dmdocuments/BORRADOR%20TRATAMIENTO%20AGUAS%20RESIDUALES%20V-6.pdf%20>
- Civil Geeks. (29 de Septiembre de 2010). *Métodos para tratamiento terciario de aguas residuales*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de <https://civilgeeks.com/2010/09/29/metodos-para-tratamiento-terciario-de-aguas-residuales/>
- Crites & Tchobanoglous. (2000). *Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados – Tomo 1*. Recuperado el 16 de Enero de 2020, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29880/1/D70078.pdf>

- Diario Rumiñahui y su gente. (Marzo de 2018). *Rumiñahui y su gente: Rumiñahui promueve el uso responsable del agua*. Recuperado el 28 de Agosto de 2019, de https://issuu.com/estefyapolo/docs/ruminahui_y_su_gente_5
- Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2013). *Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales. Funcionamiento de una planta de tratamiento*. Recuperado el 16 de Agosto de 2019, de <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/plantas/tratamiento-aguas-residuales/industriales/>
- GAD Parroquial Rural Cotogchoa. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD Parroquial Rural de Cotogchoa 2015-2019. Infraestructura y acceso a servicios básicos, déficit, cobertura, calidad: agua potable, electricidad, saneamiento, desechos sólidos*. Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768097440001_DIAGNOSTICO_PDyOT_GAD_PARROQUIAL_COTOGCHOA_2015_2019_29-10-2015_11-50-42.pdf
- García J., de la Fuente A. & de Román R. (Junio de 2011). *Proyecto de planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Vasconcelos, Sololá (Guatemala)*. Recuperado el 25 de Agosto de 2019, de <file:///C:/Users/PC/Downloads/FuenteGarc%C3%ADaRom%C3%A1n.pdf>
- Gestión de Aguas y Residuos. (2019). *GEDAR. Esquema funcionamiento Bioreactor fangos activos + decantador secundario*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de <https://www.gedar.com/residuales/tratamiento-biologico-aerobio/fangos-activos.htm>
- Global Water & Energy. (2019). *Reactor biológico secuencial. Tratamiento aerobio*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2019, de <http://www.globalwe.com/es/category/soluciones/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. (2013). *Resolución administrativa N° 66-2013, Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de*

Rumiñahui. Recuperado el 25 de septiembre de 2019, de <http://181.112.151.212/Documentacion/LOTAIP/2015/pdf/a3/ESTATUTO%20ORGANICO%20DE%20GESTION%20ORGANIZACIONAL%20POR%20PROCESOS%20DEL%20GADMUR%202013.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Rumiñahui. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Rumiñahui 2012-2025. Impacto y niveles de contaminación en el entorno ambiental*. Recuperado el 3 de Octubre de 2019, de <http://181.112.151.212/Documentacion/Cant%C3%B3n%20Rumi%C3%B1ahui/pdyot-2014-2019.pdf>

Guzmán R. (2011). *Diagnóstico de la calidad del agua del río Santa Clara en el sector del barrio Selva Alegre-cantón Rumiñahui*. Recuperado el 3 de agosto de 2019, de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/398/1/Trabajo%20Final%20de%20Carrera%20Roberto%20Guzman%202011.pdf>

Instituto Espacial Ecuatoriano. (2013). *IEE División Hidrográfica del cantón Rumiñahui*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de http://app.sni.gob.ec/sinlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplus diagnostico/1760003920001_DOCUMENTO%20DIGANOSTICO_10-03-2015_19-55-43.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Censo INEC 2010, Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial 2011. Organización territorial poblacional del Cantón Rumiñahui*. Recuperado el 30 de Agosto de 2019, de http://181.112.151.212/Documentacion/RENDICION_DE_CUENTAS/2017/PDYOT%202014%20-%202019%20FINAL.pdf

Jiménez N. (Julio de 2014). *Diseño de un reactor biológico de fangos activos*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3717/2111_Disenodeunreactorbiologicodefangosactivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Lozano W. (Octubre de 2012). *Curso fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/298354134_Disenos_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales
- Novacero. (2020). *Mallas electrosoldadas. NTE INEN 2209. Catálogo de productos sistemas constructivos*. Recuperado el 22 de Febrero de 2020, de <https://www.novacero.com/catalogo-productos/sistemas-constructivos-estructurales/mallas-electrosoldadas.html>
- Paladines A., & Salazar A. (Junio de 2016). *Determinación de tratamientos primarios para la depuración del agua residual doméstica*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13065/1/UPS%20%20ST002813.pdf>
- Salazar A. (Julio de 2014). *Diseño del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas, para el barrio El Taxo, la parroquia Cotogchoa, cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha*. Recuperado el 16 de Enero de 2020, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6411/9.20.001612.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Secretaria del Agua. (Abril de 2014). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Recuperado el 18 de julio de 2019, de https://www.agua.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf
- Tlv. (2013). *Simulador de diámetros de tubería. Dimensionamiento de tubería para agua por velocidad*. Recuperado el 27 de Agosto de 2019, de <https://www.tlv.com/global/LA/calculator/water-pipe-sizing-velocity.html>
- Unidad de Apoyo Técnico Para el Saneamiento Básico del Área Rural. (2003). *Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa*. Recuperado

el 8 de Noviembre de 2019, de <https://docplayer.es/7348891-Especificaciones-tecnicas-para-el-diseno-de-trampa-de-grasa.html>

ANEXOS

ANEXO 1

CÁLCULO DE CAUDAL DE AGUA A TRATAR MEDIANTE EL MÉTODO DE FLOTACIÓN

MATERIALES:

- Piola
- Pelota plástica
- Estacas
- Flexómetro
- Reloj/cronómetro
- Esfero
- Libreta de apuntes



Figura 109. Materiales medición de caudal mediante sistema método de flotación

Procedimiento:

- 1.- Ubicar las piolas a una distancia de 1.50m entre sí, se deberá usar las estacas o algún modo de fijación para poder sostener las piolas.





Figura 110. Ubicación piola para medición de caudal

2.- Realizar las mediciones de velocidad empleando la pelota plástica, las mediciones empezaran a contar desde que pase por la primera piola y se finalizara el conteo al pasar por la segunda piola.



En las mediciones de velocidad se obtuvo los siguientes datos:

Cronómetro



00:00.00

Cronómetro



00:25.39

$$T1 = 25.39 \text{ seg}$$

Cronómetro



00:00.00

Cronómetro



00:24.57

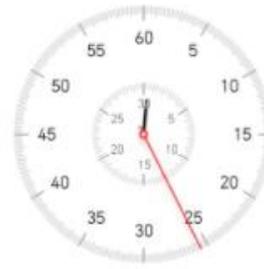
$$T2 = 24.57 \text{ seg}$$

Cronómetro



00:00.00

Cronómetro



00:25.58

$$T3 = 25.58 \text{ seg}$$

Cronómetro



00:00.00

Cronómetro



00:26.54

$$T4 = 26.54 \text{ seg}$$

Con la distancia entre las piolas de 1.50m, podremos obtener el valor de las velocidades para cada tiempo cronometrado como se muestra en el siguiente cuadro:

TIEMPO (seg)	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD $V = d/t$ (m/seg)
t1= 25,39 s	d=1,50 m	$V1 = 0,059 \text{ m/s}$
t2=24,57 s	d=1,50 m	$V2 = 0,061 \text{ m/s}$
t3=25,58 s	d=1,50 m	$V3 = 0,058 \text{ m/s}$
t4=26,54 s	d=1,50 m	$V4 = 0,056 \text{ m/s}$

Por lo tanto, la velocidad media es simplemente el valor medio de las velocidades obtenidas en el cuadro anterior:

$$V_m = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) / 4$$

$$V_m = (0.059 + 0.061 + 0.058 + 0.056) / 4$$

$$V_m = 0.0585 \approx 0.06 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{V_m = 0.06 \text{ m/seg}}$$

3.- Para la obtención de la superficie, dividimos en tres partes una sección del río y así determinar el área. Se lo puede determinar como se muestra en los siguientes gráficos:



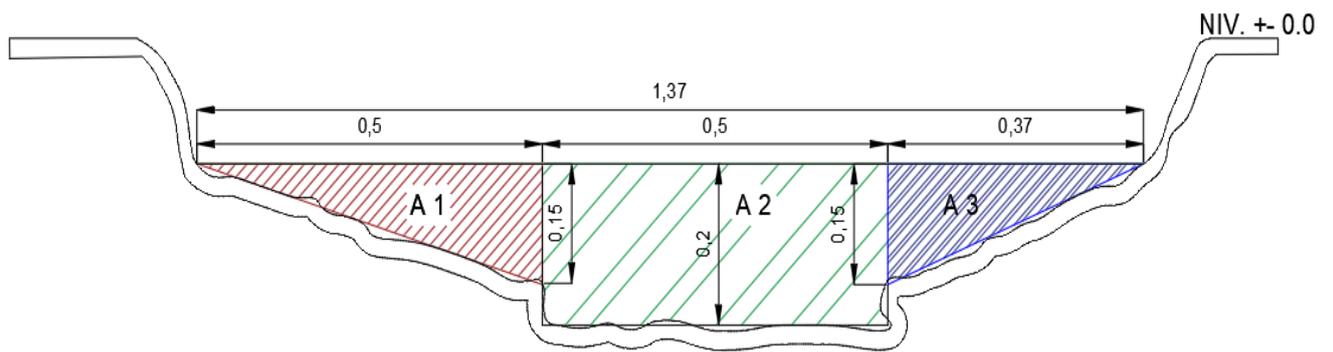


Figura 111. Mediciones sección transversal del río

La superficie del río mediante uso del programa AutoCAD nos da: 0.165 m²

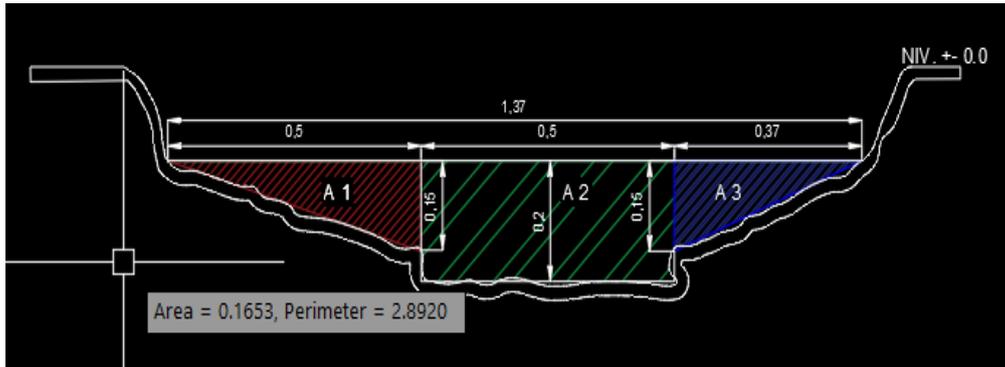


Figura 112. Superficie del río mediante uso de auto cad

Con los datos obtenidos de velocidad y superficie se puede aplicar en la fórmula para determinar el caudal:

$$Q = V * S$$

Donde:

Q: caudal (m³/h)

V: velocidad media (m/h)

S: superficie transversal del río (m²)

V: 218 m/h (velocidad media)

S: 0.165 m² (superficie transversal del río)

$$Q = V * S$$

$$Q = 218 \text{ m/h} * 0.165 \text{ m}^2$$

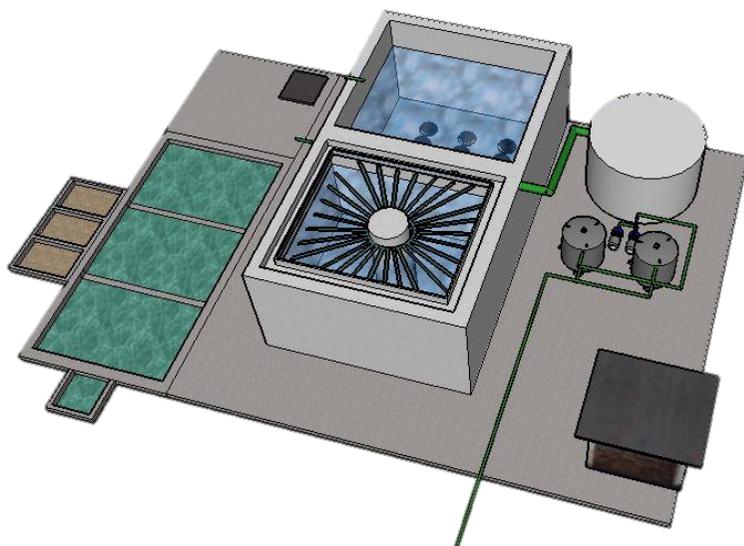
$$Q = 35,97 \text{ m}^3/\text{h}$$

ANEXO 2

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE REACTORES BIOLÓGICOS Y CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN RUMIÑAHUI



**GUÍA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN
ARMADO MEDIANTE REACTORES BIOLÓGICOS Y
CLARIFICADOR PARA LAS ZONAS RURALES DEL CANTÓN
RUMIÑAHUI**



La guía tiene como propósito identificar y mostrar los diferentes procesos constructivos que existen a lo largo de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del Cantón Rumiñahui.

Autor: Jorge De la cruz

Año

2020



CONTENIDOS

OBJETIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
IDENTIFICACIÓN DEL BARRIO RUNAHURCO.....	4
ETAPAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	4
TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	4
OBRAS PRELIMINARES.....	4
Limpieza del terreno.....	4
Replanteo y nivelación.....	4
MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	5
ESTRUCTURAS.....	6
Colector.....	6
Caja de revisión y criba.....	7
Trampa de grasas.....	8
Cama de lodos.....	10
Cisterna de contacto.....	11
TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	13
Reactor biológico.....	13
Clarificador.....	16
TRATAMIENTO TERCIARIO.....	19
Sistema de filtros.....	19
Cuarto de control.....	19
RECOMENDACIONES.....	23

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental por aguas residuales es un problema que a diario afecta al ecosistema y al bienestar del hombre en todo el mundo, Ecuador no es la excepción y según estudios realizados por el Ministerio del Ambiente apenas el 17% de las aguas residuales reciben tratamiento. Los sitios más vulnerables son los sectores rurales donde no existe alcantarillado y menos plantas de tratamiento de aguas residuales razón por la cual se ve la necesidad de crear proyectos que puedan ayudar a guiar al sector constructivo al momento de desarrollar una construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado enfocado en zonas rurales como es el caso del Barrio Runahurco ubicado en el Cantón Rumiñahui provincia Pichincha.



IDENTIFICACIÓN DEL BARRIO RUNAHURCO



Perteneciente al sector rural del Cantón Rumiñahui, actualmente no cuenta con servicio de alcantarillado ni recolección de basura por lo cual todos los desperdicios y aguas servidas son enviados al río de dicho barrio provocando malos olores y contaminación ambiental. Se encuentra ubicado a 20 minutos de la ciudad de Sangolquí, posee un clima templado-frío, su humedad relativa es media con un valor promedio del 81% anual, su suelo es de origen volcánico, son suelos húmedos, negros y derivados de ceniza volcánica.

ETAPAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El proyecto está enfocado en brindar servicio a los pobladores del barrio Runahurco que tiene una población de 250 personas. El caudal de agua a tratar es 35.97 m³/h, volumen para el cual ha sido dimensionada la guía de construcción de la planta de tratamiento en hormigón armado.

