



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

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Pablo Junior Rodas Segarra

TUTOR: Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solorzano

AMBATO – ECUADOR

Agosto – 2023


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del presente Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, bajo el tema "**EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CFFININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**", elaborado por el señor Pablo Junior Rodas Segarra, portador de la cédula de ciudadanía: 0605696632, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, agosto 2023

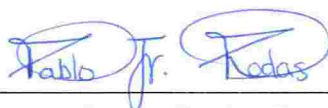


Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solorzano
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Pablo Junior Rodas Segarra, con C.I. 0605696632 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**, así como también los análisis estadísticos, ideas, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2023



Pablo Junior Rodas Segarra

C.I. 0605696632

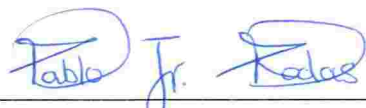
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

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

Ambato, agosto 2023



Pablo Junior Rodas Segarra

C.I. 0605696632

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de Grado aprueban el Trabajo Experimental realizado por el estudiante Pablo Junior Rodas Segarra, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA".

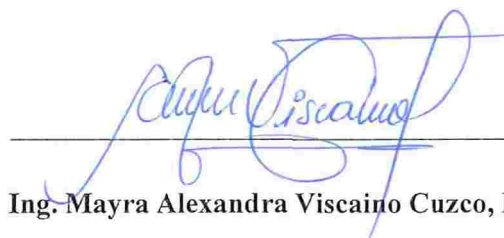
Ambato, agosto 2023

Para constancia filman:



Ing. Mg. Galo Wilfrido Nuñez Aldas

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mayra Alexandra Viscaino Cuzco, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo experimental se lo dedico a nuestro Dios y a la Virgen Inmaculada Concepción por guiarme y otorgarme sabiduría, tranquilidad y paz a lo largo de mi camino.

A mi madre Luz María Segarra, a mi tía Yolanda Segarra, a mis hermanos Dayana, Alisson, Milan, Bryan y Cristopher Rodas quienes son los pilares fundamentales a lo largo de toda mi vida, y por su gran apoyo en toda mi carrera estudiantil.

También, a mi novia Monserrath Carrillo y a su familia por brindarme mucha ayuda en los momentos difíciles de mi vida y mi carrera universitaria.

Además, a mi familia y amigos por otorgarme su confianza, consejos y conocimiento cada vez que los necesité.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por darme la oportunidad de ser parte de su comunidad y convertirme en un buen profesional para nuestro país.

A mis docentes de la carrera de Ingeniería Civil quienes me brindaron sus conocimientos para mi formación académica, la misma que sirvió de ayuda durante la realización de mi trabajo de titulación.

Además, a mis amigos y compañeros de Universidad con quienes disfruté de momentos alegres, difíciles y largas horas de estudio, y por la ayuda prestada en cada ciclo académico.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	10
1.3. Objetivos.....	11
1.3.1. Objetivo General	11
1.3.2. Objetivos Específicos	11
1.4. Hipótesis	11
CAPÍTULO 11.- METODOLOGÍA.....	12
2.1. Materiales y equipos	12
2.1.1. Materiales y equipos para el objetivo 1	12
2.1.2. Materiales y equipos para el objetivo 2	13
2.1.3. Materiales y equipos para el objetivo 3.....	16
2.1.4. Materiales y equipos para el objetivo 4.....	16

2.2. Métodos	17
2.2.1. Etapa I: Levantamiento de información de la PTAR	17
2.2.2. Etapa II: Investigación de campo	18
2.2.3. Etapa III: Análisis de laboratorio de las muestras de agua residual	21
2.2.4. Etapa IV: Comparación y verificación de resultados obtenidos	23
2.2.5. Etapa V: Propuesta de rediseño de la PTAR.....	26
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Descripción de la zona de estudio	27
3.1.1. Distribución geográfica.....	27
3.1.2. Población.....	28
3.1.3. Economía y Administración	28
3.1.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	29
3.2. Dimensionamiento y Medición de caudales en la PTAR.....	31
3.2.1. Descripción y dimensionamiento de las unidades hidráulicas en la PTAR.....	31
3.2.1. Medición de caudales de la PTAR.....	39
3.2.2. Caudal semanal promedio y caudal máximo horario	45
3.3. Análisis de la muestra compuesta de agua residual de la PTAR.....	48
3.3.1. Relación DQO/DBO	51
3.4. Diagnóstico de las unidades hidráulicas de la PTAR.....	52
3.4.1. Pozo recolector de caudales.....	53
3.4.2. Rejillas y Desarenador.....	54
3.4.3. Reactor UASB.....	55
3.4.4. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	56
3.4.5. Lecho de secado de lodos	57
3.4.6. Pozo de salida de caudales.....	58
3.4.7 Pozos de revisión	59

3.4.8. Pozos de revisión con válvulas de compuerta	60
3.4.9. Cerramiento y otras estructuras.....	61
3.4.10. Verificación de la hipótesis.....	62
3.5. Propuesta de mejoramiento de la PTAR	62
3.5.1. Manual de operación y mantenimiento de la PTAR.....	62
3.5.2. Presupuesto referencial del Manual de Operación y Mantenimiento.....	68
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
4.1. Conclusiones	70
4.2 Recomendaciones	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXO	77
ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS.....	77
ANEXO 2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL.....	81
ANEXO 3: DISEÑO DE LA CUBIERTA METÁLICA	83
ANEXO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	88
ANEXO 5: PLANOS.....	107
ANEXO 6: ENCUESTAS AL SECTOR.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Materiales y Equipos utilizados en el objetivo específico 1.....	12
Tabla 2.	Materiales y Equipos utilizados en el objetivo específico 2.....	13
Tabla 3.	Materiales y Equipos utilizados en el objetivo específico 3.....	16
Tabla 4.	Materiales y Equipos utilizados en el objetivo específico 4.....	16
Tabla 5.	Parámetros fisicoquímicos más importantes a ser analizados.....	22
Tabla 6.	Límites de descarga del agua tratada a un cuerpo de agua dulce.....	23
Tabla 7.	Dimensiones del pozo recolector de caudales	33
Tabla 8.	Dimensiones del desarenador	34
Tabla 9.	Dimensiones del reactor UASB.....	36
Tabla 10.	Dimensiones del lecho de secado de lodos	37
Tabla 11.	Dimensiones del FAFA	37
Tabla 12.	Dimensiones de pozo de salida	39
Tabla 13.	CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)	40
Tabla 14.	CAUDALES DE SALIDA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)	40
Tabla 15.	CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)	41
Tabla 16.	CAUDALES DE SALIDA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)	41
Tabla 17.	CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)	42
Tabla 18.	CAUDALES DE SALIDA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)	42
Tabla 19.	CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) CUARTA SEMANA (06 al 12 de marzo)	43

Tabla 20.	CAUDALES DE SALIDA (lt/s) CUARTA SEMANA (27 de marzo al 02 de abril)	43
Tabla 21.	CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)	44
Tabla 22.	CAUDALES DE SALIDA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)	44
Tabla 23.	CAUDALES PROMEDIO DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)	45
Tabla 24.	CAUDALES PROMEDIO DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)	46
Tabla 25.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril).....	47
Tabla 26.	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril).....	47
Tabla 27.	Parámetros físico-químicos analizados de la muestra compuesta.	48
Tabla 28.	Eficiencia en la remoción de cada parámetro físico-químicos del agua residual.....	50
Tabla 29.	Resumen del manual de operación y mantenimiento en la PTAR	67
Tabla 30.	Presupuesto referencial del manual de operación y mantenimiento	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Encuestas a los moradores del sector de San Miguel de Chinintahua.	18
Figura 2.	Medición de las unidades hidráulicas de la PTAR.....	19
Figura 3.	Fotografía aérea tomada con dron especializado	19
Figura 4.	Medición de caudales de entrada de la PTAR.....	20
Figura 5.	Medición de caudales de salida de la PTAR	20
Figura 6.	Recolección de muestras compuestas en la PTAR	21
Figura 7.	Entrega de muestras compuestas en el laboratorio	22
Figura 8.	Ubicación de la comunidad San Miguel de Chinintahua	27
Figura 9.	Comunidad San Miguel de Chinintahua	28
Figura 10.	Principales actividades dentro del sector.....	29
Figura 11.	PTAR de la comunidad de San Miguel de Chinintahua.....	30
Figura 12.	Quebrada Curiquingue (descarga de agua residual tratada)	31
Figura 13.	Tren de tratamiento de la PTAR.....	32
Figura 14.	Detalle de pozo recolector de caudales	33
Figura 15.	Detalle de desarenador (tratamiento preliminar)	34
Figura 16.	Detalle de reactor UASB (tratamiento primario)	35
Figura 17.	Detalle de lecho de secado de lodos.....	36
Figura 18.	Detalle de filtro anaerobio de flujo ascendente (tratamiento secundario)	38
Figura 19.	Detalle pozo de salida (caudal hacia la quebrada)	39
Figura 20.	CAUDALES PROMEDIO DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)	45
Figura 21.	CAUDALES PROMEDIO DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)	46

Figura 22.	EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	51
Figura 23.	Pozo recolector de caudales.....	53
Figura 24.	Desarenador y rejillas (tratamiento preliminar).....	54
Figura 25.	Reactor UASB (tratamiento primario)	55
Figura 26.	Filtro anaerobio de flujo ascendente (tratamiento secundario).....	56
Figura 27.	Lecho de secado de lodos	57
Figura 28.	Pozo de salida en la PTAR.....	58
Figura 29.	Pozos de revisión en la PTAR	59
Figura 30.	Pozos de revisión con válvulas de compuerta en la PTAR.....	60
Figura 31.	Cerramiento de la PTAR.....	61
Figura 32.	Escaleras de ingreso al tratamiento primario y secundario en la PTAR	61

RESUMEN EJECUTIVO

El principal problema en la sociedad es la contaminación del agua, por tal razón, en el presente trabajo experimental se presentó información para determinar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada en el sector de San Miguel de Chinintahua, dicha información dio a conocer si a lo largo de su vida útil la eficiencia en la remoción de contaminantes dentro del agua residual ha disminuido o se ha mantenido.

Primero se realizó un levantamiento topográfico, en el cual se dimensionó todas las unidades hidráulicas; se realizó la medición de caudales de entrada y salida de la PTAR por medio del método volumétrico. Posterior a esto, se tomó muestras compuestas en el afluente y efluente de la PTAR y se realizó un análisis de caracterización; luego, se comparó los resultados con la normativa vigente (TULSMA 2015), y se obtuvo los niveles de pH, DQO, DBO5, ST, SST, TDS que están por debajo de los límites permitidos para la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua dulce. Se realizó un diagnóstico visual a cada unidad hidráulica para detectar fallas que afecten el tratamiento de las aguas residuales.

Por último, se implementó un manual de operación y mantenimiento para cumplir con el correcto funcionamiento de la PTAR, en el cual se incluyó una cubierta metálica para el lecho de secado de lodos, y así, aumentar la deshidratación de los lodos residuales. También se incorporó medidas de limpieza y mantenimiento para cada unidad hidráulica en la PTAR.

Palabras claves: PTAR, agua residual, pH, DBO5, DQO, TULSMA.

ABSTRACT

The main problem in society is water pollution, for this reason, in the present experimental work information was presented to determine the operation of the Wastewater Treatment Plant located in the San Miguel de Chinintahua sector, said information revealed if throughout its useful life the efficiency in the removal of pollutants in the wastewater has decreased or has been maintained.

First, a topographic survey was carried out, in which all the hydraulic units were dimensioned; The measurement of the inlet and outlet flows of the WWTP was carried out by means of the volumetric method. Subsequent to this, composite samples were taken in the influent and effluent of the WWTP and a characterization analysis was carried out; then, the results were compared with the current regulations (TULSMA 2015), and the levels of pH, COD, BOD5, ST, SST, TDS that are below the limits allowed for the discharge of wastewater in bodies of fresh water were obtained. A visual diagnosis was made to each hydraulic unit to detect failures that affected the treatment of wastewater.

Finally, an operation and maintenance manual was implemented to comply with the correct operation of the WWTP, which included a metal cover for the sludge drying bed, and thus increase the dewatering of residual sludge. Cleaning and maintenance measures were also incorporated for each hydraulic unit in the WWTP.

Keywords: WWTP, residual water, pH, BOD5, COD, TULSMA.

CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

El agua es considerada como uno de los recursos más esenciales para la vida junto con el aire, la tierra y la energía, prácticamente sin ella un ser vivo no podría existir. Toda la población humana siempre ha buscado asentarse en un lugar cerca a una fuente de agua; este elemento se encuentra en estado líquido, sólido, gaseoso y cubre tres cuartas partes de la superficie del planeta Tierra. Sin embargo, se sabe que compone el 60% de nuestro cuerpo y un 71 % de la superficie terrestre y más del 97% del agua total del planeta es formado por los océanos u otras masas salinas, las cuales están disponibles para algunos propósitos, pero no sirven para el consumo. Del 3% de agua total restante, un 2,38% se encuentra en estado sólido y un 0,62% se encuentra en ríos, lagos y aguas subterráneas aptas para el consumo. Es por esta importante razón que se debe tener mucho cuidado con dañarla o contaminarla [1].