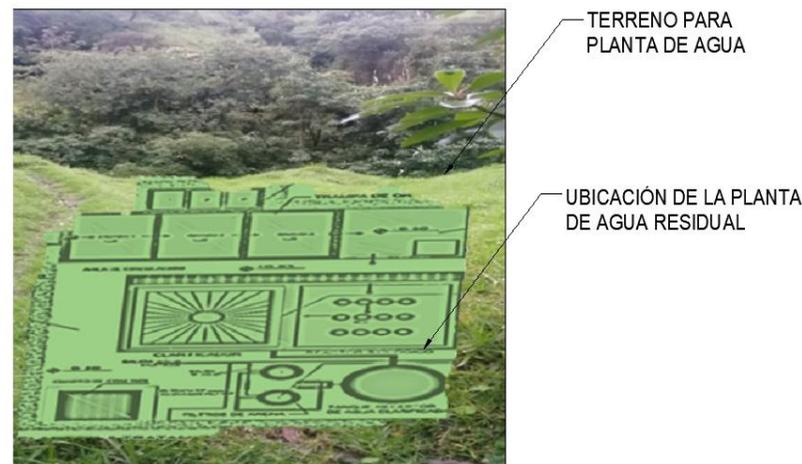
TRATAMIENTO PRELIMINAR



Dentro de este punto se contemplarán las obras preliminares y movimiento de tierras de toda el área a construirse la planta de tratamiento.

• OBRAS PRELIMINARES

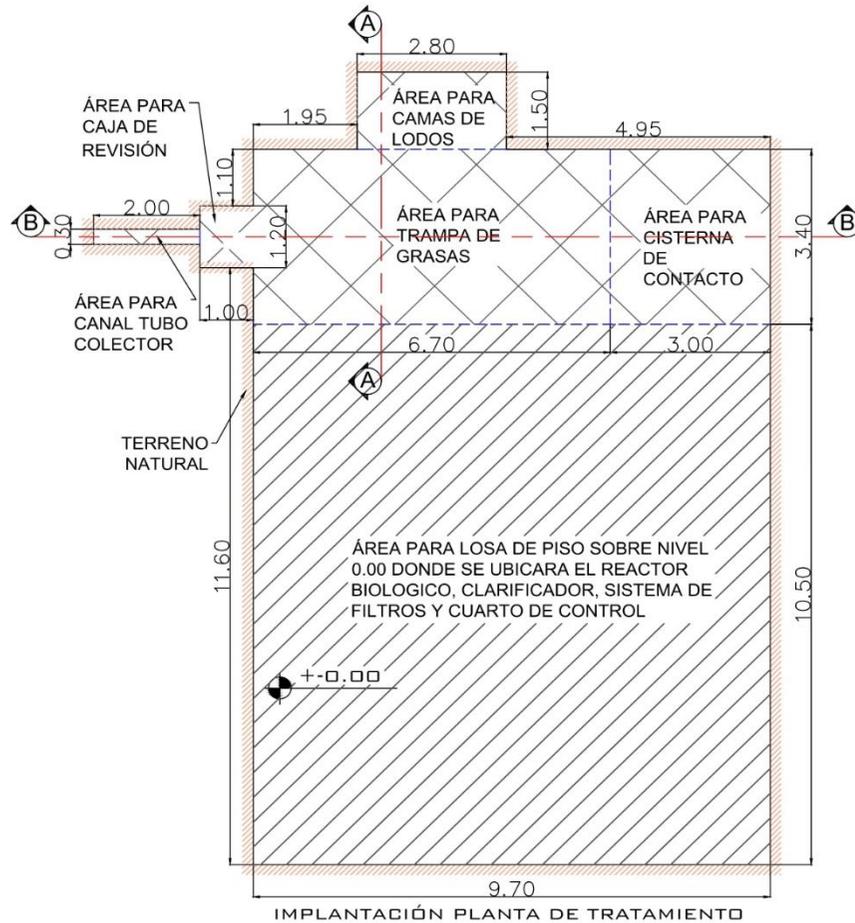
Limpieza del terreno. - el área del terreno es 172 m² y se deberá realizar el desbroce y la limpieza general del área a ser intervenida.



Terreno destinado para planta de tratamiento de aguas residuales



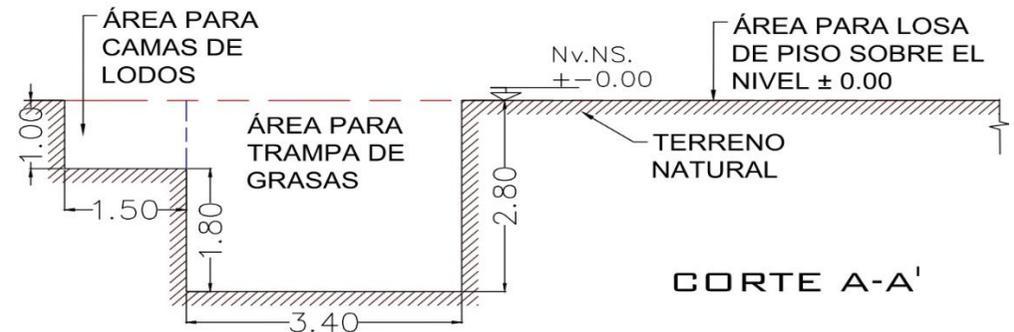
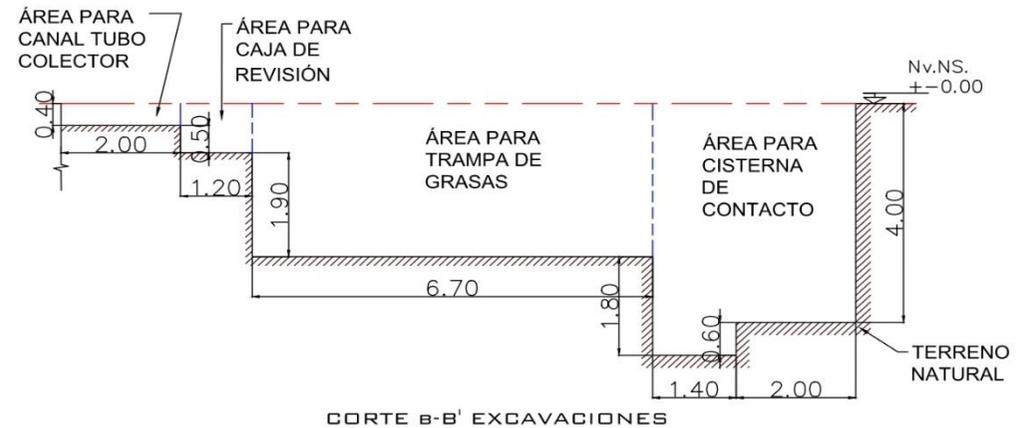
Replanteo y nivelación. - una vez realizada la limpieza del terreno se hará el replanteo y nivelación de acuerdo al siguiente plano



Implantación esquema para replanteo

• MOVIMIENTO DE TIERRAS

Excavaciones. - se realizarán para el canal del tubo colector, caja de revisión, trampa de grasas, camas de lodos y cisterna de contacto. Estas áreas serán las que se intervendrá para las excavaciones sea manual o con maquinaria. Las medidas se detallan a continuación:

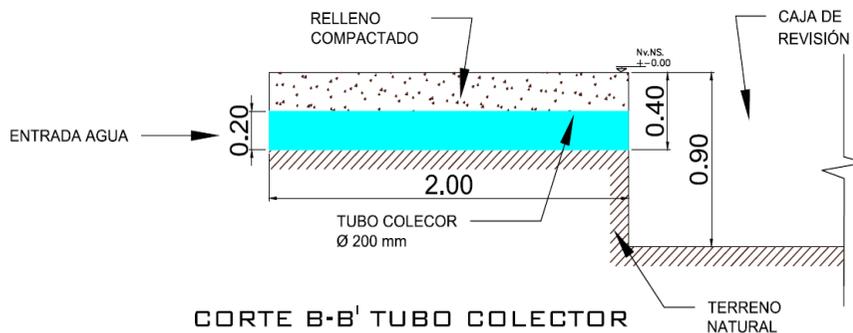
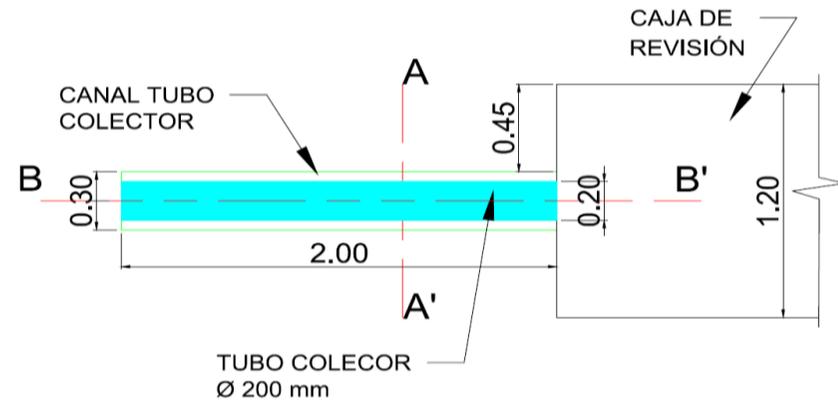


Esquema para excavaciones, cortes A-A' y B-B'

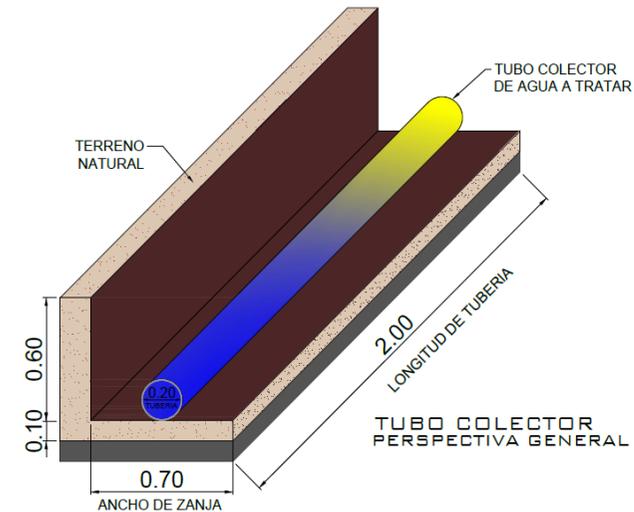
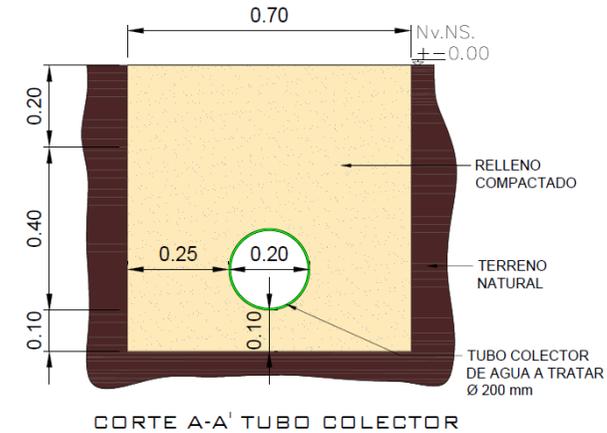


ESTRUCTURAS

Colector. - tiene como función conducir el agua a tratarse hacia la planta de tratamiento, llegando primero a una caja de revisión y posterior pasar a una trampa de grasas.

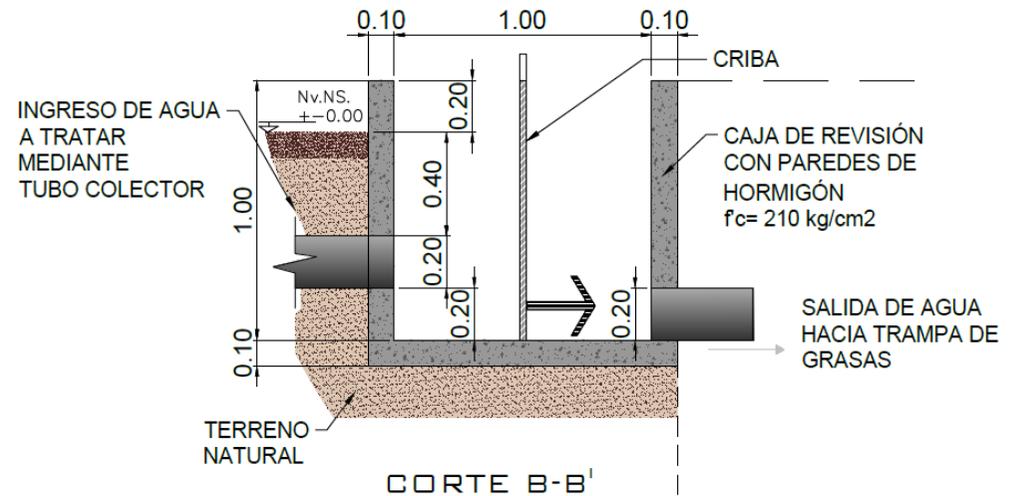
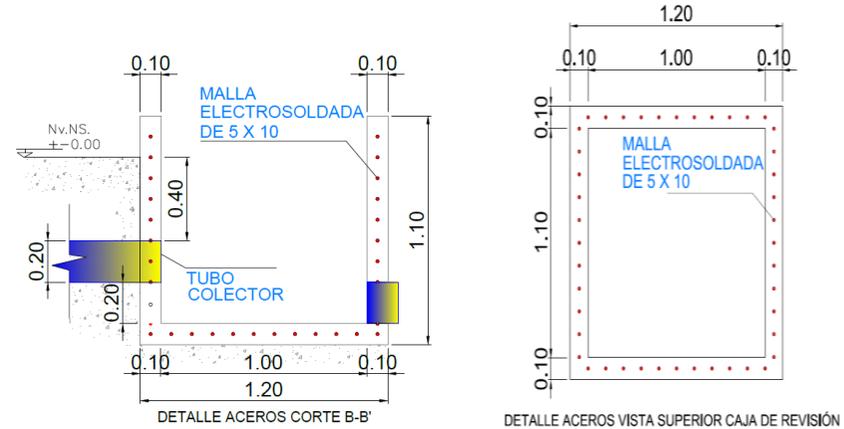
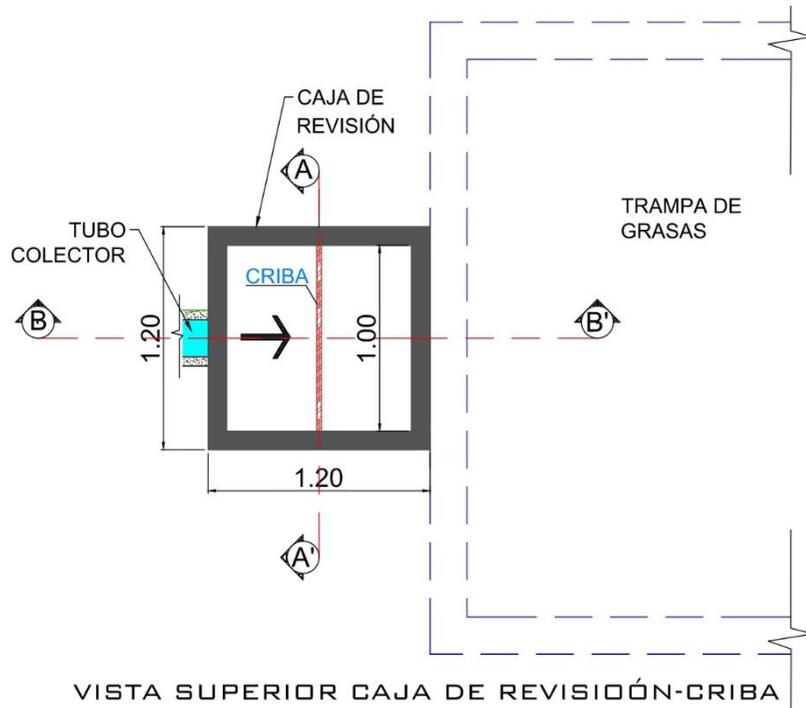


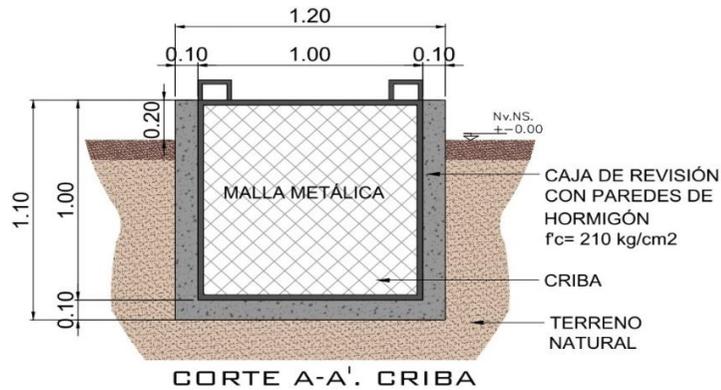
Una vez que se tenga cavado el canal para el tubo colector se deberá ubicar un tubo de pvc de 200mm x 2 metros de longitud, después de ubicar el tubo se deberá rellenar y compactar el canal.



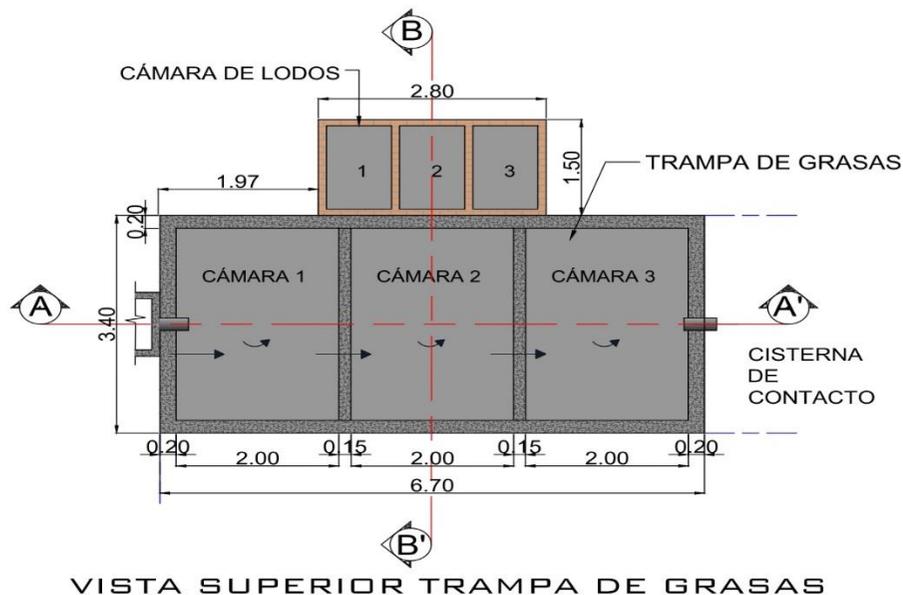


Caja de revisión y criba. - se la construirá adjunto al tubo colector y sus paredes será en hormigón armado. La caja de revisión ira con una criba o malla en la mitad de la caja con lo cual ayudara a evitar que se pasen materiales como fundas o botellas que puede haber en el agua a tratar. Para esto primero se deberá fundir un replantillo en el hueco cavado para la caja de revisión, luego se colocará malla electrosoldada a los lados de la caja y finalmente se deberá fundir con hormigón f'c 210 kg/cm2.





Trampa de Grasas. - elemento estructural cuya función es atrapar las grasas o aceites que contenga el agua, también ayuda a sedimentar parte de los sólidos existentes.



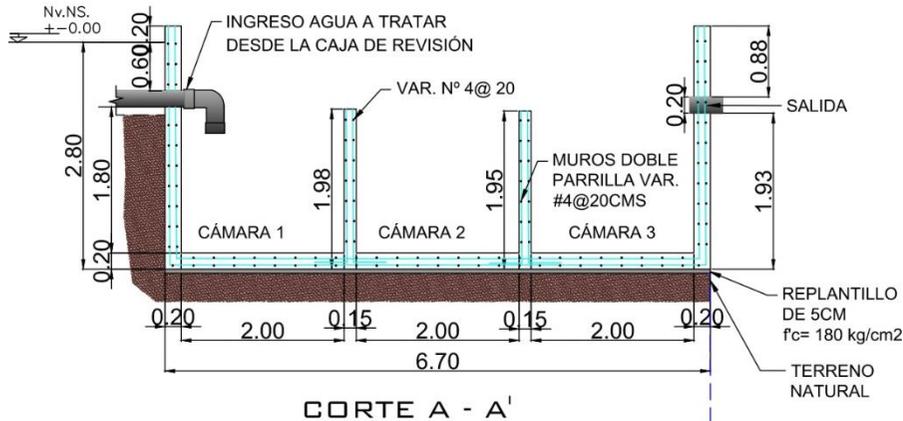
Se conforma de dos elementos adicionales que son una cama de lodos y un sistema de extracción de lodos llamado air-lift. Para la conformación de esta una vez que se ha realizado la excavación en base al esquema de replanteo y excavaciones se deberá construir del siguiente modo:

1.- fundir un replantillo en el área que se ha destinado para la trampa de grasas y la cama de lodos. El hormigón para el replantillo tendrá una resistencia $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y se fundirá un espesor de 2 cm. Una vez hecho el replantillo pasaremos a conformar la estructura de los muros y pisos de la trampa de grasas, para esta parte se armará tanto para pisos y muros de pared con varillas corrugadas de $\frac{1}{2}$ ", así podremos llegar a tener pisos y muros doble pantalla. Cabe recalcar que estos muros y pisos será para la trampa de grasas, la cama de lodos se analizará más adelante.

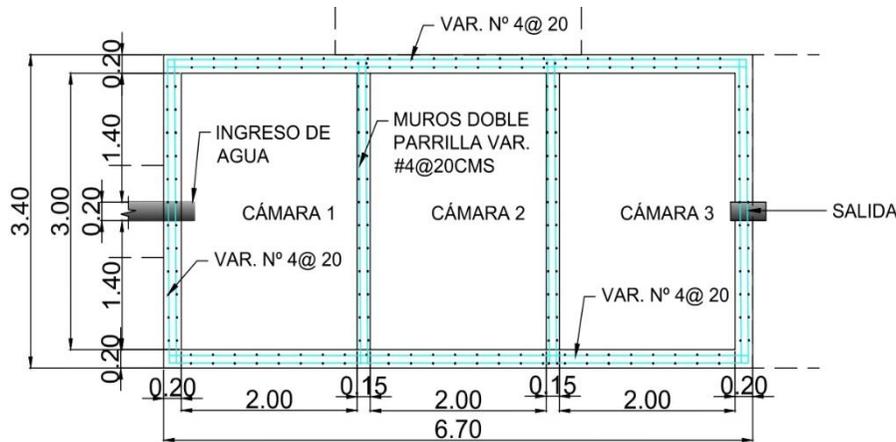
Como se observa en la vista superior de la trampa de grasas hay tres cámaras por las cuales el agua pasará y existirá una diferencia de altura entre cada una de ellas y a su vez con el tubo de entrada y salida como se muestra en los siguientes gráficos:



WAL

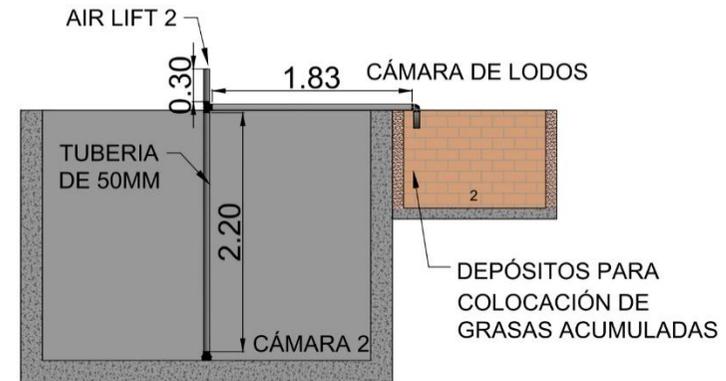
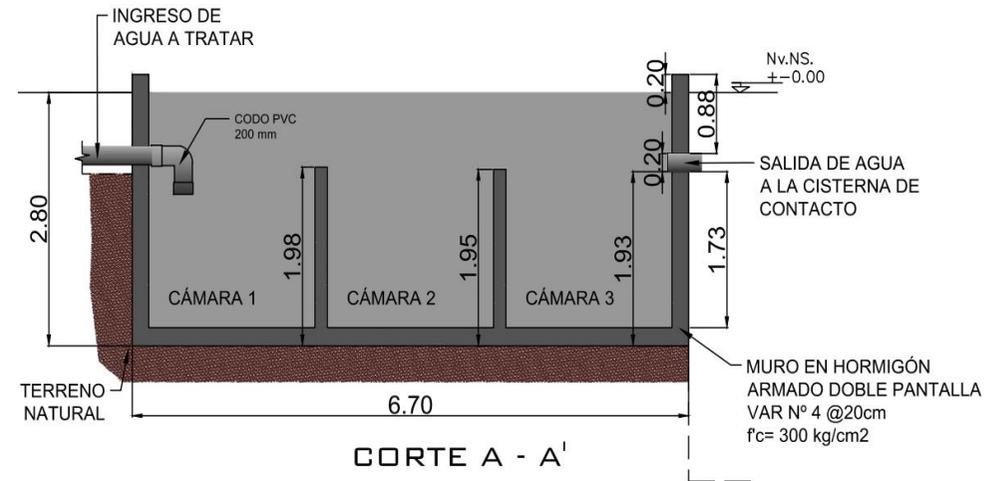


- Refuerzo con doble malla electrosoldada
- Paredes y piso de 0.20 m, pantallas de 0.15 m
- Replanteo de 0.02 m $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$



VISTA SUPERIOR TRAMPA DE GRASAS

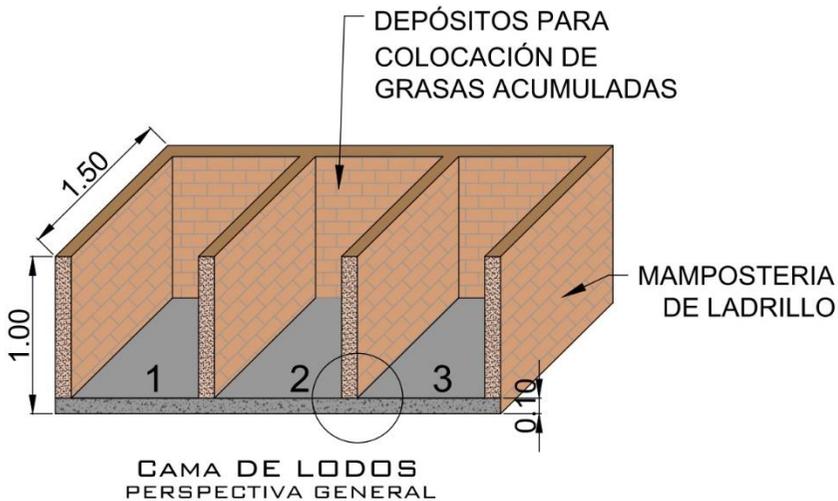
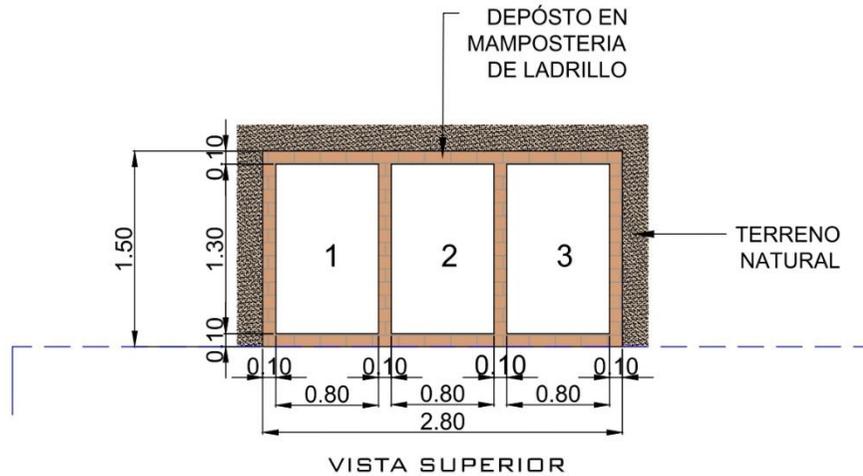
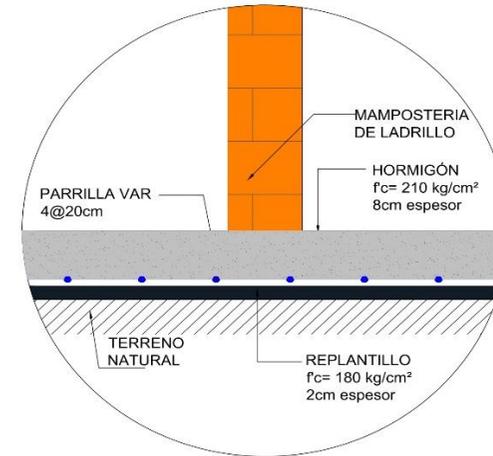
Una vez realizado el armado de los fierros para conformar la trampa de grasas se podrá fundir con hormigón bajo las indicaciones dadas en el siguiente plano:



CORTE B.B'

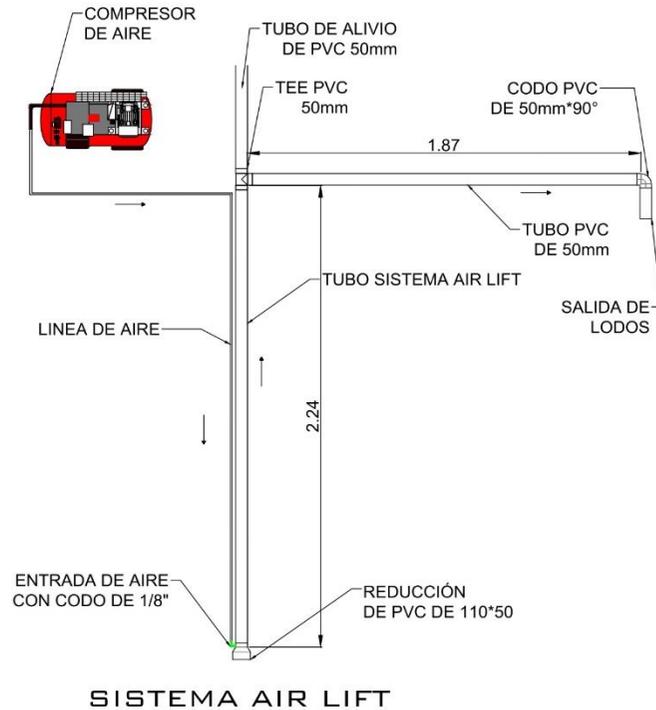


Camas de lodos. - se construirá en mampostería de ladrillo bajo las medidas que se indican.