La pequeña cantidad de cuerpos de agua dulce presentes en nuestro planeta han sido contaminados gradualmente y fueron causantes de la transmisión de muchas enfermedades en la Antigüedad; recién a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX el hombre se dio cuenta que las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales contaminaban los recursos hídricos, y esto empezaba a deteriorar el entorno natural en el que vivimos. Fue así como se empezó a implementar procesos para tratar y descontaminar el agua que el hombre consumía [2].

Entonces, se puede afirmar que la contaminación es uno de los problemas más importantes del planeta en estos tiempos, ha ido creciendo exponencialmente a medida que pasan los años no sólo en países que carecen de desarrollo, sino también en toda la población. Se puede definir como contaminación del agua a cualquier tipo de cambio químico, físico o biológico que altere su calidad y produzca un efecto dañino a algún ser vivo que la consuma.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los problemas de salud vienen a causa de consumir dicha agua contaminada, o basta con tomar un baño con dicha agua

para notar la presencia de enfermedades no sólo internas, sino también problemas en la piel o cuando nos cepillamos los dientes presentamos problemas bucales; los principales factores de contaminación del agua se dan por el propio ser humano que ejerce impacto directo en los cuerpos de agua que conforman nuestro planeta (ríos, océanos, canales, lagos, embalses). Además, existen un sinnúmero de contaminantes dentro del agua los cuales pueden ser: agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos que provienen de desechos orgánicos; desechos que requieren oxígeno los cuales son descompuestos por bacterias que utilizan el oxígeno para biodegradarlos; sustancias inorgánicas como son los ácidos y los metales tóxicos; sustancias químicas orgánicas como el petróleo, plástico, detergentes, etc.; nutrientes vegetales pueden producir el crecimiento de plantas acuáticas que al morir ocasionan el agotamiento de oxígeno [3].

Las aguas contaminadas o aguas residuales se definen como aquellas aguas que resultan del uso del hombre en alguna actividad, la cual presenta un gran peligro ya que contienen una gran cantidad de sustancias (tóxicos letales, subletales, agudos, crónicos, acumulativos) y/o microorganismos que al entrar en contacto con el ser humano sería causa de muchas enfermedades. Dichas aguas residuales pueden ser de origen doméstico o aguas negras, aguas blancas, aguas residuales industriales y agrícolas [4].

- Las aguas residuales domésticas o aguas negras provienen de las heces y orina humanas, del aseo, cocina, limpieza en la casa. Contienen una gran cantidad de materia orgánica y microorganismos.
- Las aguas blancas son provenientes de la lluvia o precipitaciones atmosféricas.
- Las aguas residuales industriales provienen de los procesos que se realizan en las fábricas y/o industrias y pueden contener aceites, detergentes, antibióticos, ácidos, grasas y productos de régimen mineral, vegetal, o animal.
- Las aguas residuales agrícolas proceden del trabajo realizado en el campo, por lo general en zonas rurales.

Se puede decir que, las aguas residuales forman parte del ciclo del agua, pero los efectos que provocan al ser mal desechadas o eliminadas cada vez son más evidentes, y sus efectos son inmediatos provocando un deterioro de los ecosistemas acuáticos y la propagación de enfermedades que vienen de los cuerpos de agua dulce contaminada,

lo que tiene repercusiones a largo plazo hacia las comunidades y medios de subsistencia de la población. Las aguas residuales forman parte de un gran problema social y medioambiental ya que están directamente ligadas con la calidad de agua; el aumento de los vertidos de estas aguas (domésticas e industriales) sin un previo tratamiento o inadecuado tratamiento han llevado al deterioro de su calidad y esto continuará a medida que pase el tiempo en todos los países colocando así un riesgo para los ecosistemas y salud humana en el planeta [5].

Según Carmen Yee-Batista, del Banco Mundial, el 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y una gran proporción en asentamientos próximos a fuentes contaminadas. Además, afirma que se produce más de 225.000 toneladas de residuos sólidos al día en varias ciudades de Latinoamérica, en donde, muchos cuerpos de agua son receptores de estas descargas por la falta de disposición de los efluentes líquidos que provienen del uso doméstico, comercial e industrial; esto ocurre tanto en zonas urbanas y rurales. Dichas aguas residuales contienen como componentes principales compuestos químicos, aceites, grasas y son vertidas en cuerpos de agua superficiales, lo cual genera un riesgo para la salud humana, animales y medio ambiente en general. Pero lo más preocupante es que el 70% de las aguas residuales de la región latinoamericana no son tratadas (el agua es utilizada y devuelta completamente contaminada a las quebradas) [6].

Las zonas que tienen una población con un inadecuado abastecimiento de agua potable sufren de múltiples enfermedades como el cólera, hepatitis, disentería, gastroenterocolitis, etc.; por lo que la remoción de contaminantes en las aguas residuales requiere del diseño de políticas de saneamiento ambiental. Por esta importante razón el tratamiento de aguas residuales busca reducir los niveles de contaminación en el medio ambiente y escasez de agua potable convirtiendo el agua residual en agua con problemas ambientales mínimos o en agua reutilizada para otros procesos de acuerdo a la necesidad del sector [7].

Para ello, se implementa normativas que garantizan la preservación de las aguas tratadas (TULSMA o COA) y estructuras hidráulicas capaces de remover los contaminantes del agua residual denominadas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), las cuales deben ser diseñadas, construidas y operadas con la finalidad de convertir el agua residual proveniente del uso doméstico, comercial e

industrial en un efluente final aceptable para el consumo u otra actividad necesaria; dicho efluente debe estar libre de todo tipo de contaminantes ofensivos, los cuales serán separados del agua en dicho proceso y colocado junto a fuentes de agua cercanas ya existentes (quebradas) [8].

El tratamiento de aguas residuales de uso doméstico e industrial conlleva varios beneficios ambientales, sociales y comerciales y un gran desarrollo y aprovechamiento de un recurso no renovable indispensable para sociedad. Dicho proceso empezó a ser utilizado por el aumento de la densidad demográfica y expansión industrial y es utilizado para evitar la contaminación Física, Química, Bioquímica, Biológica y Radiactiva en los cuerpos de agua receptores del agua residual tratada; el tratamiento de aguas residuales persigue evitar daños a los abastecimientos de suministro de agua limpia, a las actividades piscícola, agricultura y daño de la tierra, e impacto al entorno ecológico [9].

Hace varios años atrás las operaciones unitarias (aplicación de principios físicos) y procesos unitarios (actividad química y biológica) se agrupaban como tratamiento primario, secundario y terciario. En el tratamiento primario estaban todas las actividades de tipo físico, en el secundario todos los procesos biológicos de remoción de materia orgánica y en el terciario se aplicaban proceso para eliminar contaminantes no removidos en los anteriores tratamientos [10].

En Latinoamérica para el tratamiento de las aguas residuales se definen una serie de etapas o procesos para remover contaminantes del agua, los cuales son propuestos a continuación [11]:

- Tratamiento preliminar: Protege las instalaciones (daños al equipo más adelante durante el proceso de tratamiento), el funcionamiento de las obras de tratamiento y elimina o reduce las condiciones de apariencia (eliminación de sólidos gruesos, arenas, gravillas, aceites y grasas) de la planta de tratamiento.
- Tratamiento primario: Tiene como objetivo la remoción de material sedimentable o flotante (los sólidos más pesados pueden asentarse en el fondo, mientras que los sólidos más livianos y la grasa flotan hacia la superficie) y una fracción importante de carga orgánica que representa hasta un 40% de la

DBO y hasta un 65% de sólidos suspendidos por medio de procesos físicos o mecánicos.

- Tratamiento secundario: Reduce o convierte los compuestos orgánicos disueltos o dividida en sólidos sedimentables floculentos presentes en el agua residual que pueden ser separados en los tanques de decantación. Por lo general se realiza exclusivamente para procesos biológicos los cuales son los lodos activados y filtros percoladores (elimina la materia orgánica restante, los sólidos en suspensión y algunas de las bacterias, virus y parásitos y, en cierta medida, los nutrientes y las sustancias químicas). Así mismo dentro de este tratamiento se incluye las lagunas de estabilización y aereadas, así como el tratamiento biológico empleando oxígeno puro y el tratamiento anaeróbico (pueden remover la DBO hasta un 95%).
- Tratamiento avanzado o terciario: El objetivo es complementar los procesos anteriores y obtener así un efluente mucho más limpio y con menos carga contaminantes. Los compuestos que se eliminan comúnmente son: (a) Fosfatos y nitratos. (b) Huevos y quistes de parásitos. (c) Sustancias tóxicas activas. (d) Algas. (e) Bacterias y virus (desinfección). (f) Radionuclidos. (g) Sólidos totales y disueltos. (h) Temperatura.
- Desinfección: Se emplea para reducir el contenido de bacterias, virus y quistes amebianos (organismos causantes de enfermedades) presentes en las aguas residuales tratadas. Dicha desinfección se realiza mediante métodos físicos, químicos, mecánicos y radiación.
- Disposición de lodos: Los lodos contienen un alto contenido de materia orgánica putrescible (formados por bacterias como resultado del consumo de contaminación orgánica) y no puede ser depositado libremente. Existen una gama de tratamientos que permiten la eliminación segura de los lodos. los cuales son: concentración, espesamiento, digestión, acondicionamiento, deshidratación o secado, incineración y oxidación. De éstos, la digestión, incineración u oxidación por vía húmeda son los más empleados para la reducción de la materia orgánica ya que estabilizan los lodos, evitando el olor y reduciendo los organismos patógenos (la digestión anaeróbica reduce la cantidad de lodos y produce biogás, mientras que la deshidratación elimina el exceso de agua, disminuyendo el peso y reduciendo los costos de transporte);

y la concentración, acondicionamiento y deshidratación para la eliminación de la humedad.

Antes de empezar con la información acerca de las Plantas de Tratamiento a nivel mundial es importante mencionar un sistema de evaluación o análisis del ciclo de agua afluente y efluente en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el cuál puede ayudar a la hora de la toma de decisiones y a comprender el desempeño ambiental que se puede lograr colocando de manera correcta estos criterios. El Análisis del Ciclo de vida (ACV) es una técnica para evaluar los aspectos, impactos y tratamientos ambientales asociados a un producto o materiales; esta técnica ayuda a identificar mejoras a los aspectos ambientales y entender donde concentrar los recursos limitados y así minimizar los impactos ambientales que se general a nivel mundial. El ACV en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales forma parte de una gran herramienta para la estimación y/o valoración de los impactos ambientales que se dan en la planeación y construcción de una PTAR. A principios de 1990 dicho ACV fue utilizado en Holanda para evaluar la sostenibilidad del tratamiento de aguas residuales y así prevenir la contaminación y hacer un control para identificar las posibles fuentes de emisión de contaminantes hacia el medio ambiente. El análisis del ciclo de vida aplicado a las plantas de tratamiento de aguas residuales puede ser extensa, por ello, debe delimitarse el análisis según factores como las hipótesis, la disponibilidad de datos, limitaciones económicas, técnicas, el tipo de aplicación y el destinatario previsto [12].

Como ya se mencionó anteriormente el problema de la contaminación no solo se da en países con menos desarrollo, sino también la contaminación está presente en todo el mundo. En Europa se han implementado varios sistemas para el tratamiento de las aguas residuales (PTAR), así también como sistemas de drenajes sostenibles (SUDS) y sistemas de tratamiento de aguas potable (PTAP). La directiva relativa a las aguas residuales de la Unión Europea adopta medidas para reducir los contaminantes vertidos en el medio ambiente por medio de la implementación de las plantas de tratamiento de aguas residuales o depuradoras de aguas residuales transforman a las aguas sucias o residuales mediante una serie de procesos de limpieza en donde se separan los residuos sólidos de los líquidos y posterior a esto se eliminan los contaminantes nocivos presentes en dicha agua. Además, menciona que, este sistema

deja como resultado dos productos: el agua residual tratada y residuos sólidos (lodo tratado o residual) que son devueltos o deben ser devueltos al medio ambiente de una forma segura. En la mayoría de países de Europa el agua residual tratada se vierte principalmente en los ríos o el mar y el lodo tratado se elimina mediante la incineración (quema de lodos) o por medio de la reutilización como fertilizante agrícola [13].

Estos sistemas de tratamiento de aguas residuales se han puesto a prueba dentro de nuestro sector, Latinoamérica; en donde se ha tenido resultados positivos con el manejo ambiental en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Para que exista un manejo ambiental se necesita de una correcta gestión ambiental en las plantas de tratamiento de aguas residuales ya que el mismo representa una gran cantidad de ventajas en la optimización de los procesos que se realizan, usando los recursos de manera eficiente y de esa manera reducir la contaminación, además, apoyar a las políticas en la implementación de sistemas sostenibles dentro de empresas. En países vecinos como es el Perú, se puede encontrar un claro ejemplo en donde la gestión ambiental en el tratamiento de aguas residuales genera un cambio significativo [14].