DETALLE CAMA DE LODOS

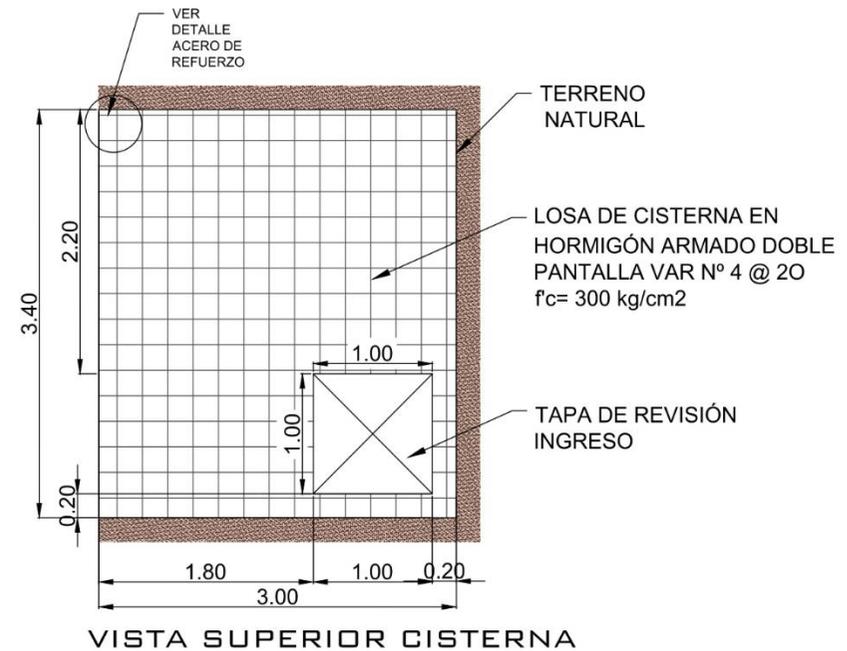
El sistema de trampa de grasas consta de un sistema automático de extracción de lodos, llamado air-lift, este conduce el lodo acumulado en el fondo de las cámaras de la trampa de grasas hacia las camas de lodos. Su construcción es en tubo pvc de 50mm y con un compresor de aire de ½ hp con el que se inyecta aire por medio de una manguera de aire de 8mm en la parte baja del air-lift para que por medio de las burbujas de aire que se forman y que se elevan a la superficie van arrastrando el lodo y así se tiene un sistema automático. Su diseño y medidas se muestran a continuación:



Cisterna de contacto. - la función de la cisterna de contacto es únicamente almacenar el agua que ha sido depurado hasta cierto punto en la trampa de grasas, aquí se acumula el agua para que se neutralice sus cargas y posterior a esto se la envía a las siguientes etapas del tratamiento.

Para la consolidación de la cisterna de contacto se tendrá características similares a la de la trampa de grasas tanto en su estructura de aceros como en su resistencia de hormigón. También constara de una escalera de inspección para mantenimientos y a diferencia de la trampa de grasas tendrá una

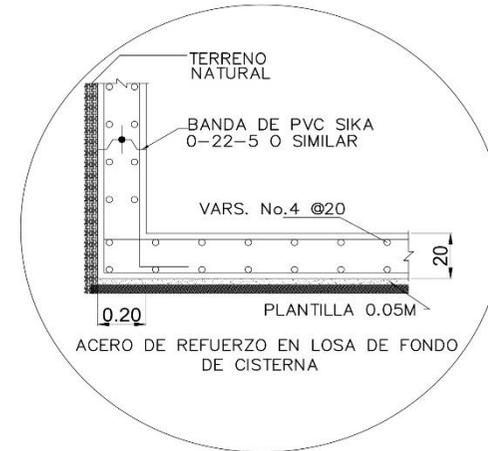
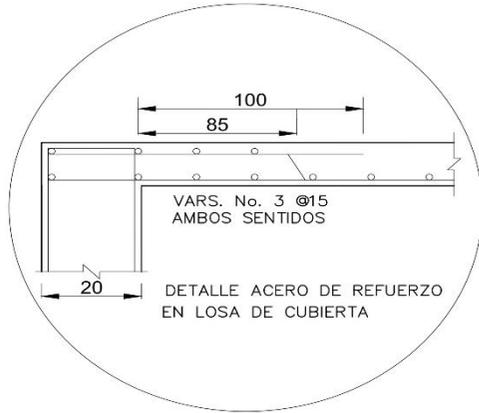
losa de cubierta para evitar que pueda caer material no deseado en la cisterna, se empezara realizando un replantillo para la cisterna de contacto y tendrá un espesor de 2 cm con un hormigón de 180 kg/cm².



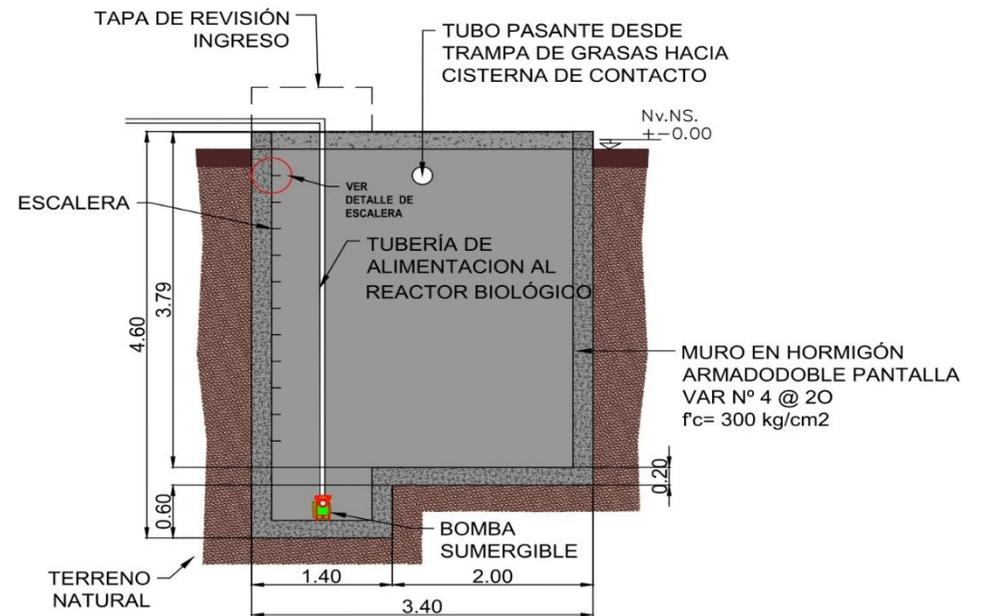
Como se observa en la perspectiva general de la cisterna, posee un acceso y una escalera de inspección, de igual forma la losa superior esta 20cm sobre el nivel natural del suelo.



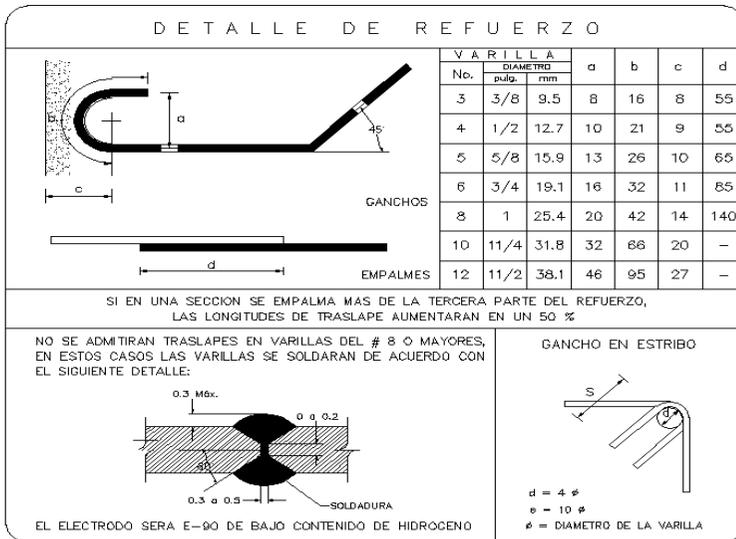
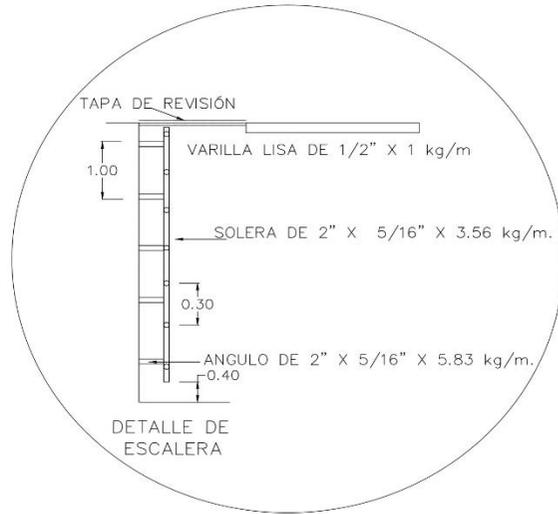
uolb.



PERSPECTIVA ACEROS DE REFUERZO CISTERNA

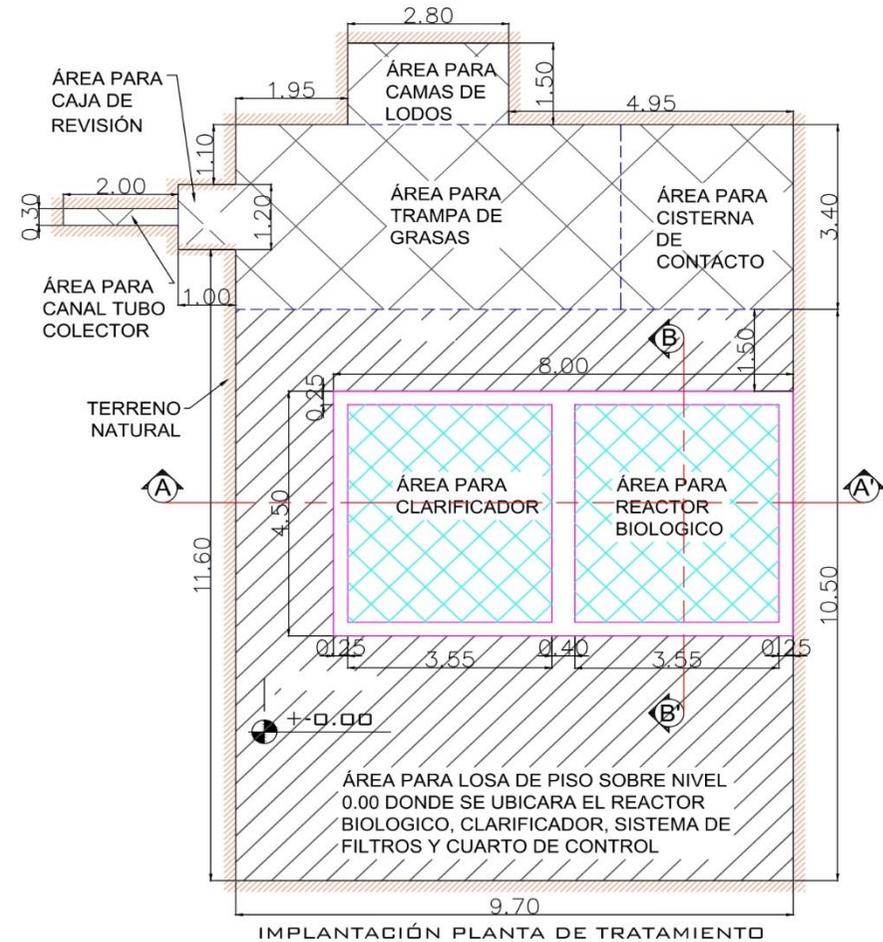


PERSPECTIVA GENERAL CISTERNA



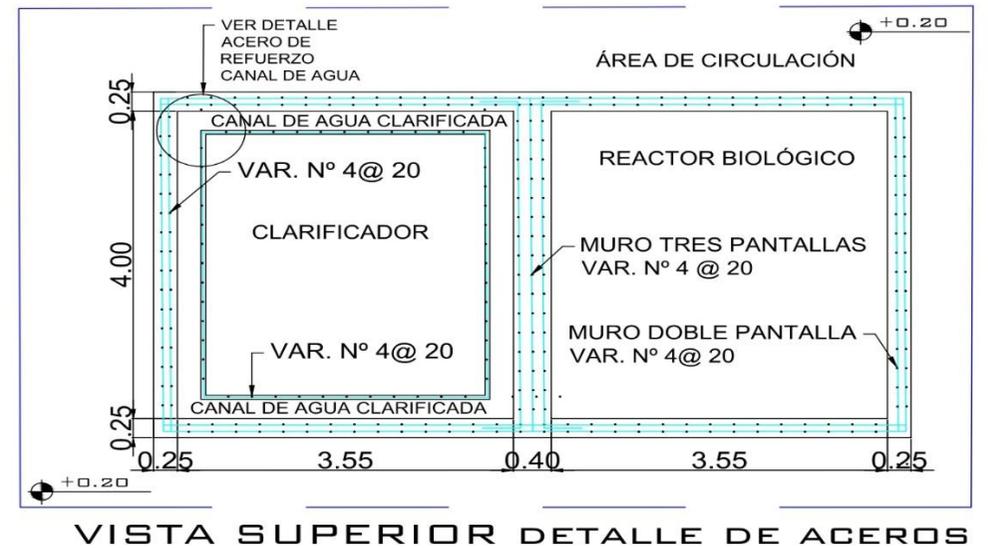
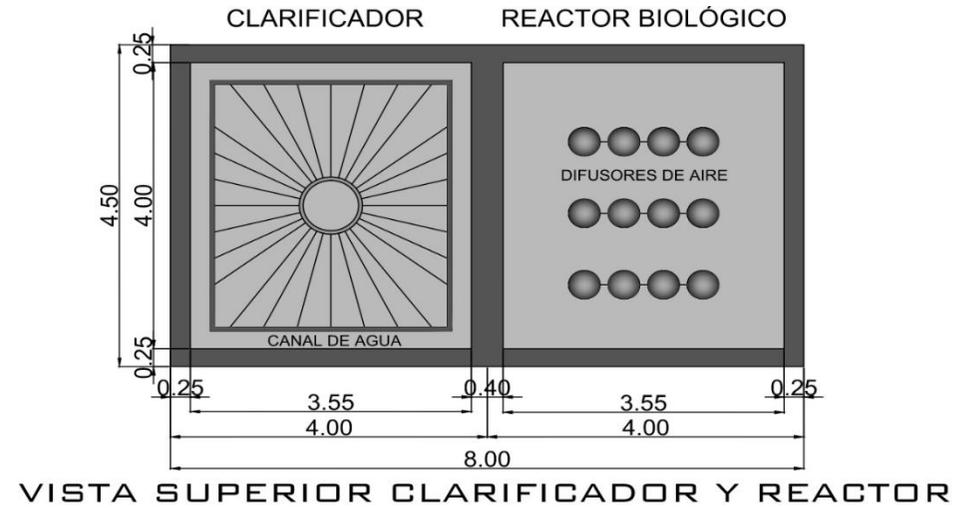
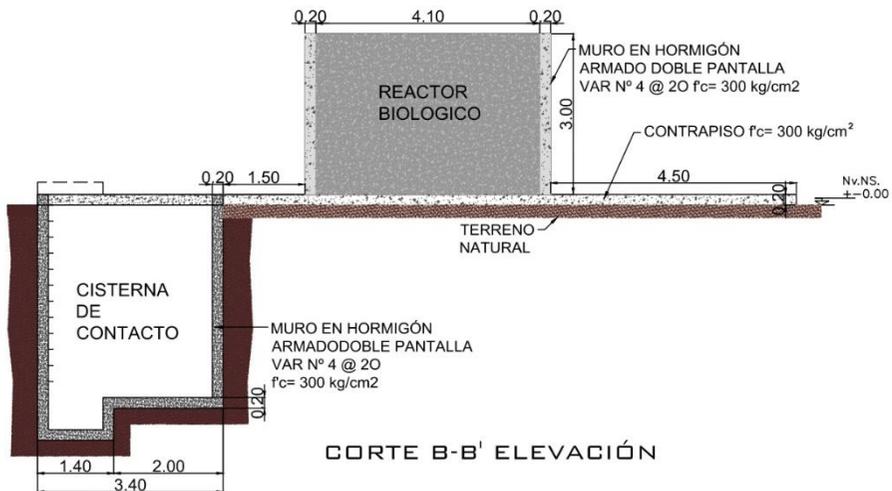
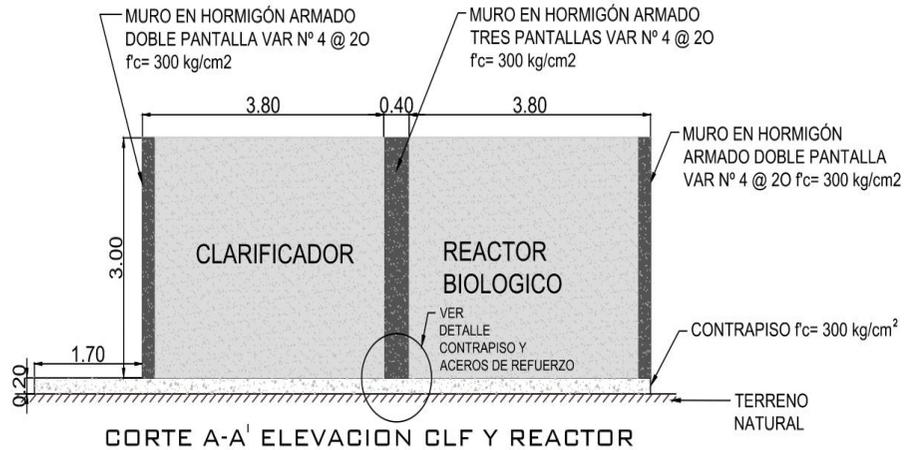
TRATAMIENTO SECUNDARIO

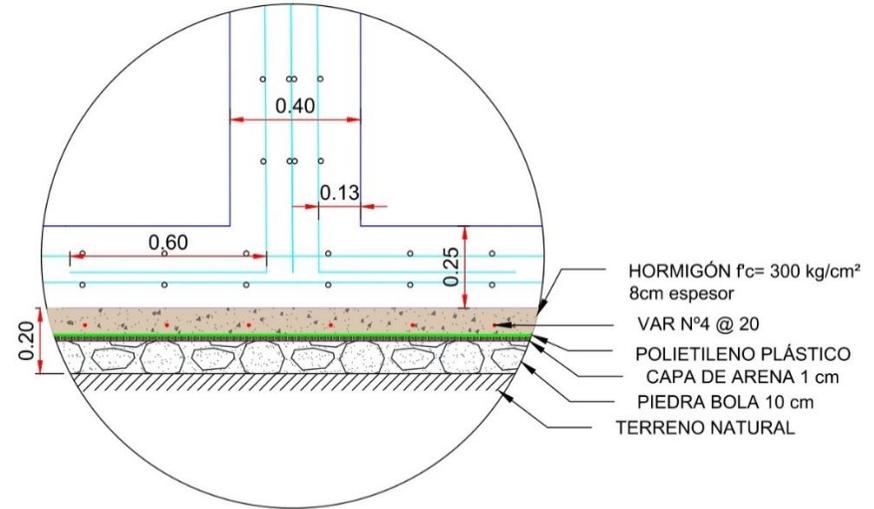
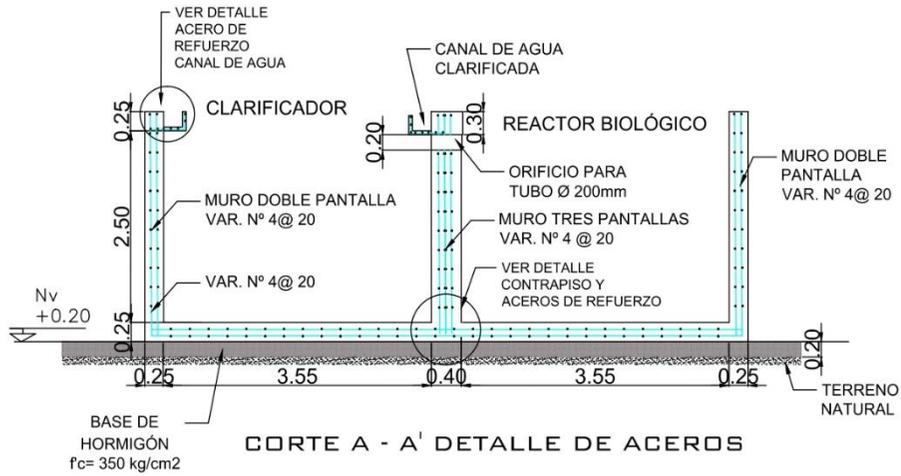
Reactor Biológico. - corresponde a la eliminación de sólidos suspendidos en el agua y por medio de bacterias se logra la depuración de dichos sólidos.



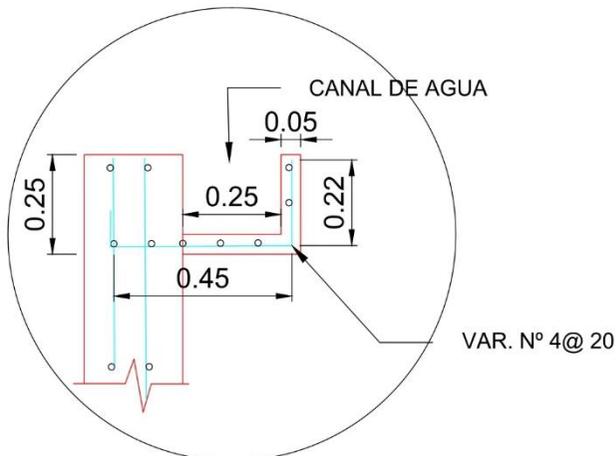


Para esta etapa se contempla un tanque cuadrado construido en hormigón armado y una estructura de acero de varilla de doble pantalla. para la ubicación de esta etapa se deberá confinar el contrapiso sobre el nivel de suelo.





DETALLE CONTRAPISO Y ACEROS DE REFUERZO



DETALLE ACEROS CANAL DE AGUA CLARIFICADA

DETALLE DE REFUERZO

No.	VARILLA		a	b	c	d
	DIAMETRO pulg.	mm				
3	3/8	9.5	8	16	8	55
4	1/2	12.7	10	21	9	55
5	5/8	15.9	13	26	10	65
6	3/4	19.1	16	32	11	85
8	1	25.4	20	42	14	140
10	1 1/4	31.8	32	66	20	-
12	1 1/2	38.1	46	95	27	-

SI EN UNA SECCION SE EMPALMA MAS DE LA TERCERA PARTE DEL REFUERZO, LAS LONGITUDES DE TRASLAPE AUMENTARAN EN UN 50 %

NO SE ADMITIRAN TRASLAPES EN VARILLAS DEL # 8 O MAYORES, EN ESTOS CASOS LAS VARILLAS SE SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE:

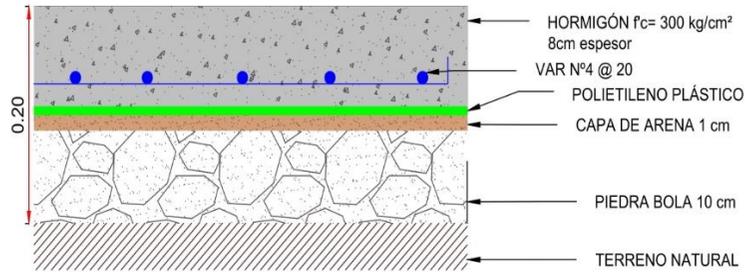
EL ELECTRODO SERA E-90 DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO

GANCHO EN ESTRIBO

d = 4 φ
s = 10 φ
φ = DIAMETRO DE LA VARILLA



El contrapiso para el área destinada al reactor, clarificador, filtros, cuarto de control y camineras se lo realizara en base al siguiente detalle y de acuerdo a las medidas indicadas anteriormente.



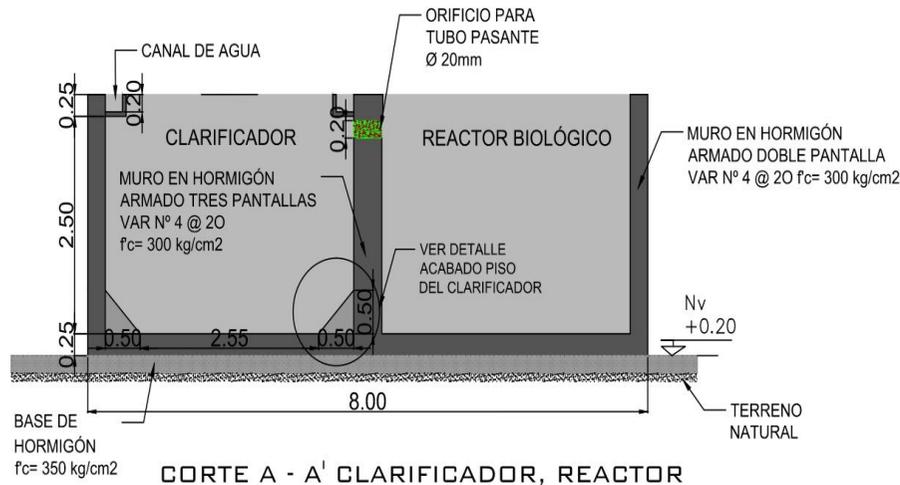
DETALLE CONTRAPISO

Clarificador. - esta etapa es donde el agua se clarifica y los sólidos que no han sido eliminados hasta el reactor biológico se sedimentan en el clarificador, permitiendo así separar el agua clarificada y enviar al sistema de filtros para su tratamiento final.

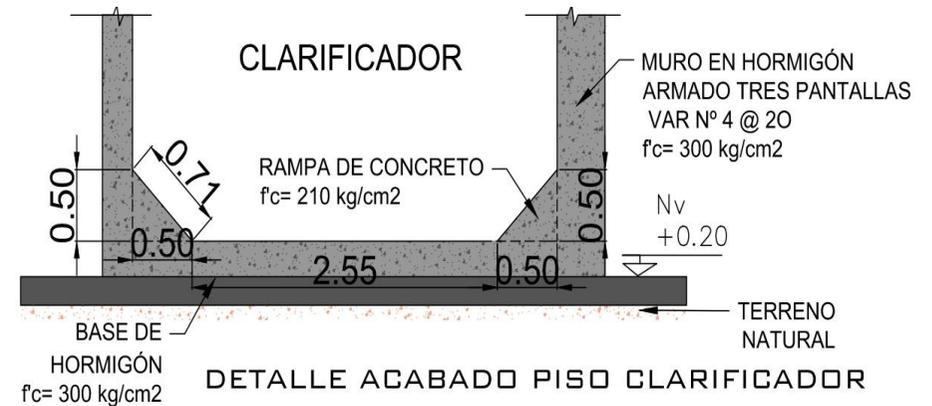
El clarificador a diferencia del reactor biológico tiene dos particularidades: 1.- el fono del tanque no es totalmente plano ya que se deberá hacer unas ranflas para que el lodo acumulado siempre vaya al fondo del tanque y no se acumule en las paredes del tanque. Este detalle se lo hará de acuerdo al siguiente modelo:



PISO CLARIFICADOR



CORTE A - A' CLARIFICADOR, REACTOR

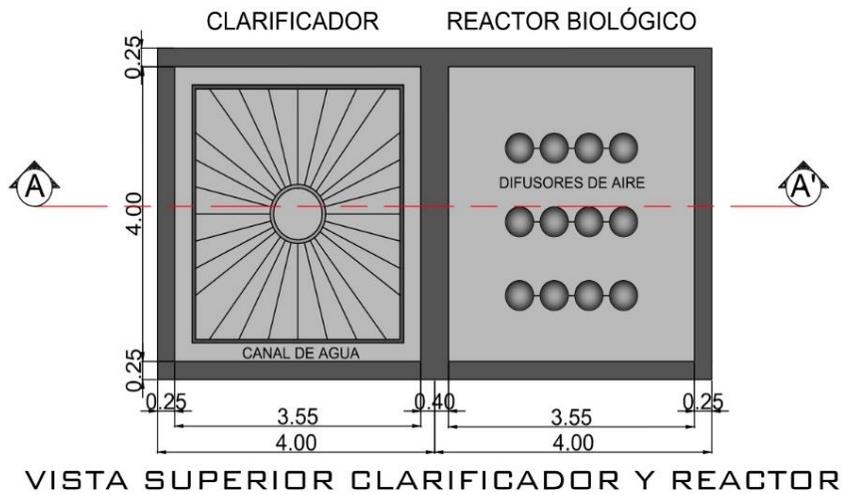


DETALLE ACABADO PISO CLARIFICADOR

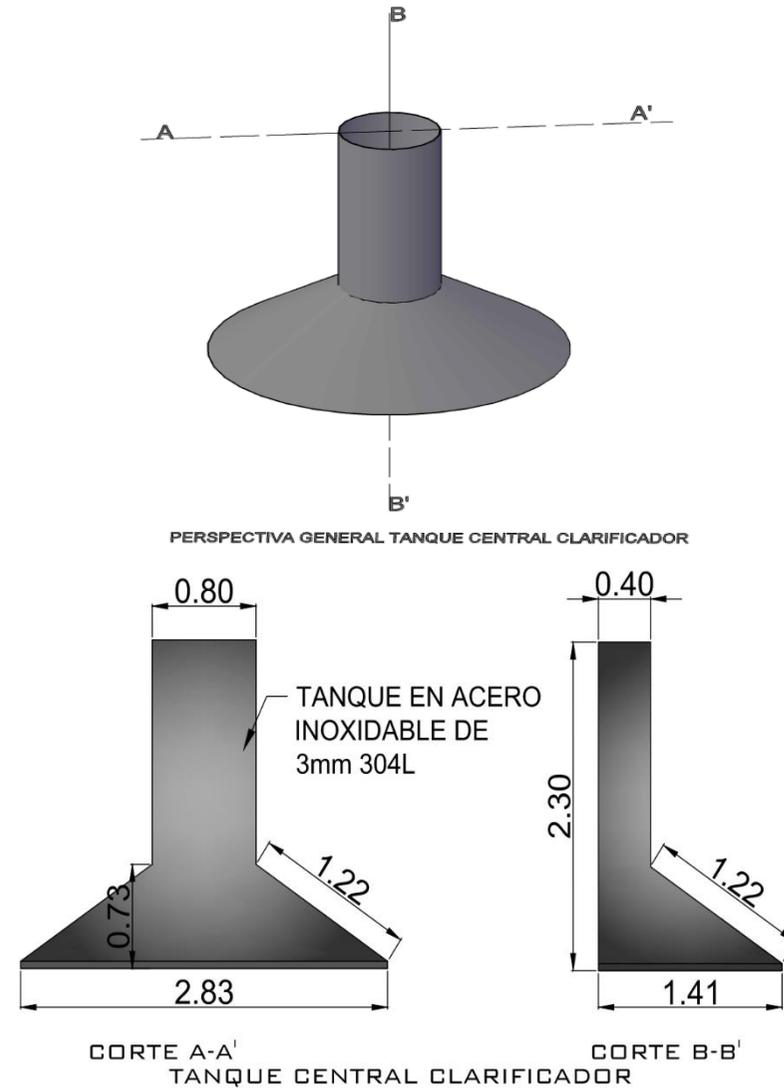


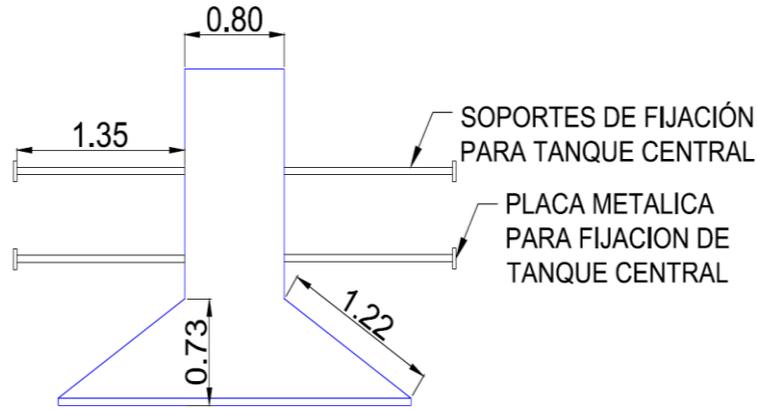
uol/a

La segunda particularidad del clarificador es su tanque central, construido en acero inoxidable y se ubica en el centro del clarificador. Se sujeta con soportes igualmente fabricados en acero inoxidable en las paredes del clarificador y el otro extremo irán fijados al tanque central. Este tanque permite la comunicación entre el reactor biológico y el clarificador.