Según Onofre Aquino Edwin Francisco propone una técnica dentro de la gestión ambiental sostenible la cual busca el aprovechamiento de los lodos que se producen en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD) ubicadas en los Campamentos Mineros del Perú; en dicha investigación se trata la problemática en la disposición de los lodos finales de la PTARD, en donde se propuso una táctica para aprovechar el lodo como elemento primario en la obtención de abonos orgánico y fertilizantes agrícolas para uso del sector. Así mismo se analizaron fundamentos teóricos y experiencia de tratamientos de lodos en otros países como EE. UU, Chile, Brasil, España y Colombia en donde ya existen normativas legales que respaldan el uso y manejo de dichos lodos finales para evitar una posible afección a los seres vivos del sector. También se busca una concordancia con el cumplimiento legal, la responsabilidad ambiental y social con los grupos de interés (stakeholders) que por falta de conocimiento de dichas técnicas o falta de experiencia en el tratamiento de lodos dejan pasar por alto esta situación que genera un gran problema para el país, y por ende para el ecosistema mundial [15].

Existen varias problemáticas dentro de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en el mundo, los cuales se busca dar una solución correcta y sostenible. El tratamiento

de aguas residuales con la utilización de filtro anaeróbicos de flujo ascendente o también denominados FAFAS por sus siglas, se define como un componente principal y a la vez ocasional en las plantas de tratamiento de Latinoamérica y su función la cual es muy importante es reducir la carga contaminante de las aguas residuales o servidas, es por eso que recibe el nombre de reactor anaerobio. En la investigación realizada por Jhoan Enrique Méndez Ferro y Duván Eduardo Orejuela Viáfara se determina la eficiencia en la remoción de DQO (Demanda Química de Oxígeno) y SST (Sólidos Suspendedos Totales) en dos reactores FAFAS los cuales cuentan cada uno con un lecho de grava y sólo uno cuenta con inoculación de microorganismos eficientes, en donde se tomó muestras y se analizó los parámetros fisicoquímicos que en ella se encuentran se obtuvo que, en la remoción de DQO y SST en una FAFA con microorganismos eficientes fue de 55% y un 16% respectivamente; en cambio, en un FAFA sin microorganismos eficientes dio como resultado una remoción de DQO y SST de 56% y 18% respectivamente. Esto claramente afirma la acción de los microorganismos eficientes en la remoción de contaminantes y materia orgánica de las aguas residuales [16].

Dentro de nuestra nación, según el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) dentro del apartado de Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales expone que, Ecuador en 2021 cuenta con 577 plantas de tratamiento de aguas residuales distribuidas en 164 GAD Municipales y del total de agua potable distribuida, el 22,3% aproximadamente ingresa a las PTAR de cada sector. Cabe recalcar que, del total de municipios presentes en Ecuador (221) sólo 108 cuentan con alcantarillado sanitario y pluvial, mientras que 106 cuentan sólo con alcantarillado sanitarios, mientras que 7 municipios no poseen alcantarillado. Además, es de suma importancia mencionar la disposición final de las aguas residuales tratadas y no tratadas; las aguas residuales tratadas se vierten en los ríos en un porcentaje igual al 43,5%, mientras que el 33,6% se lo hace en quebradas y el 22,9% en otros lugares (suelos); las aguas residuales no tratadas se vierten en ríos con un porcentaje igual a 52,8%, mientras que con un 32,9% se lo hace en quebradas cercanas y un 14,3% en otros sitios (no recomendable) [17].

Para conocer acerca de las PTARs dentro del Ecuador se menciona una investigación realizada por Lorraine Alejandra Gómez Cabrera que consistió en la Evaluación Ex -

Post de La Eficiencia de Tres Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (San Pablo, Araque, y Cuaraburo), en el Área Del Lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia De Imbabura. En dicha investigación se señala claramente la evaluación de dichas PTARs para conocer su funcionamiento y la eficiencia en la remoción de contaminantes del agua residual que entra y sale provenientes del sector, las cuales son vertidas en el propio Lago de San Pablo. Se realizó una comparativa con la normativa vigente (TULSMA 2015) y los resultados obtenidos muestran que la PTAR de San Pablo opera con un porcentaje del 85% en la remoción de contaminantes, y de igual manera con un 91% y 92% en la remoción de contaminantes para las PTARs de Araque y Cuaraburo respectivamente; lo cual indica que si se cumple con los parámetros propuestos en la norma, pero en dicha investigación se propone una solución para las épocas de gran precipitación, la cual es separar los caudales de agua residual y pluvial para así evitar daños en las estructuras hidráulicas que conforman las PTARs [18].

Dentro de la provincia de Tungurahua, se sitúa el cantón Santiago de Píllaro muy reconocido por su abundante comercio; Píllaro posee un total de 27 PTARs dentro de su superficie de las cuales 16 son administradas por el GAD Municipal del sector y 11 son administradas por juntas parroquiales. En estos últimos años han sido evaluadas más de un 40% mediante un análisis físico, químico y biológico de muestras tomadas en la entrada y salida de las PTARs, lo cual indica que se puede tratar de un caso peligroso de contaminación hacia el medio ambiente si no se toman medidas preventivas [19].

Dentro de las 16 PTARs administradas por el GAD Municipal de Santiago de Píllaro se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de la comunidad de San Miguel de Chinintahua, en la Parroquia San Andrés la cual fue construida hace 7 años con el propósito de remover o realizar el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la misma comunidad (actividades agrícolas, ganaderas y domésticas), así como de las aguas provenientes de las industrias de lácteos que se encuentran conectadas a la red de alcantarillado que ingresa a la PTAR. Los contaminantes en dichas aguas residuales del sector necesitan de una correcta depuración ya que el agua tratada se descarga directamente hacia la quebrada Curiquingue que se une con el río Cutuchi, lo que provocaría una grave contaminación al medio ambiente. Ante esta situación se necesita evaluar y diagnosticar si la PTAR del sector de Chinintahua se

encuentra operando o funcionando de una manera óptima o si en algún caso es necesario realizar algún tipo de mejora en su estructura para garantizar el correcto funcionamiento de la misma.

1.2. Justificación

El mal manejo de las aguas residuales o servidas desencadena una gran cantidad de problemas en la humanidad, como enfermedades u anomalías patógenas que se encuentran dentro de dichas aguas contaminadas. Es de suma importancia dar a conocer las posibles soluciones de saneamiento para la sociedad con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes, con ello traer beneficios a la salud pública y dar un mejor trato al medio ambiente [20].

Una de las soluciones más eficientes en estos últimos años es la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales o también denominado como una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la cual se define como un sistema que sirve para depurar o limpiar las aguas residuales o servidas, eliminando todo tipo de contaminantes que se encuentren dentro de estas, y así, poder reutilizarlas. Dicha PTAR necesita de un correcto funcionamiento, sin deterioros tempranos y con una larga vida útil. Es por eso que, realizar una evaluación del funcionamiento de una PTAR permite conocer si se debe realizar mantenimientos preventivos, correctivos o reparaciones para descartar cualquier error. Y así, determinar si su funcionamiento es el correcto para la cual fue diseñada o si necesita ser mejorada [21], [22].

En la comunidad de Chinintahua, parroquia de San Andrés, cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua existe una PTAR, la cual tuvo la implantación en este sector para disminuir el impacto ambiental producto de la descarga de aguas residuales; dicha PTAR debe contar con un correcto funcionamiento para evitar la contaminación gradual de la zona y preservar la salud de los habitantes del sector.

Por esta importante razón se debe realizar una evaluación técnica a la planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Chinintahua, el cual servirá para identificar su estado actual y su óptimo funcionamiento de acuerdo a los aspectos o parámetros presentes en la normativa TULSMA 2015 (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente), con el fin de descartar todo tipo de problema

que esté presente en la PTAR (correcta remoción de residuos contaminantes), y así, prevenir los posibles problemas que pueda presentar el mal manejo de dichas aguas residuales [23].

Por último, una vez culminada la evaluación del funcionamiento de la PTAR del sector de Chinintahua se propondrá alguna solución de acuerdo a los resultados obtenidos (de ser necesario), la cual mejorará o corregirá el funcionamiento de dicha planta de tratamiento.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Chinintahua parroquia de San Andrés perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, provincia de Tungurahua.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Efectuar un levantamiento topográfico georreferenciado e implantación general de la PTAR y sus unidades.
- Realizar un análisis de una muestra compuesta del agua afluente y efluente de la PTAR.
- Determinar el funcionamiento de la PTAR según la normativa vigente del TULSMA 2015.
- Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento en la PTAR.

1.4.Hipótesis

La planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de San Miguel de Chinintahua, perteneciente a la parroquia San Andrés, cantón Santiago de Píllaro, de la Provincia de Tungurahua no se encuentra funcionando correctamente en sus condiciones actuales.

CAPÍTULO 11.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales y equipos

En las siguientes tablas se presentan los materiales y equipos utilizados en cada uno de los objetivos planteados para el correcto desarrollo del trabajo experimental:

2.1.1. Materiales y equipos para el objetivo 1

- Efectuar un levantamiento topográfico georreferenciado e implantación general de la PTAR y sus unidades.

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en el objetivo específico 1

Equipo: Dron	
Descripción: Utilizado para obtener los puntos necesarios para construir una superficie y una vista aérea de la PTAR.	Detalle: Marca: DJI Modelo: AIR 2S
Equipo: Flexómetro	
Descripción: Utilizado para medir los componentes o unidades hidráulicas de la PTAR.	Detalle: Marca: STANLEY Modelo: FATMAX 5m
Equipo: Cinta Métrica	
Descripción: Utilizado para medir los componentes o unidades hidráulicas de la PTAR.	Detalle: Marca: TRUPER Modelo: TFC 30m
Material: Cuaderno	

Descripción:	
Utilizado para anotar las dimensiones de cada componente o unidad hidráulica de la PTAR.	Detalle: Marca: Norma
Equipo: Computadora (Laptop)	
Descripción:	
Utilizado para importar las curvas de nivel y generar una superficie junto a los componentes hidráulicos de la PTAR en el programa Civil 3D.	Detalle: Marca: HP Victus Modelo. 15-fa0031dx

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.1.2. Materiales y equipos para el objetivo 2

- Realizar un análisis de una muestra compuesta del agua afluyente y efluente de la PTAR.

Tabla 2. Materiales y equipos utilizados en el objetivo específico 2

Material: Recipiente de 9 Lt	
Descripción:	
Utilizado para la medición del volumen de caudales de entrada en la PTAR.	Detalle: Marca: Pycca
Material: Recipiente de 12 Lt	
Descripción:	
Utilizado para la medición del volumen de caudales de salida en la PTAR.	Detalle: Marca: Pycca
Material: Soga	

Descripción:	Detalle:
Utilizado como soporte para la medición de caudales de salida en la PTAR.	Longitud: 3 m
Equipo: Cronómetro	
Descripción:	Detalle:
Utilizado para la medición del tiempo de caudales de entrada y salida en la PTAR.	Marca: NAKO Modelo: NA-6130
Equipo: Celular	
Descripción:	Detalle:
Utilizado para registrar fotografías y videos para el trabajo experimental.	Marca: Samsung Modelo: S8 Plus
Material: Envase de 1 Lt	
Descripción:	Detalle:
Utilizado para recoger una muestra compuesta del agua residual de entrada y salida en la PTAR.	Tipo: Color Ámbar Material: Vidrio Cantidad: 2
Material: Envase de 1/2 Lt	
Descripción:	Detalle:
Utilizado para recoger una muestra compuesta del agua residual de entrada y salida en la PTAR.	Tipo: Color Ámbar Material: Vidrio Cantidad: 2
Equipo: Hielera	
Descripción:	Detalle:
Utilizado para colocar y transportar las muestras compuestas desde la PTAR hasta el laboratorio para su respectivo análisis.	Tipo: Térmica Material: Polietileno Extendido Cantidad: 1
Equipo: Probeta graduada	

<p>Descripción: Utilizado para medir la cantidad de agua residual necesaria para cada hora de la muestra compuesta.</p>	<p>Detalle: Tipo: BRAND– 100ml Material: Plástico Cantidad: 1</p>
<p>Material: Guantes</p>	
<p>Descripción: Utilizado como herramienta de seguridad y protección de alguna enfermedad o infección de las aguas residuales de la PTAR.</p>	<p>Detalle: Marca: Master Material: Caucho</p>
<p>Material: Botas</p>	
<p>Descripción: Utilizado como herramienta de seguridad y protección de alguna enfermedad o infección de las aguas residuales de la PTAR.</p>	<p>Detalle: Marca: Venus Material: Caucho</p>
<p>Material: Traje impermeable</p>	
<p>Descripción: Utilizado como herramienta de seguridad y protección de la vestimenta del agua residual de la PTAR.</p>	<p>Detalle: Material: Caucho</p>
<p>Material: Mascarilla</p>	
<p>Descripción: Utilizado como herramienta de seguridad y protección de alguna enfermedad o infección de las aguas residuales de la PTAR.</p>	<p>Detalle: Marca: KN95</p>

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.1.3. Materiales y equipos para el objetivo 3

- Determinar el funcionamiento de la PTAR según la normativa vigente del TULSMA 2015.

Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en el objetivo específico 3

Equipo: Computadora (Laptop)	
Descripción: Utilizado para importar las curvas de nivel y generar una superficie junto a los componentes hidráulicos de la PTAR en el programa Civil 3D.	Detalle: Marca: HP Victus Modelo. 15-fa0031dx

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.1.4. Materiales y equipos para el objetivo 4

- Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento en la PTAR.

Tabla 4. Materiales y equipos utilizados en el objetivo específico 4

Equipo: Computadora (Laptop)	
Descripción: Utilizado para importar las curvas de nivel y generar una superficie junto a los componentes hidráulicos de la PTAR en el programa Civil 3D.	Detalle: Marca: HP Victus Modelo. 15-fa003 1dx

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.2. Métodos

Para la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector de San Miguel de Chinintahua se dividió en 5 etapas diferentes, las cuales son: Etapa I, correspondiente al levantamiento de información de la PTAR con ayuda de búsqueda de información por medio de herramientas bibliográficas (PDyOT), encuestas a la población de la zona de estudio. Etapa II, consistió en la investigación de campo en donde se tomó las mediciones de los caudales (entrada y salida) por medio del método volumétrico y se midió las unidades o componentes hidráulicos presentes en la PTAR. Etapa III, se realizó la toma de muestras compuestas de agua residual (entrada y salida), y luego se envió a un laboratorio especializado y certificado para ser analizadas según los parámetros ambientales. Etapa IV, se obtuvo los resultados del análisis, se comparó y se verificó el funcionamiento de la PTAR conforme al apartado de descargas de aguas residuales tratadas a cuerpos de agua dulce de la normativa vigente TULSMA 2015 (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente). Etapa V, por último en base a los resultados determinados anteriormente se estableció una propuesta de mejora para la PTAR, para asegurar y garantizar su correcto funcionamiento y por ende, mayor eficiencia en la remoción de contaminantes.

2.2.1. Etapa 1: Levantamiento de información de la PTAR

En esta primera etapa se aplicó un método documental que consiste en la investigación de información para recopilar y seleccionar información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, grabaciones, filmaciones, periódicos, bibliografías necesarias acerca de la PTAR; se describió varias características de la zona de estudio tales como: ubicación, límites geográficos, clima, relieve y actividades culturales y socioeconómicas de la población del sector. Además, se recolectó toda la información y características relacionadas directa o indirectamente con la PTAR, tales como: tiempo de funcionamiento (año de construcción), estado actual de funcionamiento (inconvenientes causados por el proceso de depuración) y la frecuencia y tipo de mantenimiento de la misma. También, se aplicó un tipo de investigación de fuente primaria (encuestas a la población) en donde se tuvo contacto directo con los

habitantes del sector y personal del GAD encargado de la PTAR que manifestaron información de gran impacto para saber si el funcionamiento de la PTAR ha cambiado o se ha mantenido; además, se realizó visitas a las microindustrias existentes en el sector y se comprobó que si aportan un caudal importante a la PTAR. Por último, se identificó las condiciones actuales de las unidades o componentes hidráulicos de la PTAR y todos los errores presentes que tienen que ver directamente con la eficiencia en la remoción de contaminantes.

Figura 1. Encuestas a los moradores del sector de San Miguel de Chinintahua.



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.2.2. Etapa II: Investigación de campo

En esta etapa del trabajo experimental se tomó en cuenta un método cuantitativo y cualitativo que consistió en la medición de todas las unidades o componentes hidráulicos dentro del sistema de tratamiento de la PTAR para su dimensionamiento; se efectuó la medición del largo, ancho, y profundidad de cada componente hidráulico, dicho proceso de medición es muy importante porque nos ayuda a tener una referencia clara en caso de tener que realizar un mejoramiento acompañado de un análisis de precios unitarios. Después de la medición se dio paso al levantamiento topográfico del lugar en donde se encuentra la PTAR, con ayuda de un dron especializado se tomó fotografías aéreas del sistema de tratamiento y del sector; dicho proceso junto al programa Civil 3D ayudó a generar el relieve del terreno que a su vez dio paso a

realizar los planos de implantación de la PTAR del sector de San Miguel de Chinintahua.

Figura 2. *Medición de las unidades hidráulicas de la PTAR*



Fuente: *Pablo Junior Rodas Segarra*

Figura 3. *Fotografía aérea tomada con dron especializado*



Fuente: *Pablo Junior Rodas Segarra*

Posterior al levantamiento topográfico se procedió a realizar la medición de los caudales de entrada y salida de la PTAR en donde se puso en práctica el método denominado volumétrico que consiste en llenar un recipiente de un volumen conocido en un determinado tiempo (variable). La medición de caudales se efectuó 10 veces cada hora con un cronómetro con la mayor exactitud posible (dos decimales), un

recipiente de 9 litros para el caudal de entrada y un recipiente de 12 litros para el caudal de salida (esta medida se adoptó así por pura comodidad) en un periodo de 9 horas por día durante 30 días consecutivos, esto con el fin de obtener resultados lo más cercanos posibles a la realidad tomando en cuenta variables como: clima, vegetación y actividades antrópicas (días festivos o de descanso). Luego se procedió a registrar y tabular todos los datos obtenidos y se observó el día de la semana con mayor demanda de agua residual (día martes a la 1pm), esto con el fin de recolectar las muestras compuestas para el análisis en el laboratorio considerando la metodología que dicta un trabajo experimental.

Figura 4. Medición de caudales de entrada de la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Figura 5. Medición de caudales de salida de la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.2.3. Etapa III: Análisis de laboratorio de las muestras de agua residual

Dentro de esta etapa se procedió a tomar las muestras compuestas con ayuda de una interpolación en la cual se determinó el porcentaje de caudal de entrada y salida que se debía colocar en los recipientes durante cada hora de medición, cabe recalcar que la recolección de la muestra compuesta se realizó el día con la mayor demanda de agua residual en la PTAR del sector de Chinintahua (día martes 09 de mayo del 2023); según la norma NTE INEN 2176-2013 y NTE INEN 2169-98 la cual menciona las técnicas de muestreo, recolección y conservación de las muestras dicta que el agua residual debe ser recolectada y almacenada en botellas de vidrio color ámbar o también se puede utilizar botellas plásticas aunque esto dependerá del tipo de parámetros que van a ser analizados (en este caso se utilizó botellas de vidrio). Además, se utilizó una hielera para mantener las temperaturas en dichas muestras compuestas y evitar cualquier anomalía en el análisis de la misma [24].

Figura 6. Recolección de muestras compuestas en la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Una vez recolectadas las muestras compuestas, se utilizó un método experimental en un laboratorio certificado y especializado, el cual es el “Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato” en donde se efectuó el análisis de los parámetros fisicoquímicos o características más significativas dentro de la muestra compuesta de agua residual. Según Metcalf & Eddy, mencionan que los sólidos suspendidos tienen una mayor carga contaminante en las aguas tratadas y vertidas en el medio ambiente porque dan lugar al crecimiento de lodos o fangos y a

la proliferación de vegetación; además, otro parámetro muy importante a considerar es la materia orgánica que es medida en función de la cantidad o porcentaje de DBO y DQO presente en el agua residual tratada, porque provoca características sépticas que consumen el oxígeno dentro del agua residual y no permite su correcta estabilización biológica [25].

Figura 7. Entrega de muestras compuestas en el laboratorio



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

En la siguiente tabla se muestra los principales parámetros que fueron analizados en la muestra compuesta de agua residual en la entrada y salida de la PTAR que se envió a los análisis en el laboratorio:

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos más importantes a ser analizados

PARAMETRO	UNIDAD	METODO
pH	-	PE-LSA-01
DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D
DBO	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B
Solidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D
Solidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - B
Metales Pesados	g/cm ³	-

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

2.2.4. Etapa IV: Comparación y verificación de resultados obtenidos

Después de haber realizado el análisis de la muestra compuesta del agua residual afluyente y efluente se aplicó un método analítico que, con los resultados obtenidos se procedió a dictar un diagnóstico de la eficiencia en la remoción de contaminantes y funcionamiento de la PTAR; además, se detalló si cada unidad o componente hidráulico se encuentra en óptimas condiciones. En este capítulo se empleó una metodología analítica en la cual se propuso la comparación y verificación de los resultados obtenidos de los estudios de laboratorio con los valores mínimos para la descarga a un cuerpo de agua dulce establecido por la normativa vigente TULSMA 2015, y así determinar si es necesario un mejoramiento en la PTAR.

Tabla 6. Límites de descarga del agua tratada a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30.0
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Bario	Ba	mg/l	2.0
Boro Total	B	mg/l	2.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Cianuro total	CN	mg/l	0.1
Cinc	Zn	mg/l	5.0
Cloro activo	Cl	mg/l	0.5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0.1
Cloruros	Cl	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1.0
Cobalto	Co	mg/l	0.5

Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0.5
Compuestos fenólicos	Penol	mg/l	0.2
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5.0
Fluoruros	F	mg/l	5.0
Fosforo total	P	mg/l	10.0
Hierro total	Fe	mg/l	10.0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20.0
Manganeso total	Mn	mg/l	2.0
Mercurio total	Hg	mg/l	0.005
Níquel	Ni	mg/l	2.0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30.0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	50.0
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0.05
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0.1
Plata	Ag	mg/l	0.1
Plomo	Pb	mg/l	0.2

Potencial de hidrogeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0.1
Solidos suspendidos totales	SST	mg/l	130
Solidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	SO4	mg/l	1000
Sulfuros	S2	mg/l	0.5
Temperatura	°C		Condición natural +- 3
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1.0

Fuente. TULSMA 2015 [26]

Para determinar la eficiencia en la remoción de contaminantes (%) se utilizó la siguiente ecuación, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$E = \frac{C_o - C_f}{C_o} * 100 \quad (Ec. 1)$$

En dónde,

E = eficiencia del parámetro (%)

C_o = Valor inicial del parámetro

C_f = Valor final del parámetro

Además, para determinar la relación entre el DQO y DBO (agua residual biodegradable) se implementó la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de biodegradabilidad} = \frac{DBO}{DQO} \quad (Ec. 2)$$

En dónde,

DQO = Demanda Química de Oxígeno

DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno

2.2.5. Etapa V: Propuesta de rediseño de la PTAR

Por último, en esta etapa se procedió a aplicar el método deductivo que consiste en un razonamiento lógico basado en reglamentos para llegar a una conclusión específica, tomando como partida los resultados obtenidos y analizados cuidadosamente; se planteó un mejoramiento para la PTAR de San Miguel de Chinintahua en la que se incluyó un manual de operación y mantenimiento con su respectivo presupuesto referencial y análisis de precios unitarios, para fortalecer el cuidado a los componentes hidráulicos y a su vez, garantizar el correcto funcionamiento de la PTAR. Además, se implementó el diseño (mediante AISC 360-16), presupuesto (junto a un análisis de precios unitarios) y planos de detalle para la construcción de una cubierta de tipo metálica que se situará por encima del lecho de secado de lodos sobre el Reactor UASB y los muros adyacentes a dicho lecho de secado; su función principal será la deshidratación de los lodos productos del tratamiento primario lo que ayudará a que su disposición final no sea en el pozo de salida a hacia la quebrada adjunta, sino que se pueda reutilizar como fertilizante agrícola o ser quemado como se realiza en las PTAR de otros países [27], [28].

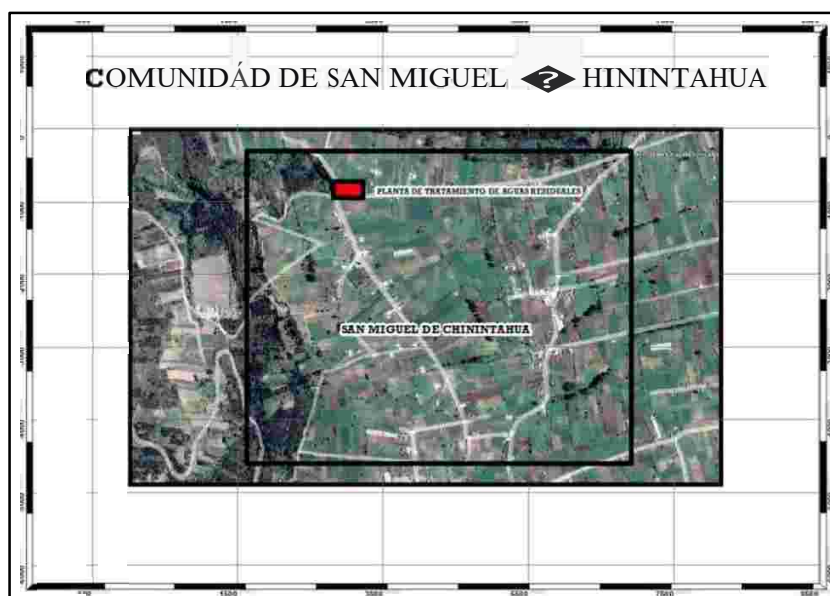
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1. Distribución geográfica

Dentro del cantón Santiago de Píllaro en la provincia de Tungurahua se encuentran varias parroquias de carácter rural, las cuales cuentan con comunidades o barrios que definen los sectores en los que habita la población. Dentro de la Parroquia de San Andrés a unos 3,5 kilómetros aproximadamente desde la cabecera de la parroquia hacia el Norte se encuentra una comunidad llamada San Miguel de Chinintahua la cual limita con la comunidad de Huapante Chico al norte, con la comunidad de San Antonio de Chinintahua al este, con la parroquia San Andrés al sur, y con el río Cutuchi al oeste. Dicho sector posee una superficie aproximada de 151,35 Ha en donde existen alrededor de 250 habitantes, así también el clima es frío con unas temperaturas dentro de los 10°C y 12°C con una precipitación promedio anual de 500mm a 750mm de agua y un rango de alturas que van desde los 2840 m.s.n.m hasta los 3000 m.s.n.m con pendientes de 12% y 25% en relieves moderadamente ondulados [29].