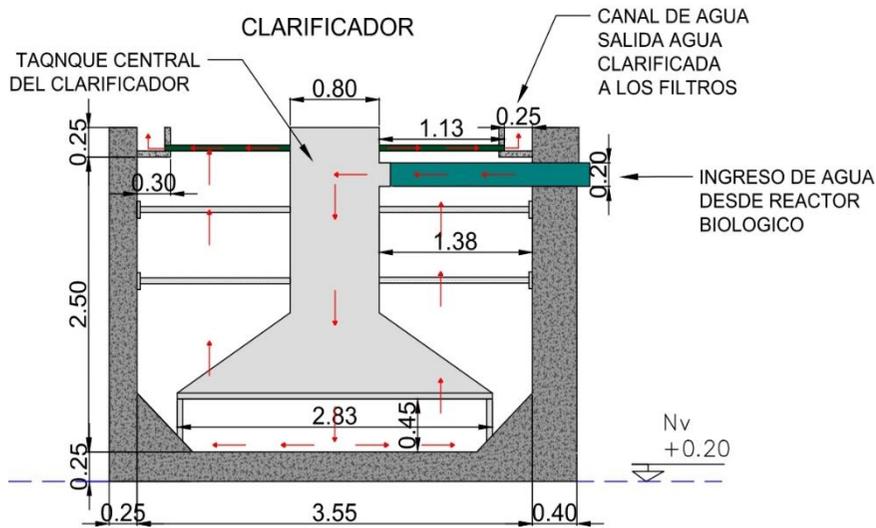


El tanque central se fabricará en acero inoxidable calidad 304L de 3mm de espesor, se lo construirá bajo las siguientes medidas:



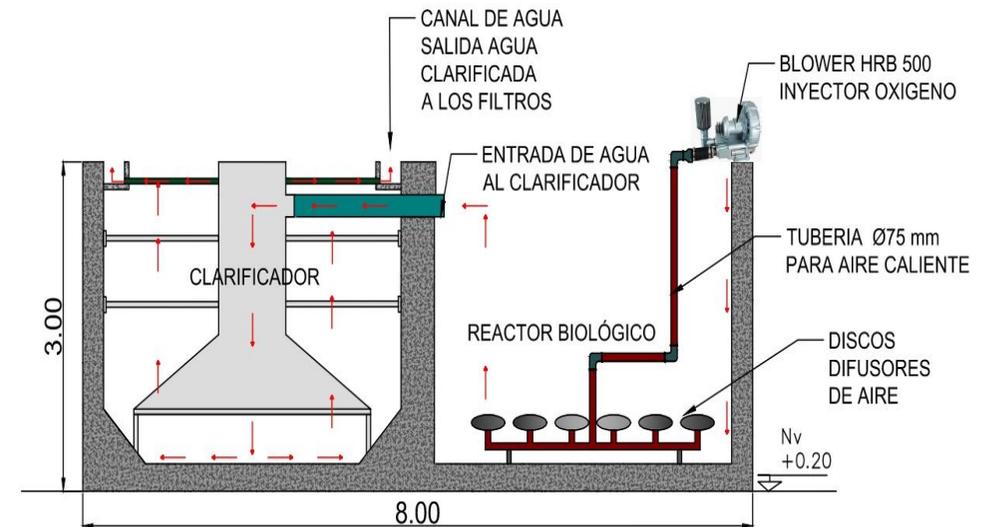


TANQUE CENTRAL CLARIFICADOR



UBICACIÓN TANQUE CENTRAL CLARIFICADOR

Considerando que el reactor biológico y el clarificador se encuentran adyacentes, estos van comunicados mediante un tubo de 200mm de diámetro que cruza desde el reactor hacia el tanque central del clarificador. También se debe considerar el sistema de aireación del reactor biológico y este será con un blower impulsor de aire, el que estará conectado a un sistema de membranas de discos difusores que tendrán como fin oxigenar el agua, su colocación será como se muestra en el siguiente detalle de ubicación del reactor biológico-clarificador-tanque central-difusores de aire.



DETALLE TANQUE CENTRAL CLARIFICADOR-DIFUSORES DE AIRE

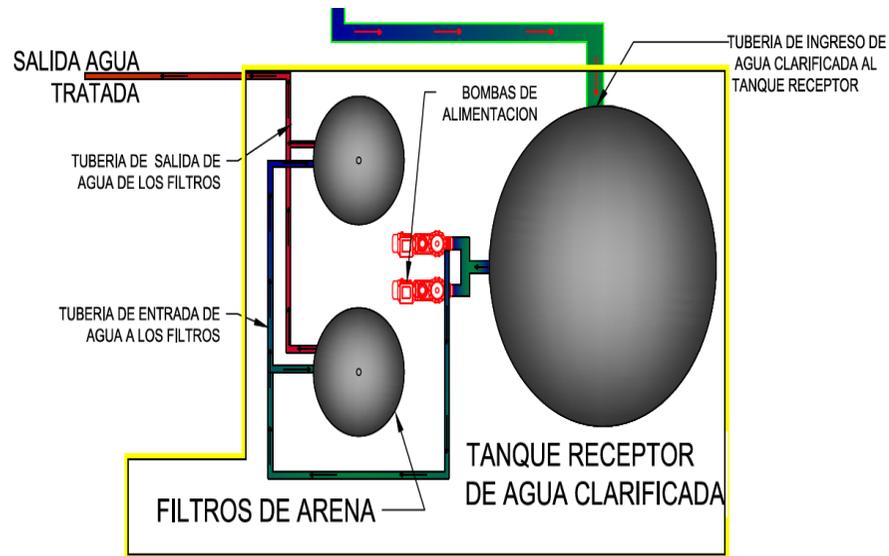
Cabe recalcar que el agua va desde la cisterna de contacto al reactor biológico, y de este pasa al clarificador para poder pasar al sistema de filtros o tratamiento terciario siendo la última etapa del tratamiento.



TRATAMIENTO TERCIARIO O AVANZADO

Esta etapa contempla la última etapa del sistema de tratamiento y básicamente es donde se da un cierto grado de pulidez al agua por medio de filtros.

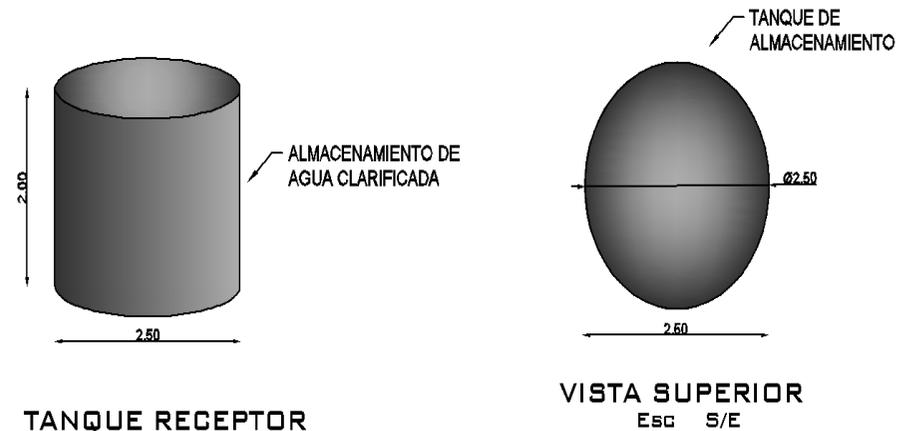
Sistema de filtros. – es la última etapa dentro del tratamiento y su función es pulir el agua para poder enviar el agua nuevamente a su cauce o a su vez reutilizarla en ciertas actividades como limpieza o riego.



Para el proyecto, el sistema de filtros funciona de la siguiente manera: el agua que viene de la clarificadora se acumula en un tanque receptor de agua clarificada. Este tanque lo único que hará es almacenar el agua y de este tanque será absorbida el agua mediante un sistema de bombas hacia los filtros.

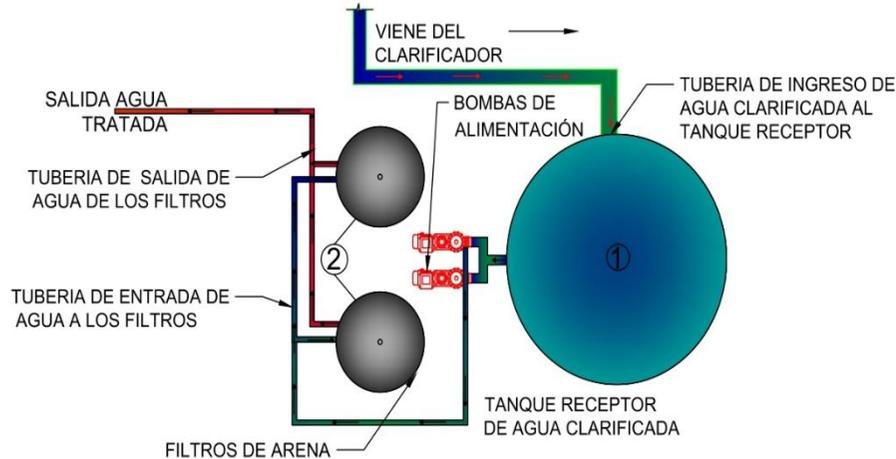


El tanque será construido en polietileno y con una capacidad de 10 m³.



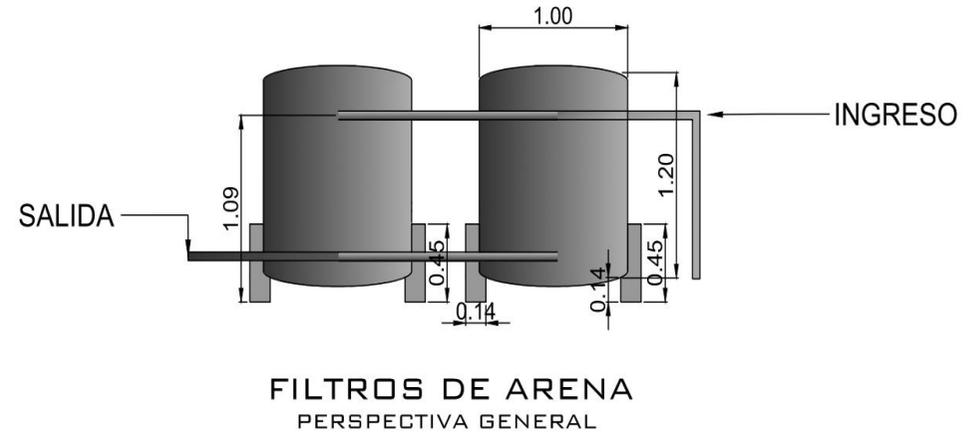
TANQUE RECEPTOR
PERSPECTIVA GENERAL

Se utilizará dos bombas de alimentación para los filtros, estas se deberán conectar la entrada al tanque receptor de agua clarificada y la salida de las bombas deberá ir conectado a la entrada de los filtros.



①	TANQUE RECEPTOR DE AGUA CLARIFICADA FABRICADO EN POLIETILENO CON UNA CAPACIDAD DE 10 m ³ .
②	FILTROS DE ARENA CONSTRUIDOS EN ACERO INOXIDABLE DE 3 mm DE ESPESOR Y CALIDAD 304L. TENDRA UN DIÁMETRO DE 1.0 m Y UNA ALTURA DE 1.20 m.

Se deberá fabricar dos filtros en acero inoxidable de 3mm calidad 304L, tendrá un diámetro de 1.0m y una altura de 1.20m, se los construirá de acuerdo al siguiente esquema:

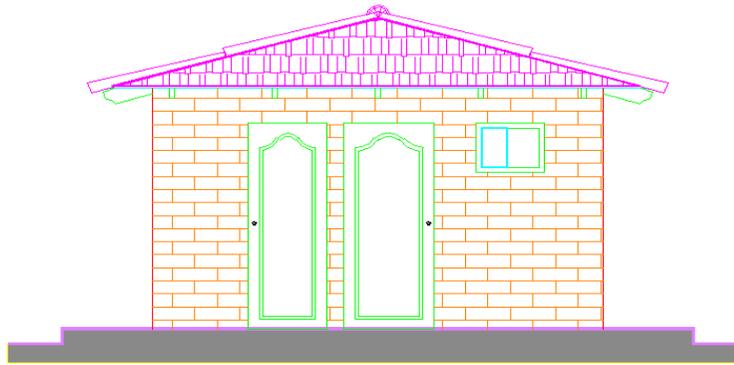


El sistema de filtros empieza en el tanque receptor, donde se almacena el agua clarificada, en ese punto irán acopladas las bombas de los filtros, estas lo que harán es bombear el agua que se encuentra acumulada en el tanque receptor y llevarla a los filtros. En los filtros el agua se pule mediante un sistema de arenas y una vez que pasa por estos lechos de arena el agua saldrá por la tubería de salida de agua filtrada, siendo este el último paso que se dará al tratamiento del agua residual. De esa forma se culmina el sistema de tratamiento de aguas residuales y a su vez el agua que sale de los filtros se la puede reutilizar.