Figura 8. Ubicación de la comunidad San Miguel de Chinintahua

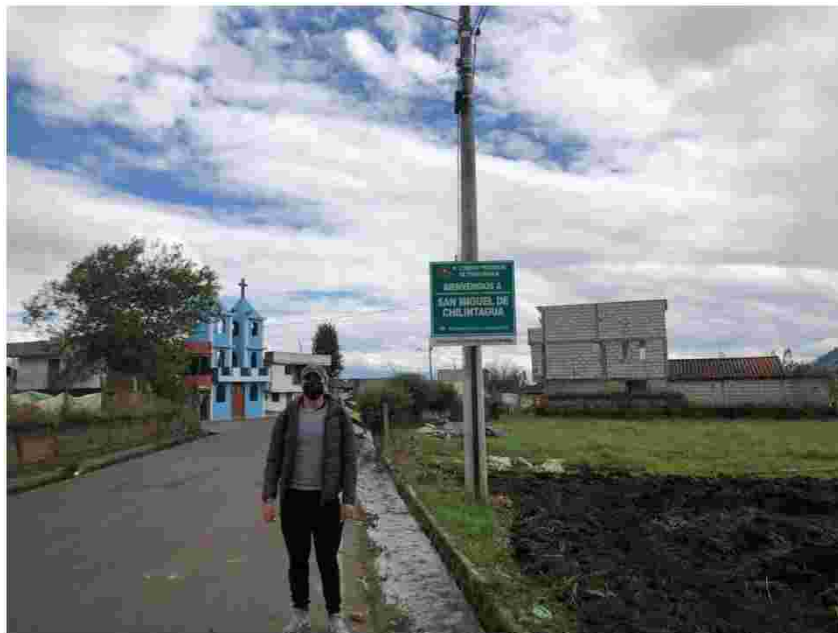


Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2. Población

En la comunidad existen vías de fácil acceso y en buen estado de tipo asfáltica, al igual que infraestructuras que brindan servicios útiles para la población (iglesias, tiendas de víveres), pero no existe la presencia de un centro educativo y un centro de salud. Tiene un total aproximado de 44 viviendas con una población de 250 personas dentro la comunidad, de las cuales un 100% cuenta con servicio de agua entubada, un 100% cuenta con servicios de alcantarillado, un 95% cuenta con servicio de electricidad y nadie cuenta con servicio telefónico [30].

Figura 9. Comunidad San Miguel de Chinintahua



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.3. Economía y Administración

Más del 75% de los habitantes tienen como actividad económica predominante la agricultura (se caracteriza por el máximo cultivo de papas, maíz y pastizales) y ganadería (250 cabezas de ganado), y un cierto porcentaje se dedican a otras actividades (construcción, comercio, entre otros); por esta razón la tasa de pobreza dentro del sector es moderadamente alta. Además, cabe recalcar que el lugar está dirigido o administrado por el Sr. Eduardo Quishpe, quien tiene el título de presidente de la comunidad de San Miguel de Chinintahua [29].

Figura 10. Principales actividades dentro del sector



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Al existir un gran grado de actividad agrícola y ganadera se necesita de un control sobre las aguas residuales de dichos procesos, para lo cual se ha construido una red de alcantarillado que dirige todas las aguas residuales del sector (San Antonio de Chinintahua, San Miguel de Chinintahua, la Lindera y cierta parte de Huapante Chico) hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada cerca de la quebrada Curiquingue en una cota aproximada de 1815 m.s.n.m; dicha PTAR tiene una superficie que abarca un área aproximada de 715 m² y fue construida en el año 2016 por parte del GAD Municipal Santiago de Píllaro; por lo tanto, dicha entidad se hace cargo del mantenimiento semanal de la PTAR.

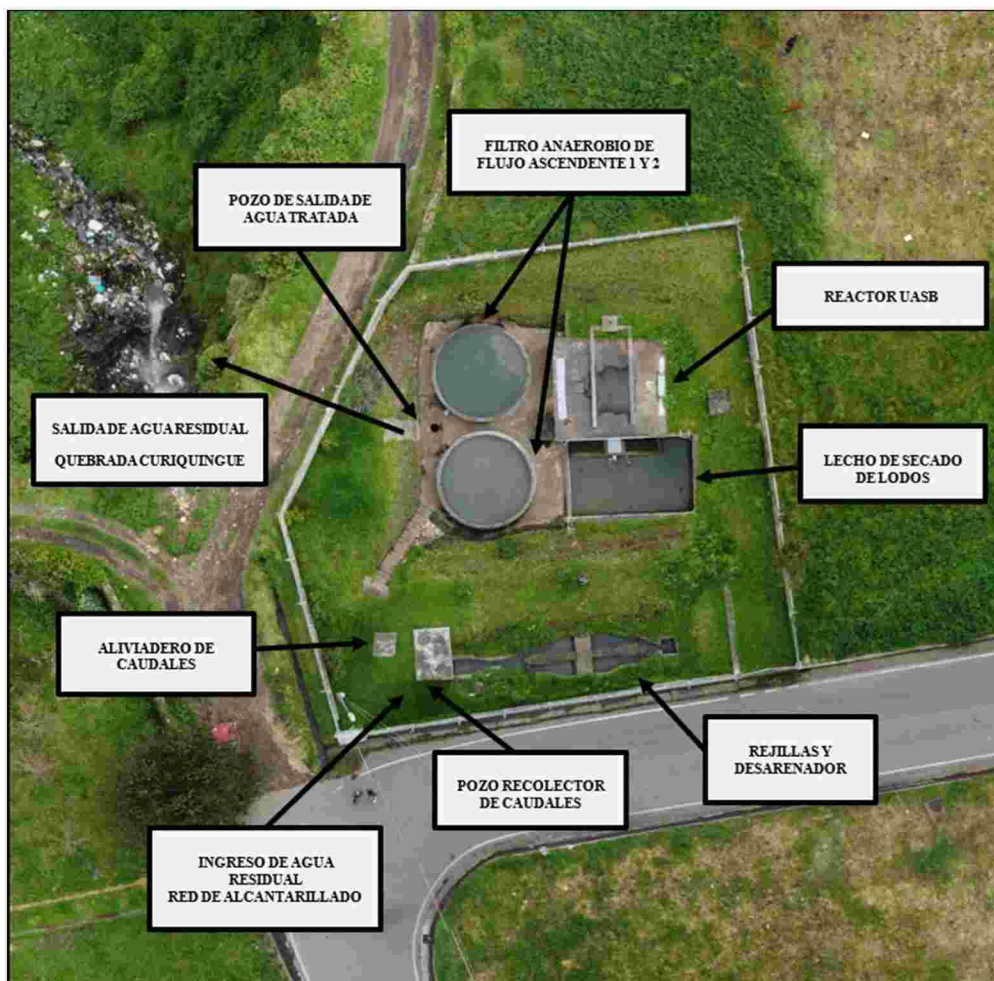
3.1.4. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

La PTAR de San Miguel de Chinintahua está formada por un sistema de tratamiento anaerobio (proceso biológico sin utilización de oxígeno) y contiene un conjunto de procesos del tratamiento de aguas residuales para eliminar o reducir los contaminantes antes de desecharlos hacia la quebrada Curiquingue junto a un cerramiento que evita el ingreso de animales. Estos procesos unitarios funcionan correctamente a través de etapas de depuración del agua residual por unidades hidráulicas de tratamiento presentes en la PTAR. Las cuales se mencionan a continuación:

- Rejillas y Desarenador. – Tratamiento preliminar.
- Reactor UASB (Anaerobio de Flujo Ascendente). – Tratamiento primario.
- Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente. – Tratamiento secundario.
- Lecho de secado de lodos.

En la Figura 11. se muestra la ubicación de los componentes o unidades hidráulicas ya mencionadas de la PTAR; y más adelante se mostrará el perfil longitudinal (Anexo 5) en donde se puede apreciar las diferencias de nivel que existen entre el pozo recolector de caudales (2815 m.s.n.m) y el pozo de salida hacia la quebrada (2810 m.s.n.m), en el cual existe una pendiente aproximada del 11% que permite un correcto funcionamiento hidráulico por gravedad de todas las unidades de tratamiento presentes.

Figura 11. PTAR de la comunidad de San Miguel de Chinintahua



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Figura 12. *Quebrada Curiqingue (descarga de agua residual tratada)*



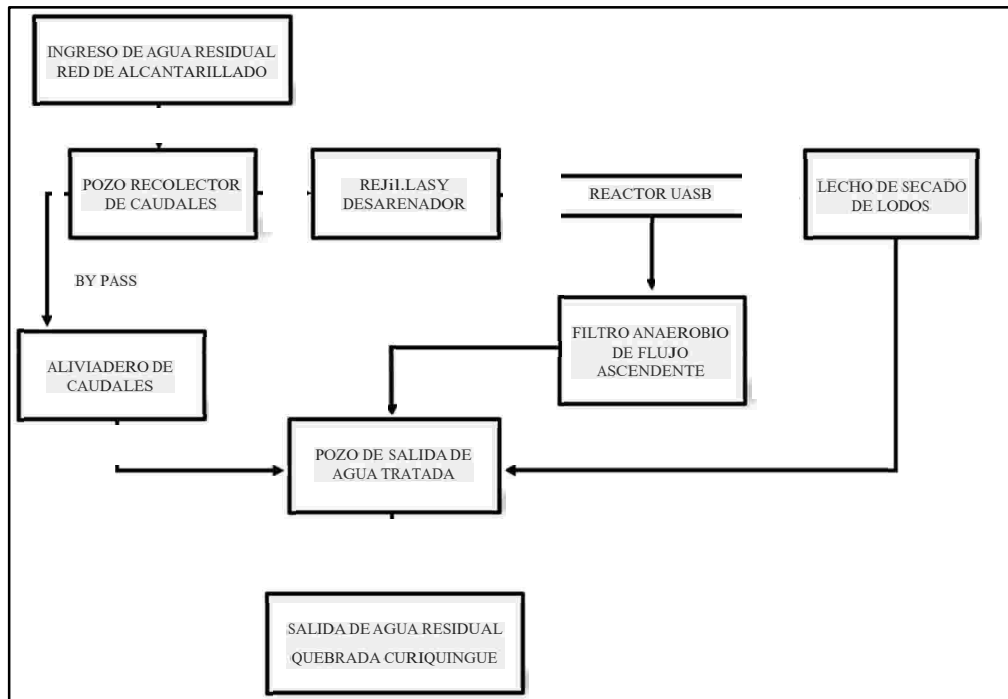
Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.2. Dimensionamiento y Medición de caudales en la PTAR

3.2.1. Descripción y dimensionamiento de las unidades hidráulicas en la PTAR

Los procesos unitarios dentro la PTAR de San Miguel de Chinintahua forman un tren de tratamiento de aguas residuales (flujograma) que se muestra a continuación; en la Figura 13. se puede visualizar el conjunto de procesos que atraviesan las aguas residuales (provenientes del alcantarillado sanitario del sector) desde que ingresan a la planta al pasar por distintas etapas de tratamiento (remoción de contaminantes) hasta que el agua tratada es depositada en la quebrada más cercana denominada Curiqingue que después se une con el río Cutuchi cerca del cantón Santiago de Píllaro. Además, a continuación, se explicó una breve descripción de los procesos unitarios dentro de la PTAR acompañado de su dimensionamiento para la correcta implantación de la PTAR; si se necesita revisar los cortes de cada unidad hidráulica ver el Anexo 5.

Figura 13. Tren de tratamiento de la PTAR

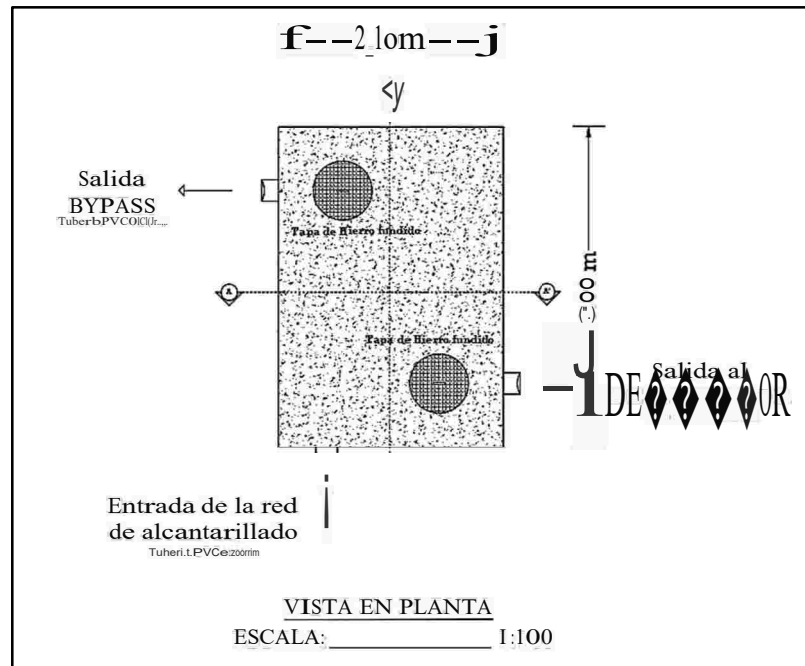


Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.1. Pozo recolector de caudales

El pozo recolector de caudales es una estructura hidráulica diseñada para recibir caudales (agua residual que proviene del alcantarillado sanitario) que ingresan a la PTAR, este se ubica al inicio del tren de tratamiento y distribuye el agua residual hacia el tratamiento preliminar (desarenador) o puede servir como una especie de bypass (aliviadero) cuando existe una gran demanda de caudal causado por lluvias intensas que afectan a todo el tren de tratamiento siguiente. Está compuesto de una estructura de hormigón armado con una tubería de hormigón de 300mm al inicio y una tubería de PVC de 200mm que dirige el caudal hacia el tratamiento preliminar. En la siguiente Figura 14. y Tabla 7. se identifica las dimensiones de dicho pozo:

Figura 14. Detalle de pozo recolector de caudales



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 7. Dimensiones del pozo recolector de caudales

DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Largo	3.00
Ancho	2.10
Profundidad	2.00
Espesor de muro	0.15

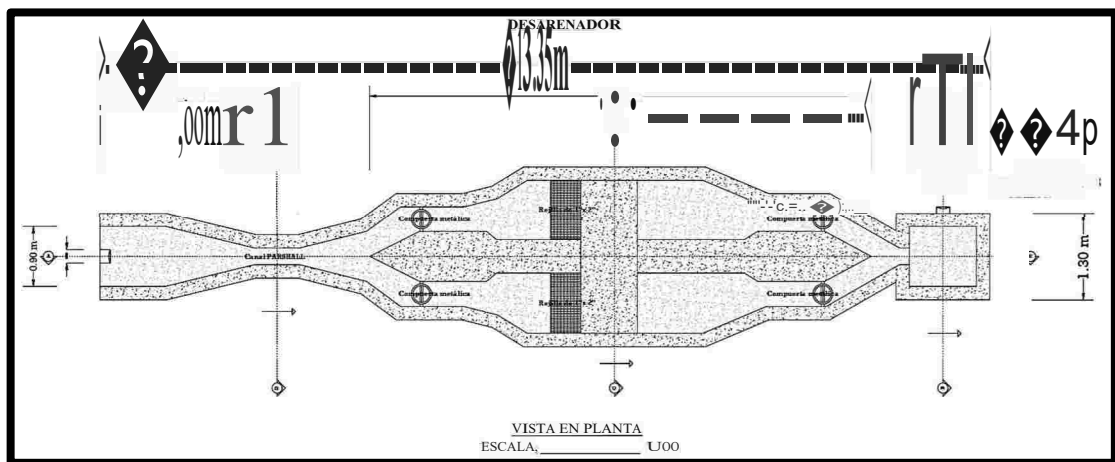
Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.2. Desarenador

El desarenador es una unidad hidráulica en la PTAR destinada a remover la arena, tierra, grava u otras partículas pequeñas de naturaleza mineral presentes en las aguas residuales gracias a su proceso de decantación. Este elemento junto a las rejillas que ayudan a eliminar los sedimentos abrasivos y de gran tamaño (botellas, fundas, telas, maderas) que posteriormente podrían dañar los equipos u obstruir el flujo de agua hacia el tratamiento primario (Reactor UASB). La PTAR cuenta con un desarenador

de hormigón armado de dos canales en los cuales se ubican cuatro compuertas metálicas (controlan el flujo), y una rejilla gruesa 1''x4'' (retienen material grueso) con tuberías de tipo PVC de 200mm a la entrada y salida. Al final del desarenador se encuentra una zona en la cual se deposita el agua tratada por el tratamiento preliminar que se dirige hacia el reactor UASB y pasa por medio de pozos de revisión. A continuación, se muestra la Figura 15. y Tabla 8. con las dimensiones de la unidad hidráulica:

Figura 15. Detalle de desarenador (tratamiento preliminar)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 8. Dimensiones del desarenador

DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Largo apróx.	13.35
Ancho apróx.	2.70
Profundidad apróx.	1.05
Espesor de muro	0.20

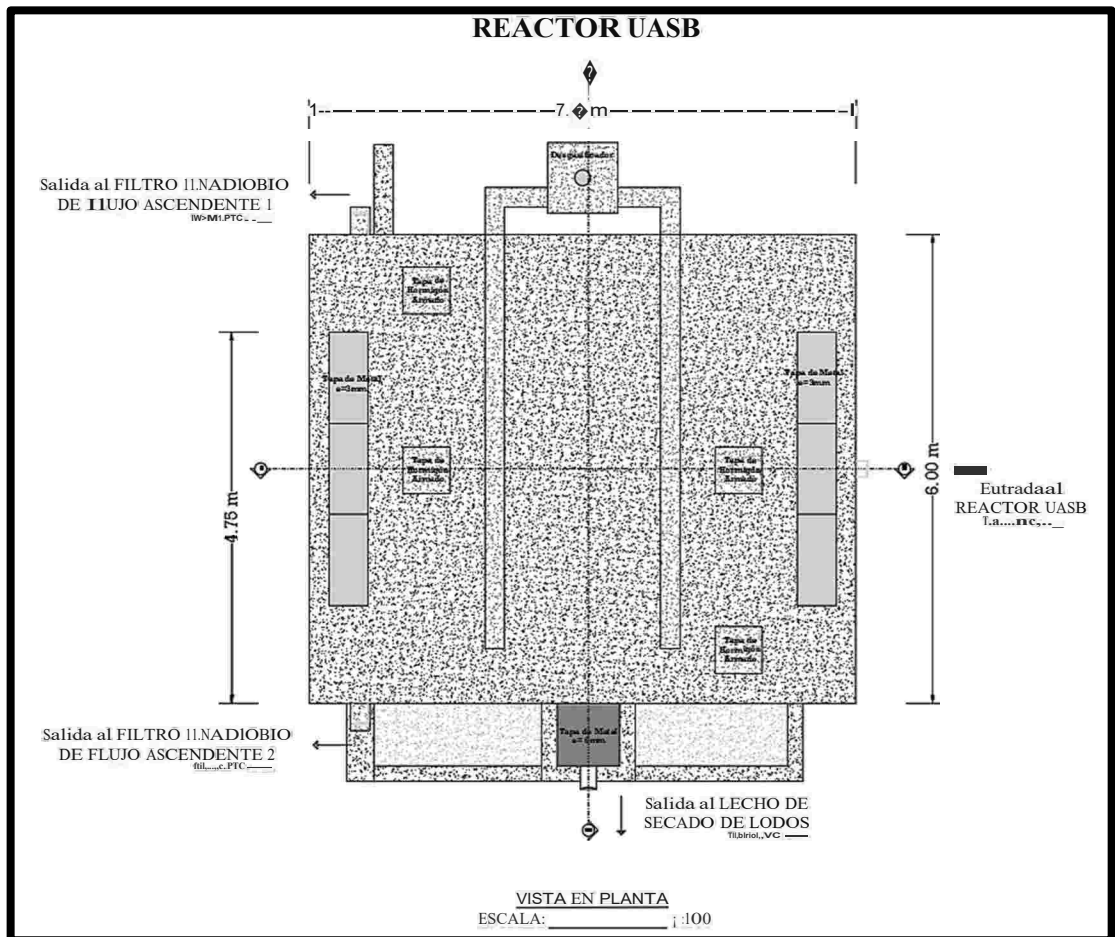
Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.3. Reactor UASB

El reactor UASB o también denominado reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA) es una estructura esencial dentro de una PTAR, se utiliza como tratamiento primario de las aguas residuales. Dicho elemento retiene y separa los sólidos

sedimentables y flotantes para que se descompongan en un ambiente anaeróbico lo que reduce las cargas de materia orgánica. Su estructura está compuesta de hormigón armado con una sola cámara en su interior; está conectado por un sistema de tuberías PVC de 200mm en su ingreso y salida hacia el tratamiento secundario (filtro anaerobio de flujo ascendente) y lecho de secado de lodos (contiene una válvula compuerta 200mm para eliminar los lodos); además, este proceso produce un biogás compuesto principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), el cual es eliminado por medio de un sistema de desgasificadores que se encuentran en la parte superior del reactor junto a tapas de revisión que se detalla en la Figura 16. y Tabla 9.

Figura 16. Detalle de reactor UASB (tratamiento primario)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 9. Dimensiones del reactor UASB

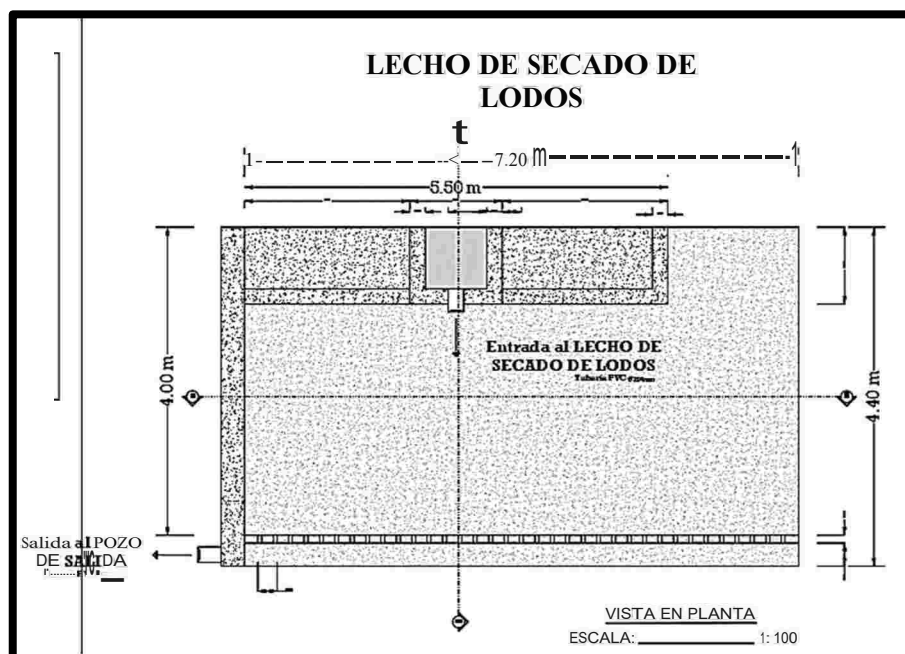
DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Largo	7.00
Ancho	6.00
Profundidad	4.50
Espesor de muro	0.20

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.4. Lecho de secado de lodos

El lecho de secado de lodos es una estructura diseñada para eliminar el exceso de humedad o deshidratar los lodos (tienen un alto contenido de materia orgánica junto a un olor ofensivo para el ser humano) generados en el tratamiento primario (reactor UASB), dichos lodos salen por medio de una válvula de compuerta que tiene una tubería PVC de 200mm y así garantizar su correcta disposición final (relleno sanitario) o su uso como fertilizante agrícola. Esta estructura está constituida por hormigón armado y sus dimensiones se encuentran en la Figura 17. y Tabla 10.:

Figura 17. Detalle de lecho de secado de lodos



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 10. Dimensiones del lecho de secado de lodos

DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Largo	7.80
Ancho	4.40
Profundidad	2.00
Espesor de muro	0.30

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.5. Filtro anaerobio de flujo ascendente

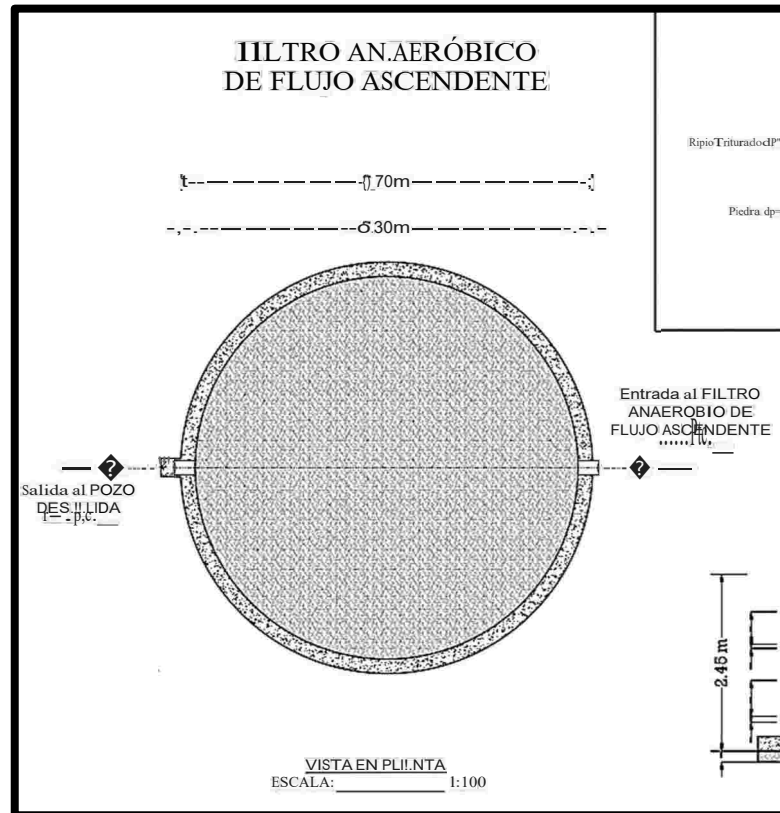
Los filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) son sistemas de tratamiento biológicos o tratamiento secundario que mueve el agua residual de abajo hacia arriba a través de un lecho filtrante (ripio triturado, de mina, piedra, adoquín, bloque de hormigón) que atraviesan las aguas residuales provenientes del reactor UASB y entran en contacto con una red de microorganismos adheridos a la superficie (bacterias de degradación anaerobia). En la PTAR se encuentran 2 filtros de las mismas características, de forma cilíndrica (hechos de hormigón armado) y el ingreso y salida del agua residual se da por una tubería PVC de 200mm junto a válvulas de compuerta de 200mm que se encuentran conectadas por si se necesita pasar el flujo directamente al pozo de salida en caso de un mantenimiento repentino. Dentro del filtro se encuentran capas de medio filtrantes como piedra de 3 pulgadas, ripio de mina de 2 pulgadas y ripio triturado de 1 pulgada. En la siguiente Figura 18. y Tabla 11. se observan sus dimensiones:

Tabla II. Dimensiones del FAFA

DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Ancho	5.70
Profundidad	3.00
Espesor de muro	0.20

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Figura 18. Detalle de filtro anaerobio de flujo ascendente (tratamiento secundario)

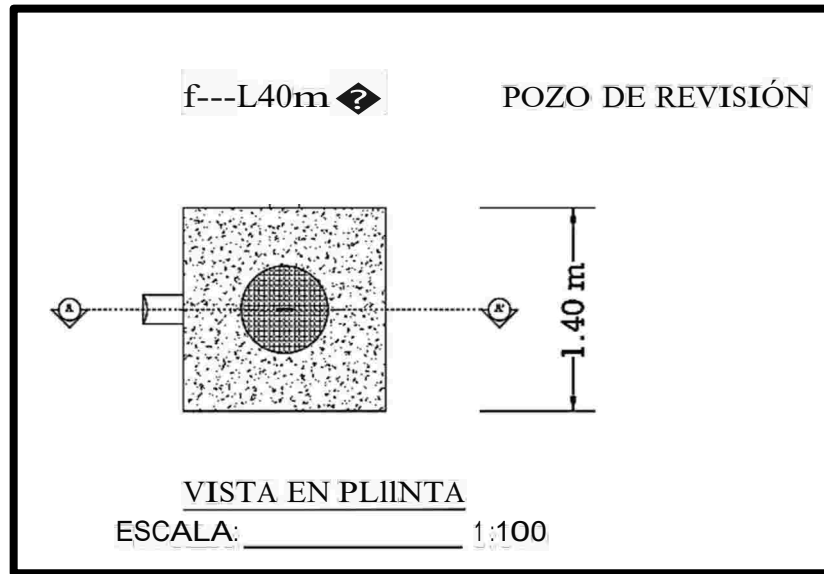


Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.1.2.6. Pozo de salida

El pozo de salida es un componente principal dentro de la PTAR, en él se depositan las aguas tratadas para ser evacuadas hacia su disposición final que es en la quebrada Curiquingue. Este pozo tiene un total de 8 tuberías conectadas (dos tuberías de cada filtro anaerobio, una tubería directa del lecho de secado, una tubería directa del bypass, y dos tuberías en caso de existir fuertes lluvias cerca del pozo de salida) de hormigón armado y recibe caudales a través de tuberías PVC de 200mm. Dicha estructura rectangular tiene una altura de 2,5 metros y una capacidad de 2500 litros.

Figura 19. Detalle pozo de salida (caudal hacia la quebrada)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 12. Dimensiones de pozo de salida

DIMENSIÓN	UNIDAD (m)
Largo	1.40
Ancho	1.40
Profundidad	2.50
Espesor de muro	0.15

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.2.1. Medición de caudales de la PTAR

Para determinar o medir los caudales que ingresan y egresan de la PTAR se empleó un método denominado volumétrico que consiste en llenar un recipiente con un volumen constante (lt) en un determinado tiempo variable (seg). Esta medición se realizó desde las 8:00 am hasta las 15:00 pm (8 horas), durante un periodo de 30 días consecutivos (lunes 06 de marzo hasta el miércoles 05 de abril) con una tasa de medición de 5 a 10 intentos cada hora para obtener valores o resultados muy cercanos con la realidad. En las siguientes Tablas (13,14,15,16,17,18,19,20,21,22) se colocan los caudales en la entrada y salida de la PTAR con sus respectivas fechas:

Tabla 13. CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	06/03/2023	07/03/2023	08/03/2023	09/03/2023	10/03/2023	11/03/2023	12/03/2023
8:00AM	1,794	2,742	2,516		2,117	1,44	1,965
9:00AM	1,866	2,8	2,704		2,075	1,445	1,971
10:00 AM	1,752	3,085	2,347		2,303	1,865	1,826
11:00AM	1,725	2,354	2,228		2,512	1,928	2,168
12:00 PM	1,473	2,165	2,3		1,923	2,06	2,68
13PM	1,533	3,597	2,635		1,664	2,313	2,652
14PM	1,526	2,752	2,458		1,929	1,958	1,943
15PM	1,442	2,626	2,215		1,614	1,834	1,821

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 14. CAUDALES DE SALIDA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) PRIMERA SEMANA (06 al 12 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	06/03/2023	07/03/2023	08/03/2023	09/03/2023	10/03/2023	11/03/2023	12/03/2023
8:00AM	1,758	2,678	2,549		1,709	1,307	1,762
9:00AM	1,838	2,824	2,661		1,832	1,373	1,843
10:00AM	1,72	3,01	2,313		2,038	1,771	1,723
11:00AM	1,693	2,353	2,24		2,173	1,819	2,01
12:00 PM	1,458	2,141	2,291		1,723	1,938	2,506
13PM	1,463	3,283	2,499		1,451	2,049	2,325
14PM	1,453	2,709	2,344		1,67	1,775	1,746
15PM	1,397	2,548	2,109		1,415	1,673	1,657

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 15. CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	13/03/2023	14/03/2023	15/03/2023	16/03/2023	17/03/2023	18/03/2023	19/03/2023
8:00AM	1,785	2,695	2,593	1,769	1,721	1,338	1,8
9:00AM	1,889	2,84	2,663	1,881	1,858	1,382	1,904
10:00 AM	1,755	2,992	2,351	1,754	2,065	1,781	1,772
11:00AM	1,732	2,365	2,199	2,028	2,199	1,843	2,059
12:00 PM	1,499	2,187	2,285	2,49	1,732	1,97	2,582
13PM	1,529	3,534	2,578	2,416	1,527	2,156	2,456
14PM	1,518	2,74	2,464	1,818	1,744	1,865	1,841
15PM	1,439	2,637	2,238	1,741	1,483	1,781	1,763

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 16. CAUDALES DE SALIDA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) SEGUNDA SEMANA (13 al 19 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	13/03/2023	14/03/2023	15/03/2023	16/03/2023	17/03/2023	18/03/2023	19/03/2023
8:00AM	1,761	2,671	2,533	1,737	1,711	1,314	1,769
9:00AM	1,862	2,82	2,619	1,841	1,818	1,366	1,846
10:00AM	1,735	3,005	2,4	1,732	2,028	1,756	1,722
11:00AM	1,707	2,339	2,231	1,998	2,143	1,826	2,019
12:00 PM	1,464	2,178	2,271	2,503	1,712	1,924	2,481
13PM	1,452	3,415	2,443	2,33	1,448	2,035	2,334
14PM	1,442	2,651	2,313	1,736	1,677	1,785	1,733
15PM	1,378	2,497	2,105	1,664	1,402	1,671	1,654

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 17. CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	20/03/2023	21/03/2023	22/03/2023	23/03/2023	24/03/2023	25/03/2023	26/03/2023
8:00AM	1,794	2,697	2,584	1,766	1,732	1,329	1,791
9:00AM	1,879	2,82	2,675	1,859	1,854	1,377	1,861
10:00AM	1,747	3,03	2,365	1,739	2,031	1,785	1,753
11:00AM	1,722	2,343	2,253	2,008	2,189	1,824	2,008
12:00PM	1,475	2,178	2,308	2,509	1,746	1,975	2,483
13PM	1,532	3,497	2,606	2,471	1,532	2,179	2,411
14PM	1,526	2,786	2,437	1,808	1,755	1,879	1,834
15PM	1,456	2,629	2,215	1,726	1,471	1,768	1,747

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 18. CAUDALES DE SALIDA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) TERCERA SEMANA (20 al 26 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	20/03/2023	21/03/2023	22/03/2023	23/03/2023	24/03/2023	25/03/2023	26/03/2023
8:00AM	1,775	2,661	2,519	1,767	1,71	1,316	1,745
9:00AM	1,835	2,795	2,622	1,83	1,846	1,378	1,853
10:00AM	1,739	2,98	2,36	1,69	2,033	1,781	1,721
11:00AM	1,725	2,359	2,236	1,997	2,194	1,814	2,009
12:00PM	1,462	2,178	2,273	2,511	1,745	1,927	2,474
13PM	1,455	3,331	2,479	2,312	1,452	2,074	2,327
14PM	1,442	2,708	2,296	1,751	1,661	1,768	1,735
15PM	1,365	2,517	2,096	1,666	1,41	1,662	1,656

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 19. CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) CUARTA SEMANA (06 al 12 de marzo)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) CUARTA SEMANA (06 al 12 de marzo)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	27/03/2023	28/03/2023	29/03/2023	30/03/2023	31/03/2023	01/04/2023	02/04/2023
8:00AM	1,817	2,699	2,534	1,789	1,741	1,36	1,978
9:00AM	1,878	2,836	2,662	1,858	1,891	1,393	1,975
10:00AM	1,777	3,002	2,377	1,751	2,076	1,793	1,838
11:00AM	1,749	2,385	2,246	2,007	2,226	1,839	2,157
12:00PM	1,481	2,192	2,305	2,503	1,76	1,978	2,746
13PM	1,542	3,498	2,589	2,483	1,546	2,192	2,649
14PM	1,527	2,807	2,457	1,822	1,769	1,88	1,935
15PM	1,455	2,626	2,192	1,746	1,487	1,79	1,827

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 20. CAUDALES DE SALIDA (lt/s) CUARTA SEMANA (27 de marzo al 02 de abril)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) CUARTA SEMANA (27 de marzo al 02 de abril)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	27/03/2023	28/03/2023	29/03/2023	30/03/2023	31/03/2023	01/04/2023	02/04/2023
8:00AM	1,77	2,694	2,558	1,751	1,699	1,32	1,756
9:00AM	1,856	2,715	2,676	1,841	1,822	1,379	1,85
10:00AM	1,745	3,023	2,313	1,696	2,011	1,752	1,716
11:00AM	1,714	2,309	2,222	1,992	2,182	1,816	2,027
12:00PM	1,465	2,149	2,268	2,505	1,717	1,937	2,514
13PM	1,467	3,383	2,507	2,317	1,46	2,08	2,38
14PM	1,462	2,661	2,369	1,73	1,677	1,8	1,738
15PM	1,384	2,548	2,095	1,665	1,418	1,691	1,683

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 21. CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)			
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
	03/04/2023	04/04/2023	05/04/2023
8:00AM	1,799	2,721	3,577
9:00AM	1,855	2,824	3,179
10:00AM	1,765	3,057	2,745
11:00AM	1,729	2,338	2,578
12:00PM	1,485	2,178	2,642
13PM	1,522	3,497	3,056
14PM	1,527	2,777	2,782
15PM	1,448	2,637	2,53

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 22. CAUDALES DE SALIDA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) QUINTA SEMANA (03 al 05 de abril)			
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
	03/04/2023	04/04/2023	05/04/2023
8:00AM	1,754	2,628	2,515
9:00AM	1,826	2,784	2,647
10:00AM	1,744	3,006	2,352
11:00AM	1,714	2,322	2,222
12:00PM	1,461	2,146	2,259
13PM	1,443	3,331	2,46
14PM	1,449	2,677	2,287
15PM	1,375	2,531	2,117

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.2.2. Caudal semanal promedio y caudal máximo horario