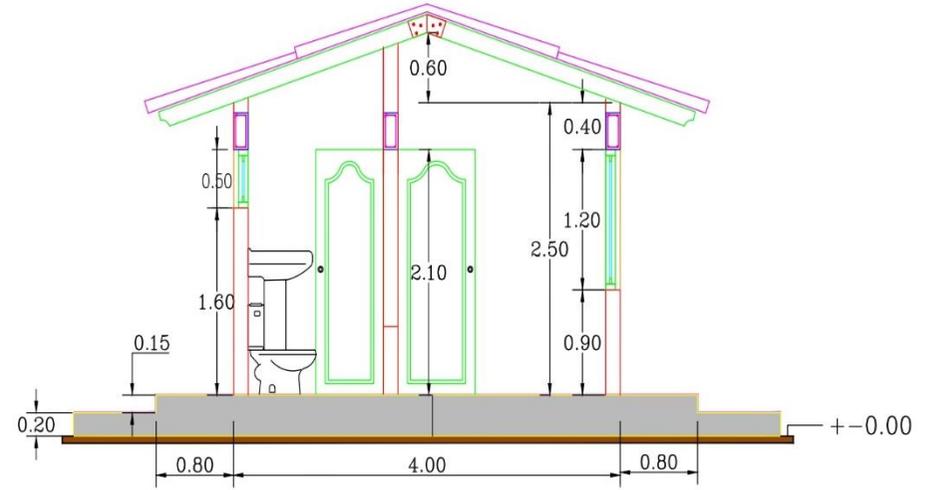
La ubicación de este sistema al ser un sistema móvil puede tener cambios al momento del montaje, pero siempre teniendo en cuenta el orden en el que deben ir conectados cada uno de ellos, la ubicación se la realiza de la siguiente manera:



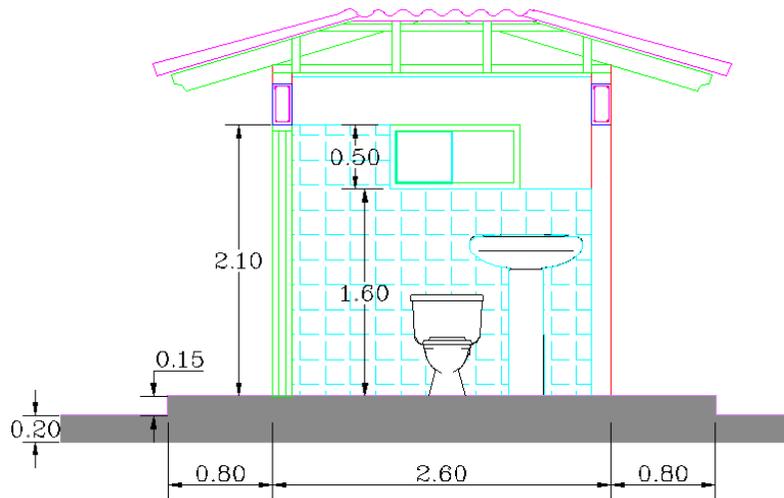
uol/a.



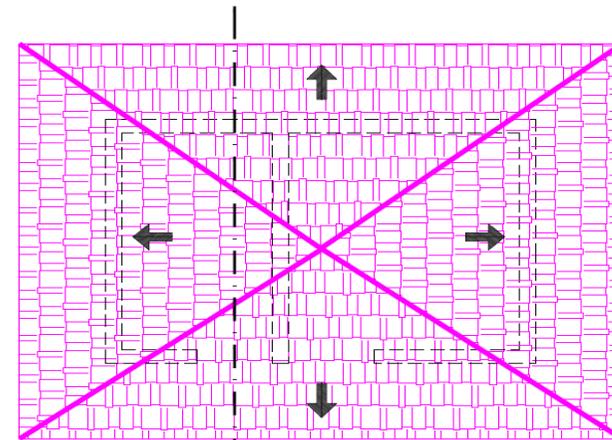
ELECCION PRINCIPAL



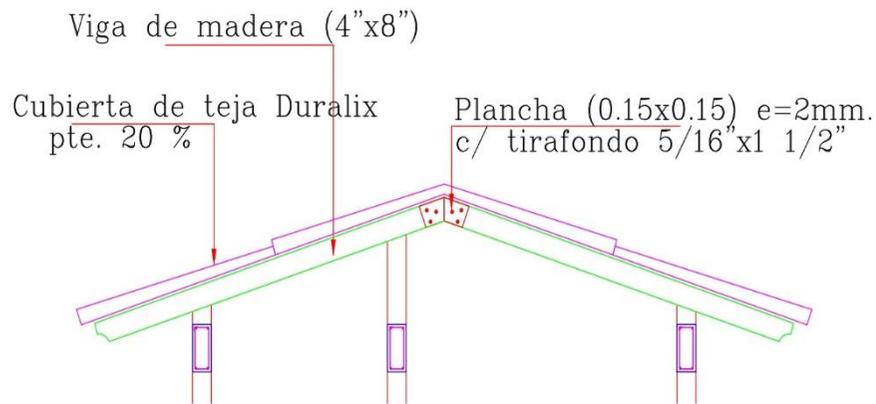
CORTE A-A



CORTE B-B



PLANO DE TECHO



DETALLE DE TECHO

RECOMENDACIONES

- Realizar la limpieza del terreno de toda el área a construir la planta de tratamiento.
- Fundir un replantillo en la caja de revisión, trampa de grasas, cama de lodos y cisterna de contacto con un hormigón de 180 kg/cm².
- Impermeabilizar todas las áreas que se vayan a encontrar en contacto con el agua para evitar que existan filtraciones que a futuro deterioraría las distintas etapas de tratamiento.

- Fundir todo el contrapiso donde va ubicado el reactor biológico, clarificador, sistema de filtros y cuarto de control,
- Al momento de fundir los tanques del reactor biológico y clarificador se deberá usar una junta fría para la unión entre estos tanques y el contrapiso.
- Ubicar el tanque receptor de agua clarificada y los filtros bajo las medidas indicadas para poder tener espacios amplios que sirvan para tránsito de personal y para mantenimiento.
- Realizar cubiertas para los motores como el blower y las bombas de filtración, así se podrá cuidar estos equipos de las distintas condiciones climáticas q pueden afectar su funcionamiento.
- Planificar un control de mediciones de la calidad del agua tanto al ingreso como a la salida de la planta de tratamiento,
- Las muestras de agua de la planta de tratamiento deben ser tomadas en envases plásticos de 1 galón para enviar a laboratorios especializados y certificados, los parámetros principales a cumplir después del tratamiento son: DBO5 (100 mg/l), DQO (250 mg/l), PH (5-9 ppm), Sólidos totales disueltos (1600 mg/l).

ANEXO 3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN HORMIGÓN ARMADO

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 1		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	1,48	1,48	0,05	0,07
SUBTOTAL M					0,07
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2,00	3,51	7,02	0,20	1,40
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,20	0,08
SUBTOTAL N					1,48
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Estacas	Unidad	25,00	0,07	1,75	
Piola	Kg	0,10	0,03	0,00	
SUBTOTAL O					1,75
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,31
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,31
VALOR OFERTADO					3,31
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		
NOTA :					

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 2		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACIÓN				UNIDAD : m2	
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	2,19	2,19	0,05	0,11
SUBTOTAL M					0,11
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,20	0,08
Albañil	1,0	3,55	3,55	0,20	0,71
Peón	2,0	3,51	7,02	0,20	1,40
SUBTOTAL N					2,19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Piola	Kg	0,10	0,03	0,00	
Esmalte	Gl	0,05	0,21	0,01	
Estacas	Unidad	0,20	0,07	0,01	
SUBTOTAL O					0,03
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,33
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,33
VALOR OFERTADO					2,33
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 3		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : EXCAVACIÓN MANUAL DE CIMIENTOS Y PLINTOS			UNIDAD : m3		
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	8,68	8,68	0,05	0,43
SUBTOTAL M					0,43
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	3,00	3,51	10,53	0,60	6,32
Albañil	1,00	3,55	3,55	0,60	2,13
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,60	0,24
SUBTOTAL N					8,68
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,12
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,12
VALOR OFERTADO					9,12
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 4		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : DESALOJO DE MATERIALES			UNIDAD : m3		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	1,69	1,69	0,05	0,08
Volquete	1,00	30,00	30,00	0,07	2,10
Cargadora frontal	1,00	40,00	40,00	0,07	2,80
				SUBTOTAL M	4,98
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Operador equipo pesado	1,00	3,93	3,93	0,11	0,43
Chofer licencia E	1,00	5,15	5,15	0,10	0,51
Peón	1,00	3,51	3,51	0,20	0,70
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,10	0,04
				SUBTOTAL N	1,69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL O	0,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,67
VALOR OFERTADO					6,67
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 5		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO			UNIDAD : m3		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,0	20,59	20,59	0,05	1,03
Concretera	1,0	2,50	2,50	1,14	2,85
Vibrador	1,0	1,97	1,97	1,14	2,25
				SUBTOTAL M	6,13
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	1,140	0,45
Albañil	3,0	3,55	10,65	1,140	12,14
Peón	2,0	3,51	7,02	1,14	8,00
				SUBTOTAL N	20,59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Arena Gruesa	m3	0,60	25,00	15,00	
Grava	m3	0,76	25,00	19,00	
Agua	lt	140,00	0,00	0,14	
Cemento	kg	250	0,16	40,00	
Piedra	m3	1,1	25	27,50	
				SUBTOTAL O	101,64
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					128,36
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0,00%			0,00	
OTROS INDIRECTOS	0,00%			0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				128,36	
VALOR OFERTADO				128,36	
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 6		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : HORMIGÓN SIMPLE EN CISTERNA F'C=210 KG/CM2			UNIDAD : m3		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	77,42	77,42	0,05	3,87
Concretera	1	2,50	2,50	1,14	2,85
Vibrador	1	1,97	1,97	1,14	2,25
				SUBTOTAL M	8,97
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Albañil	2,00	3,55	7,10	2,0	14,20
Peón	9,00	3,51	31,59	2,0	63,18
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,1	0,04
				SUBTOTAL N	77,42
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Arena gruesa	m3	0,45	25,00	11,25	
Grava	m3	0,64	25,00	16,00	
Cemento	Kg	360,00	0,16	57,60	
Encofrado	Global	1,25	3,2	4,00	
Agua	Lts.	180,00	0,0014	0,25	
				SUBTOTAL O	89,10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					175,49
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					175,49
VALOR OFERTADO					175,49
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 7		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : MALLA ELECTRO SOLDADA DE 5 MM CADA 10 CM (MALLA R-196)			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	2,16	2,16	0,05	0,11
				SUBTOTAL M	0,11
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,10	0,04
Albañil	1,00	3,55	3,55	0,30	1,07
Peón	1,00	3,51	3,51	0,30	1,05
				SUBTOTAL N	2,16
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Malla electrosoldada 1Fl 5mm cada 10 cm	m2	1,30	4,20	5,46	
Alambre negro #18	Kg	0,10	1,42	0,14	
				SUBTOTAL O	5,60
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,87
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,87
VALOR OFERTADO					7,87
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 8		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : ENCOFRADO TABLA DE MONTE - COLUMNA 30X30 CM (1 USO)			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	8,99	8,99	0,05	0,45
				SUBTOTAL M	0,45
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Carpintero	1,00	3,55	3,55	1,190	4,22
Peón	1,00	3,51	3,51	1,190	4,18
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	1,50	0,59
				SUBTOTAL N	8,99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Tablas de encofrados	Unidad	1,00	1,30	1,30	
Listón	Unidad	0,50	1,30	0,65	
Clavos	Kg	0,15	2,00	0,30	
Puntal	Unidad	0,50	1,70	0,85	
				SUBTOTAL O	3,10
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					12,54
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,54
VALOR OFERTADO					12,54
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 9		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: ENCOFRADO-DESEN. LOSA ALT. ENTREPISO 2.5M			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	11,18	11,18	0,05	0,56
				SUBTOTAL M	0,56
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Carpintero	1,00	3,55	3,55	1,50	5,33
Peón	1,00	3,51	3,51	1,50	5,27
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	1,50	0,59
				SUBTOTAL N	11,18
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Tablas de encofrados	Unidad	1,80	3,00	5,40	
Listón	Unidad	0,50	1,30	0,65	
Clavos	Kg	0,12	2,00	0,24	
Puntal	Unidad	2,00	1,70	3,40	
				SUBTOTAL O	9,69
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,43
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,43
VALOR OFERTADO					21,43
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ		FORMULARIO NO. :			
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.		HOJA : 10			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : IMPERMEABILIZACIÓN PARA CONTRAPISO, MURO Y CIMENTACIONES				UNIDAD : m2	
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	3,61	3,61	0,05	0,18
				SUBTOTAL M	0,18
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Albañil	1,00	3,55	3,55	0,500	1,78
Peón	1,00	3,51	3,51	0,500	1,76
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,20	0,08
				SUBTOTAL N	3,61
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Aditivo Sika I	Kg	0,3	1,10	0,36	
Cemento	Kg	15,5	0,16	2,47	
Arena fina	m3	0,0	20,00	0,62	
Agua	Ltrs	9,0	0,0014	0,01	
				SUBTOTAL O	3,47
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7,26
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0,00%			0,00	
OTROS INDIRECTOS	0,00%			0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,26
VALOR OFERTADO					7,26
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 11		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : MASILLADO EN LOSA + IMPERMEABILIZANTE, E= 3 CM, MORTERO 1:3			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	5,34	5,34	0,05	0,27
				SUBTOTAL M	0,27
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	1,00	3,51	3,51	0,50	1,76
Albañil	2,00	3,55	7,10	0,50	3,55
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,10	0,04
				SUBTOTAL N	5,34
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Mortero, cemento y arena 1:5	m3	0,03	8,90	0,27	
Impermeabilizante	l	1,00	10,52	10,52	
				SUBTOTAL O	10,79
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16,40
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,40
VALOR OFERTADO					16,40
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 12		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : MASILLADO ALISADO DE PISOS, MORTERO 1:3, E= 1 CM			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	4,40	4,40	0,05	0,22
SUBTOTAL M					0,22
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	1,00	3,51	3,51	0,400	1,40
Albañil	2,00	3,55	7,10	0,400	2,84
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,4	0,16
SUBTOTAL N					4,40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Cemento	Kg	15,00	0,02	0,24	
Arena fina	m3	0,03	20,00	0,62	
Agua	lts	10,00	0,01	0,10	
SUBTOTAL O					0,96
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,58
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,58
VALOR OFERTADO					5,58
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 13		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	5,69	5,69	0,05	0,28
				SUBTOTAL M	0,28
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Pintor	1,00	3,55	3,55	0,800	2,84
Ayudante	1,00	3,51	3,51	0,800	2,81
Maestro Mayor	0,1	3,93	0,39	0,1	0,04
				SUBTOTAL N	5,69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Lija	PLG	0,20	0,28	0,06	
Cemento blanco	kg	0,10	0,21	0,02	
Yeso	kg	0,10	0,63	0,06	
Pintura de caucho	GLN	0,06	5,53	0,33	
				SUBTOTAL O	0,47
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,44
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,44
VALOR OFERTADO					6,44
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 14		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : PASAMANO EN ACERO INOXIDABLE H: 0,90m			UNIDAD : m		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	2,97	2,97	0,05	0,15
Soldadora	1,0	1,35	1,35	0,4	0,54
				SUBTOTAL M	0,69
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	2,00	3,51	7,02	0,400	2,81
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,400	0,16
				SUBTOTAL N	2,97
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Tubo acero inoxidable de 2"	Ml	1,80	56,00	100,80	
Soldadura	Kg	0,10	2,00	0,20	
				SUBTOTAL O	101,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					104,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					104,65
VALOR OFERTADO					104,65
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 15		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : PUNTO DE ILUMINACIÓN			UNIDAD : Pto.		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	10,28	10,28	0,05	0,51
SUBTOTAL M					0,51
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Ayudante	2,00	3,51	7,02	0,700	4,91
Electricista	2,00	3,55	7,10	0,700	4,97
Maestro mayor	1	3,93	3,93	0,1	0,39
SUBTOTAL N					10,28
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
CONDUCTOR #12	U	3,00	0,37	1,11	
CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	1,00	0,37	0,37	
CAJA RECTANGULAR BAJA	U	1,00	0,39	0,39	
TUBO CONDUIT DE 1/2 X 3 M	U	1,40	1,18	1,65	
INTERRUPTOR SIMPLE	U	1,00	2,03	2,03	
BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	1,00	1,5	1,50	
UNION EMT 1/2"	U	2,00	0,34	0,68	
SUBTOTAL O					7,73
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18,52
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18,52
VALOR OFERTADO					18,52
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 16		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : CAJAS DE REVISION H=hasta 1m (60x60)			UNIDAD : u		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	14,91	14,91	0,05	0,75
SUBTOTAL M					0,75
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Albañil	1,00	3,55	3,55	2,00	7,10
Ayudante	1,00	3,51	3,51	2,00	7,02
Maestro Mayor	0,1	3,93	0,39	2,00	0,79
SUBTOTAL N					14,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Arena gruesa	m3	0,10	14,37	1,44	
Ripio	m3	0,08	13,75	1,10	
Agua	lts	20,00	0,0014	0,03	
Cemento	Kg	1,40	0,16	0,22	
Hierro de 10mm	kg	5,00	0,018	0,09	
Ladrillo mambron	u	48,00	0,25	12,00	
SUBTOTAL O					14,88
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					30,53
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					30,53
VALOR OFERTADO					30,53
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 16		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : CAJAS DE REVISIÓN H=hasta 1m (60x60)			UNIDAD : u		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	14,91	14,91	0,05	0,75
SUBTOTAL M					0,75
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Albañil	1,00	3,55	3,55	2,00	7,10
Ayudante	1,00	3,51	3,51	2,00	7,02
Maestro Mayor	0,1	3,93	0,39	2,00	0,79
SUBTOTAL N					14,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Arena gruesa	m3	0,10	14,37	1,44	
Ripio	m3	0,08	13,75	1,10	
Agua	lts	20,00	0,0014	0,03	
Cemento	Kg	1,40	0,16	0,22	
Hierro de 10mm	kg	5,00	0,018	0,09	
Ladrillo mambron	u	48,00	0,25	12,00	
SUBTOTAL O					14,88
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					30,53
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					30,53
VALOR OFERTADO					30,53
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 17		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : FREGADERO ACERO INOXIDABLE 1 POZO			UNIDAD : U		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	18,63	18,63	0,05	0,93
SUBTOTAL M					0,93
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Plomero	1,00	3,55	3,55	2,50	8,88
Ayudante	1,00	3,51	3,51	2,50	8,78
Maestro Mayor	0,1	3,93	0,39	2,50	0,98
SUBTOTAL N					18,63
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Fregadero	U	1,00	55,28	55,28	
SUBTOTAL O				55,28	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					74,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					74,84
VALOR OFERTADO					74,84
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 18		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : GRIFERÍA DE BAÑO			UNIDAD : U		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	8,70	8,70	0,05	0,44
				SUBTOTAL M	0,44
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Plomero	1,00	3,55	3,55	1,170	4,11
Ayudante	1,00	3,51	3,51	1,170	4,60
Maestro mayor	1	3,93	3,93	0,5	0,00
				SUBTOTAL N	8,70
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Grifería cromada de baño	U	1,00	4,50	4,50	
			SUBTOTAL O	4,50	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
			SUBTOTAL P		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,64
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13,64
VALOR OFERTADO					13,64
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 19		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : ESTUCADO DE PARED INTERIOR			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	3,73	3,73	0,05	0,19
				SUBTOTAL M	0,19
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Pintor	1,00	3,55	3,55	0,500	1,78
Ayudante	1,00	3,51	3,51	0,500	1,76
Maestro mayor	0,1	3,93	0,39	0,5	0,20
				SUBTOTAL N	3,73
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
Condor estuco	Gln	0,03	9,90	0,30	
				SUBTOTAL O	0,30
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
				SUBTOTAL P	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,21
INDIRECTOS Y UTILIDADES	0,00%			0,00	
OTROS INDIRECTOS	0,00%			0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				4,21	
VALOR OFERTADO				4,21	
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

NOMBRE PROPONENTE : JORGE DE LA CRUZ			FORMULARIO NO. :		
OBRA: Guía de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en hormigón armado mediante reactores biológicos y clarificador para las zonas rurales del cantón Rumiñahui.			HOJA : 20		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA			UNIDAD : m2		
DETALLE :					
EQUIPO					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor (5% M.O)	1,00	5,30	5,30	0,05	0,27
SUBTOTAL M					0,27
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Peón	1,00	3,51	3,51	1,50	5,27
Maestro mayor	0,10	3,93	0,39	0,10	0,04
SUBTOTAL N					5,30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo (C=A*B)	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,57
INDIRECTOS Y UTILIDADES		0,00%			0,00
OTROS INDIRECTOS		0,00%			0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,57
VALOR OFERTADO					5,57
LUGAR Y FECHA: QUITO, FEBRERO 2020			FIRMA		

DESCRIPCIÓN DE COSTOS DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
1	OBRAS PRELIMINARES				
1,1	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	172,52	3,31	570,99
1,2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	139,96	2,33	326,07
1,3	CERRAMIENTO PROVISIONAL	m2	180	10,25	1845,00
1,4	CONSTRUCCIÓN DE GUACHIMANIA (25m2) Y BODEGA (30m2) (TABLA DE MONTE, PINGOS, CON CUBIERTA ZINC)	m2	55,0	27,35	1504,25
1,5	INSTALACIONES PROVISIONALES AGUA POTABLE	m2	10,25	10,25	105,06
1,6	INSTALACIONES PROVISIONALES ENERGÍA ELÉCTRICA	u	12	11,65	139,80
					4491,18
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1	DESBANQUE MANUAL	m3	30,58	9,55	292,04
2,2	EXCAVACIÓN MANUAL DE CIMIENTOS Y PLINTOS	m3	34,5	9,12	314,57
2,3	EXCAVACIÓN PARA RED DE ALCANTARILLADO (TUBERÍA Y CAJAS)	m3	42,27	6,83	288,70
2,4	DESBANQUE Y CONFORMACIÓN DE PLATAFORMAS	m2	100,25	55,03	5516,76
2,5	EXCAVACIÓN DE CISTERNAS (CON MAQUINARIA)	m3	110,126	23,48	2585,76
2,6	DESALOJO DE MATERIALES	m3	176,58	6,67	1178,32
2,7	NIVELACIÓN PARA CONTRA PISOS	m2	139,96	6,32	884,55
2,8	RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)	m3	37,36	3,47	129,64
					11190,33
3	ESTRUCTURA				
	HORMIGÓN				
3,1	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m3	2,3	128,36	295,22
3,2	HORMIGÓN CICLÓPEO 60% H.S Y 40% PIEDRA F'C= 210 KG/CM2	m3	5,08	88,42	449,16
3,3	HORMIGÓN SIMPLE PLINTOS F'C= 210 KG/CM2, NO INC. ENCOFRADO	m3	2,5	161,05	402,63
3,4	HORMIGÓN EN ESCALERAS	m3	1,5	248,03	372,05
3,5	HORMIGÓN EN VIGAS f'c=240 kg/cm2	m3	2,7	132,25	357,06
3,6	HORMIGÓN SIMPLE CADENAS INF. F'C 210 kg/cm2	m3	4,2	132,12	554,92
3,7	HORMIGÓN SIMPLE EN MUROS F'C=280 KG/CM2	m3	24,11	175,62	4234,20
3,8	HORMIGÓN SIMPLE EN CISTERNA F'C=210 KG/CM2	m3	11,52	175,49	2021,62
3,9	HORMIGÓN SIMPLE EN LOSA DE CUBIERTA FC=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO	m3	8,6	175,05	1505,42
	ACERO				
3,10	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2 8-12 MM CON ALAMBRE GALV. N°18	Kg	2500	1,93	4819,68
3,11	ACERO ESTRUCTURAL A-36, MONTAJE MANUAL	Kg	200	3,91	781,28
3,12	MALLA ELECTRO SOLDADA DE 5 MM CADA 10 CM (MALLA R-196)	m2	156,5	7,87	1231,21
3,13	PLACA COLABORANTE DECK	m2	8,62	75,36	649,60
					17674,05

4	ENCOFRADOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES (FUENTE: MANUAL DE ENCOFRADOS - DEPARTAMENTO TÉCNICO CAMICON)				
4,1	ENCOFRADO TABLA DE MONTE - COLUMNA 30X30 CM (1 USO)	m2	15	12,54	188,11
4,2	ENCOFRADO TABLA DE MONTE - CADENA 20x20 CM (1 USO)	m2	5,3	23,98	127,09
4,3	ENCOFRADO TABLA DE MONTE - VIGA 30X50 CM (1 USO)	m2	2,8	19,63	54,97
4,4	ENCOFRADO-DESEN. LOSA ALT. ENTREPISO 2.5M	m2	8,5	21,43	182,14
4,5	ENCOFRADOS RECTOS (METÁLICO)	m2	139,96	5,58	780,98
4,6	ENCOFRADO-DESEN.MURO (METÁLICO)	m2	357,25	12,36	4415,61
					5748,89
5	ALBAÑILERÍA				
5,1	COLOCACIÓN DE CAJETINES ELÉCTRICOS	U	20	1,58	31,60
5,2	COLOCACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS	U	1	36,98	36,98
5,3	CONTRAPISO H.S. 180 KG/CM2, E=10CM	m2	100,16	24,02	2405,84
5,4	DINTEL 0.1 X 0.20 X 1.1 M	m	6,6	9,03	59,63
5,5	ENLUCIDO FILOS Y FAJAS	m	27,6	14,69	405,51
5,6	ENLUCIDO LISO EXTERIOR	m2	153,6	10,19	1565,04
5,7	ENLUCIDO VERTICAL LISO	m2	264,2	6,99	1847,45
5,8	IMPERMEABILIZACIÓN PARA CONTRAPISO, MURO Y CIMENTACIONES	m2	582,34	7,26	4225,83
5,9	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CARGA E=10 CM	m2	7,38	15,39	113,58
5,10	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CARGA E=15 CM	m2	35,4	15,9	562,86
					11254,31
6	CONTRAPISOS Y MASILLADOS				
6,1	MASILLADO EN LOSA + IMPERMEABILIZANTE, E= 3 CM, MORTERO 1:3	m2	18	16,40	295,17
6,2	MASILLADO ALISADO DE PISOS, MORTERO 1:3, E= 1 CM	m2	115,6	5,58	645,19
					940,37
7	RECUBRIMIENTOS				
	RECUBRIMIENTOS EN PISOS				
7,1	CERÁMICA NACIONAL PARA PISOS 30X30 CM	m2	10,4	18,77	195,21
7,2	BARREDERA DE PORCELANATO H= 10 CM	m	13,2	6,38	84,26
7,3	RECUBRIMIENTOS EN PAREDES				
7,4	EMPASTE INTERIOR	m2	35,4	3,84	135,93
7,5	EMPASTE EXTERIOR	m2	35,5	6,09	216,34
7,6	PINTURA DE CAUCHO INTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	35,4	4,03	142,64
7,7	PINTURA DE CAUCHO EXTERIOR, LÁTEX VINILO ACRÍLICO	m2	35,4	6,44	228,10
					1002,47
8	CARPINTERÍA				
	CARPINTERÍA METÁLICA / VIDRIOS				
8,1	PASAMANO EN ACERO INOXIDABLE	m	10,3	104,65	1077,93
8,2	VENTANA DE ALUMINIO NATURAL FIJA Y VIDRIO 6 MM	m2	1,8	51,30	92,34
8,3	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO NATURAL Y VIDRIO 6 MM	m2	3,6	75,59	272,13
8,4	PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM (INCL. CERRADURA)	m2	3,1	117,22	363,38
8,5	PUERTA TAMBORADA BLANCA 0.70 M, INCLUYE MARCOS Y TAPA MARCOS	U	2	114,15	228,29

8,6	CERRADURA POMO POMO (DE PASILLO)	U	1	33,25	33,25
8,7	CERRADURA BAÑO, TIPO CESA NOVA CROMADA	U	1	20,21	20,21
8,8	REJILLA PISO ALUMINIO 02'' (INCL. INSTALACIÓN)	U	2	8,58	17,16
					2104,69
9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS				
9,1	BREAKER MONOFÁSICO 16 AMP	U	2	11,98	23,96
9,2	BREAKER MONOFÁSICO 40 AMP	U	1	17,60	17,60
9,3	BREAKER TRIFÁSICO 50 AMP	U	1	22,34	22,34
9,4	CENTRO DE CARGA DE 30 ESPACIOS 3 FASES	U	1	74,25	74,25
9,5	INSTALACIÓN DE TELÉFONO	PTO	1	23,3	23,30
9,6	PUNTO DE ILUMINACIÓN	PTO	3	18,52	55,57
9,7	PUNTO DE TOMACORRIENTE 220V TUBO CONDUIT 1"	PTO	4	50,66	202,62
9,8	PUNTO DE TOMACORRIENTES 110V. TUBO CONDUIT EMT. 1/2"	U	6	22,82	136,90
9,9	PUNTO SENSOR DE MOVIMIENTO	PTO	4	21,00	84,01
9,10	PUNTOS DE LÁMPARAS ORNAMENTALES EXTERIORES	U	5	19,77	98,85
9,11	PUNTOS ESPECIALES 220 V	PTO	1	22,1	22,10
9,12	SALIDA PARA TELÉFONO	PTO	1	17,61	17,61
					779,10
10	INSTALACIONES A. POTABLE A. SERVIDAS				
10,1	CAJAS DE REVISIÓN H=hasta 1m (60x60)	U	3	30,53	91,59
10,2	INSTALACIÓN DE FREGADEROS	U	1	75,84	75,84
10,3	INSTALACIÓN DE INODOROS	U	1	74,05	74,05
10,4	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	U	1	82,92	82,92
10,5	INSTALACIÓN DE LLAVES DE MANGUERA	U	4	6,59	26,36
10,6	INSTALACIÓN DE MEZCLADORAS	U	1	38,45	38,45
10,7	INSTALACIÓN MEDIDOR DE AGUA DE 3/4''	U	1	25,21	25,21
10,8	PUNTO DE SALIDA AGUA FRÍA (D=1/2'')	PTO	3	20,75	62,26
10,9	PUNTOS PVC	PTO	20	7,85	157,00
10,10	TUBERÍA DE 110 PVC	m	18	117,08	2107,44
10,11	TUBERÍA DE 160 PVC	m	15	140,35	2105,25
10,12	TUBERÍA DE 50 PVC	m	25	117,82	2945,50
10,13	TUBERÍA DE 75 PVC	m	5	158,43	792,15
10,14	TUBERÍA DE 90 PVCP	m	20	173,82	3476,40
10,15	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA 1/2'' (COBRE TIPO M)	m	40	6,39	255,44
10,15	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA 3/4'' (COBRE TIPO M)	m	18	46,38	834,84
					13150,70
11	PIEZAS SANITARIAS				
11,1	FREGADERO ACERO INOXIDABLE 1 POZO	U	1	74,84	74,84
11,2	GRIFERÍA DE BAÑO	U	1	13,64	13,64
11,3	GRIFERÍA PARA FREGADERO	U	1	28,63	28,63
11,4	LAVAMANOS	U	1	72,02	72,02
11,5	LLAVE DE PASO 1/2''	U	2	20,05	40,10
					229,23

12	OBRAS EXTERIORES				
12,1	PLANTA - JARDINERA	U	20	5,41	108,26
12,2	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	150,25	5,57	836,82
12,3	SEÑALIZACIÓN LINEAL DE CALZADA CON PINTURA BLANCA	m	35	0,85	29,75
					974,83
SUBTOTAL					68565,32
GASTOS INDIRECTOS (20%)					13713,06
TOTAL					82278,39

Análisis de precios unitarios de la unidad de tratamiento

Elaborado por Jorge De la cruz