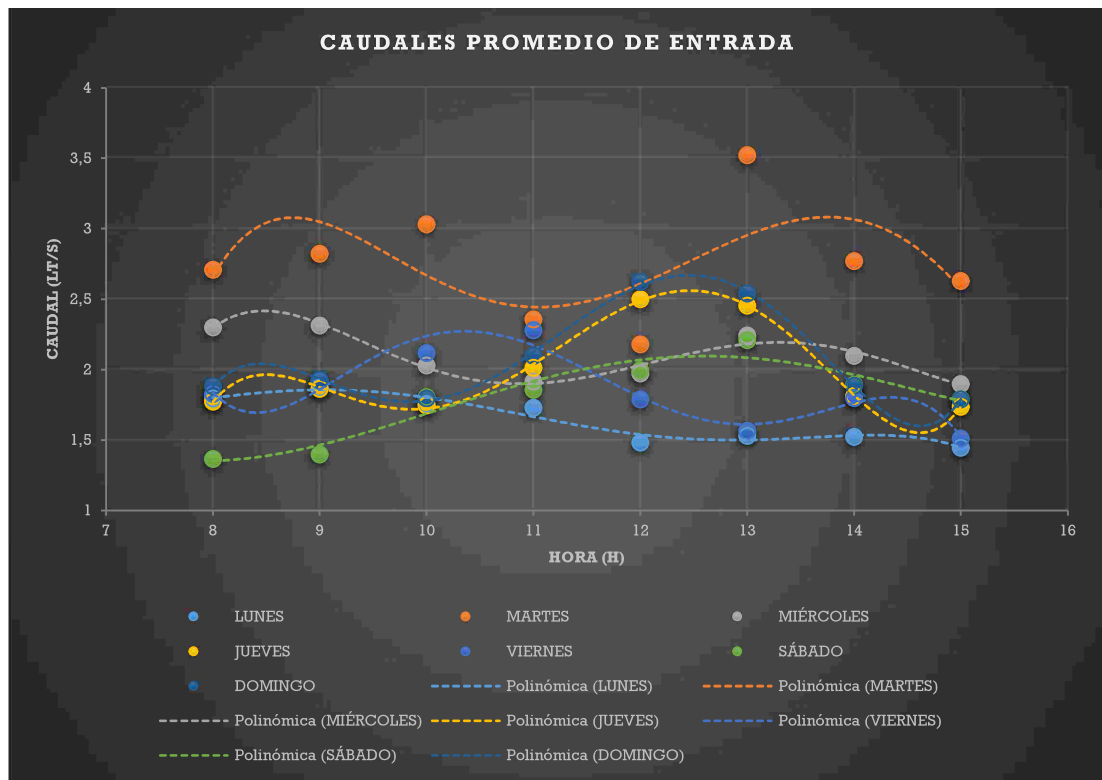
Para recolectar la muestra compuesta a ser analizada en los laboratorios es necesario establecer el día con el mayor caudal promedio (para obtener mayores valores de sustancias en el agua), el cual se subraya en la siguiente Tabla 23. y 24.

Tabla 23. CAUDALES PROMEDIO DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)

CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 AM	1,798	2,711	2,301	1,775	1,828	1,367	1,884
9:00 AM	1,873	2,824	2,314	1,866	1,920	1,399	1,928
10:00 AM	1,759	3,033	2,031	1,748	2,119	1,806	1,797
11:00 AM	1,731	2,357	1,917	2,014	2,282	1,859	2,098
12:00 PM	1,483	2,180	1,973	2,501	1,790	1,996	2,623
13 PM	1,532	3,525	2,244	2,457	1,567	2,210	2,542
14 PM	1,525	2,772	2,100	1,816	1,799	1,896	1,888
15 PM	1,448	2,631	1,898	1,738	1,514	1,793	1,790

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Figura 20. CAUDALES PROMEDIO DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)



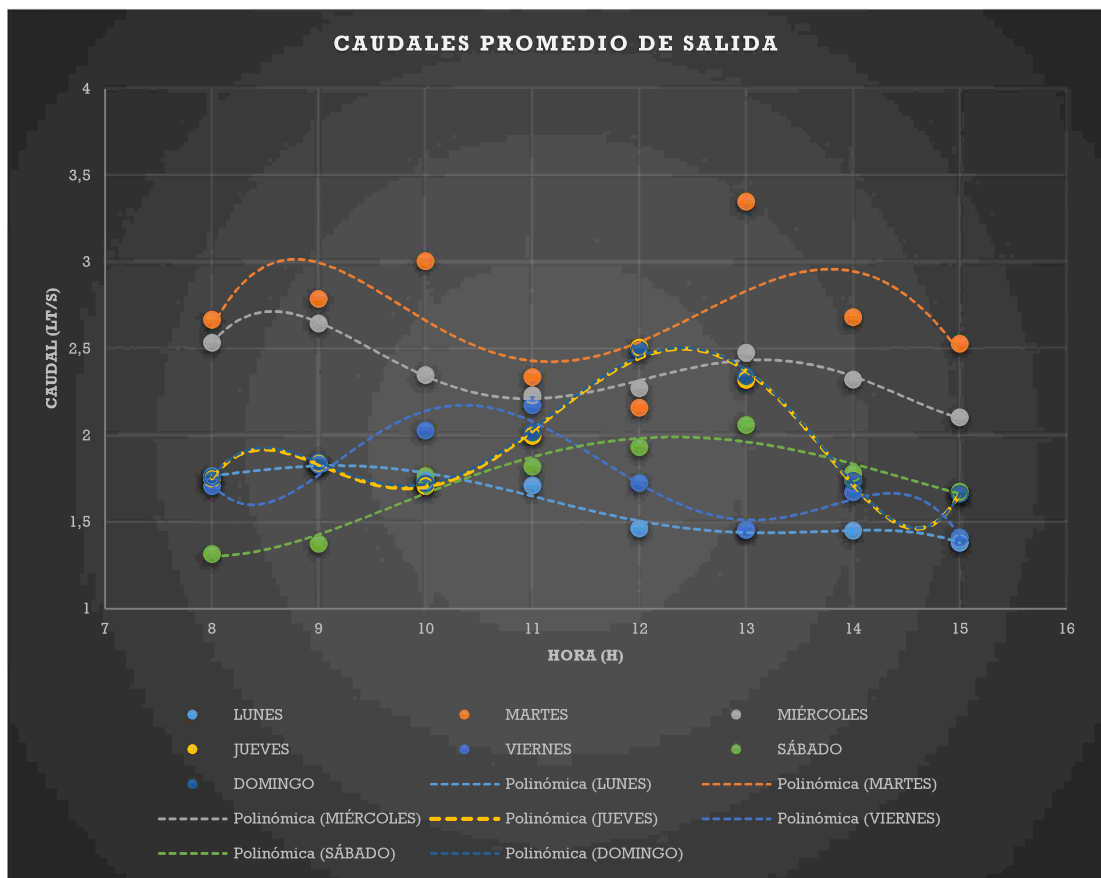
Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 24. CAUDALES PROMEDIO DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)

CAUDALES DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)							
HORA DE MEDICIÓN	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 AM	1,764	2,666	2,535	1,752	1,707	1,314	1,758
9:00 AM	1,843	2,788	2,645	1,837	1,830	1,374	1,848
10:00 AM	1,737	3,005	2,348	1,706	2,028	1,765	1,721
11:00 AM	1,711	2,336	2,230	1,996	2,173	1,819	2,016
12:00 PM	1,462	2,158	2,272	2,506	1,724	1,932	2,494
13 PM	1,456	3,349	2,478	2,320	1,453	2,060	2,342
14 PM	1,450	2,681	2,322	1,739	1,671	1,782	1,738
15 PM	1,380	2,528	2,104	1,665	1,411	1,674	1,663

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Figura 21. CAUDALES PROMEDIO DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Además, se añaden parámetros estadísticos para determinar dicho caudal promedio mediante la determinación de la media, mediana, desviación estándar, un máximo y un mínimo de cada día promedio que se presenta en las siguientes Tablas (25,26).

Tabla 25. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE ENTRADA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
MEDIA	1,644	2,754	2,097	1,989	1,852	1,791	2,069
MEDIANA	1,632	2,742	2,065	1,841	1,814	1,832	1,908
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,164	0,411	0,170	0,315	0,257	0,285	0,332
MÁXIMO	1,873	3,525	2,314	2,501	2,282	2,210	2,623
MÍNIMO	1,448	2,180	1,898	1,738	1,514	1,367	1,790

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Tabla 26. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA - CAUDALES DE SALIDA (lt/s) 30 DIAS (06 de marzo al 05 de abril)							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
MEDIA	1,600	2,689	2,367	1,940	1,750	1,715	1,947
MEDIANA	1,586	2,674	2,335	1,795	1,716	1,774	1,803
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,180	0,374	0,176	0,313	0,260	0,257	0,312
MÁXIMO	1,843	3,349	2,645	2,506	2,173	2,060	2,494
MÍNIMO	1,380	2,158	2,104	1,665	1,411	1,314	1,663

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.3. Análisis de la muestra compuesta de agua residual de la PTAR

Para realizar el análisis de una muestra compuesta (recomendables cuando la conformidad con un límite está basada en la calidad promedio del agua) de agua residual primero se necesitó una recolección apropiada de la misma, con criterios técnicos fundamentales que se obtuvieron en la NTE INEN 2176:2013 que establece las técnicas de muestreo, también su correcta recolección y conservación de las muestras. Las muestras compuestas (entrada y salida de la PTAR) se tomaron en el día con mayor caudal promedio (martes 09 de mayo del 2023) desde las 8:00 am hasta las 15:00 pm; las mismas fueron recolectadas en botellas de tipo ámbar dentro de una hielera para mantenerlas a una mayor temperatura ambiente hasta su traslado al Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato [31], [32].

A continuación, se muestra la Tabla 27. en donde se observan todos los resultados de los parámetros físico-químicos obtenidos de las muestras compuestas (afluente y efluente). Además, se procedió a comparar con la normativa vigente (TULSMA 2015) para verificar el correcto funcionamiento de la PTAR.

Tabla 27. Parámetros físico-químicos analizados de la muestra compuesta

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	MÉTODO	Líquido de ingreso (Afluente)	Líquido de descarga (Efluente)	TULSMA (Límite descarga de un cuerpo de agua dulce)	CUMPLIMIENTO
Parámetros globales ¹						
pH	-	SM4500 B	7,1	7,4	6a9	CUMPLE
Conductividad	μS/cm	SM 2510 B	330,3	374	1500	CUMPLE
Turbidez	NTU	SM 2130 B	938	859,3	-	CUMPLE
Parámetros en laboratorio ²						
Demanda Química de Oxígeno. DQO	mg/l	SM 5220 D	380	140,7	200	CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO5	mg/l	SM 5210 D	185	45	100	CUMPLE
Sólidos Totales. ST	mg/l	SM2540 B	260	140	1600	CUMPLE
Sólidos Suspendedos Totales. SST	mg/l	SM2540 D	120	22	130	CUMPLE
Sólidos disueltos totales. TDS	mg/l	SM 2540 C	140	118	500	CUMPLE
Nitrógeno amoniacal. N-NH3	mg/l	ASTM 01426. Nessler method	13,3	10,4	30	CUMPLE

Nitrato. NO3-	mg/l	SM4500 NO3 E	0,9	n/d	-	CUMPLE
Fosfato. P-PO3 4-	mg/l	SM4500 PE	4,2	2,2	10*	CUMPLE
Cloruros. Cl-	mg/l	SM4500 PE	18,5	0,23	-	CUMPLE
Sulfatos. SO4 2-	mg/l	4500-Cl G	21,7	14	1000	CUMPLE
Cromo VI. Cr+6	mg/l	ASTM 01687-92. Diphenyl- carbohydrazide method	0,025	0,0002	0,5	CUMPLE
Zinc. Zn	mg/l	SM 3500-Zn B	0,3	0,1	5	CUMPLE
Hierro. Fe	mg/l	EPA Phenanthroline method 315B	1,7	1,5	10	CUMPLE
Aluminio. Al	mg/l	SM 3500-Al B	0,57	0,19	5	CUMPLE
Manganeso.Mn	mg/l	SM 3500-Mn B	7	3	2	NO CUMPLE
Cobre. Cu	mg/l	SM 3500-Cu B	2,27	1,3	1	NO CUMPLE
Metales por Absorción Atómica ³						
Cadmio. Cd	mg/l	SM 3113 B POI AA 500 Graphite Element Data Sheets Cd. Ni. Cr. Pb. As	0,0016	0,0013	0,02	CUMPLE
Níquel. Ni	mg/l		n/d	n/d	2	CUMPLE
Cromo total. Cr	mg/l		0,0351	n/d	-	CUMPLE
Plomo. Pb	mg/l		n/d	n/d	0,2	CUMPLE
Arsénico. As	mg/l		n/d	n/d	0,1	CUMPLE

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Los resultados mostrados en la Tabla 27. indican que los parámetros físico-químicos cumplen con lo establecido en la normativa ambiental TULSMA (resultados debajo del límite permitido) en la Tabla 6. a excepción de dos parámetros físicos (Manganeso y Cobre). Según Metcalf & Eddy relatan que, algunos parámetros presentes en las aguas residuales no afectan en el crecimiento del medio ambiente (agua residual tratada como uso agrícola) ya que "no asimilan otros metales que merecen especial atención (como el plomo), o estos resultan phytotóxicos a niveles muy inferiores a las concentraciones que pueden constituir riesgos tóxicos dentro de la cadena alimenticia (p.e. cinc, cobre, manganeso y níquel)". Esto quiere decir que, los parámetros que no cumplen en la Tabla 27. se pueden encontrar en el crecimiento del medio ambiente y no presentan riesgos dentro de la población [26], [25].

Entonces, para determinar si la PTAR se encuentra funcionando correctamente con la remoción de contaminantes presentes se propone calcular la eficiencia en sus tratamientos, para lo cual se utiliza la Ec.1 detallada en el capítulo anterior. Dicha fórmula se aplica en cada uno de los parámetros analizados como se muestra en la siguiente Tabla 28.

Tabla 28. Eficiencia en la remoción de cada parámetro físico-químicos del agua residual

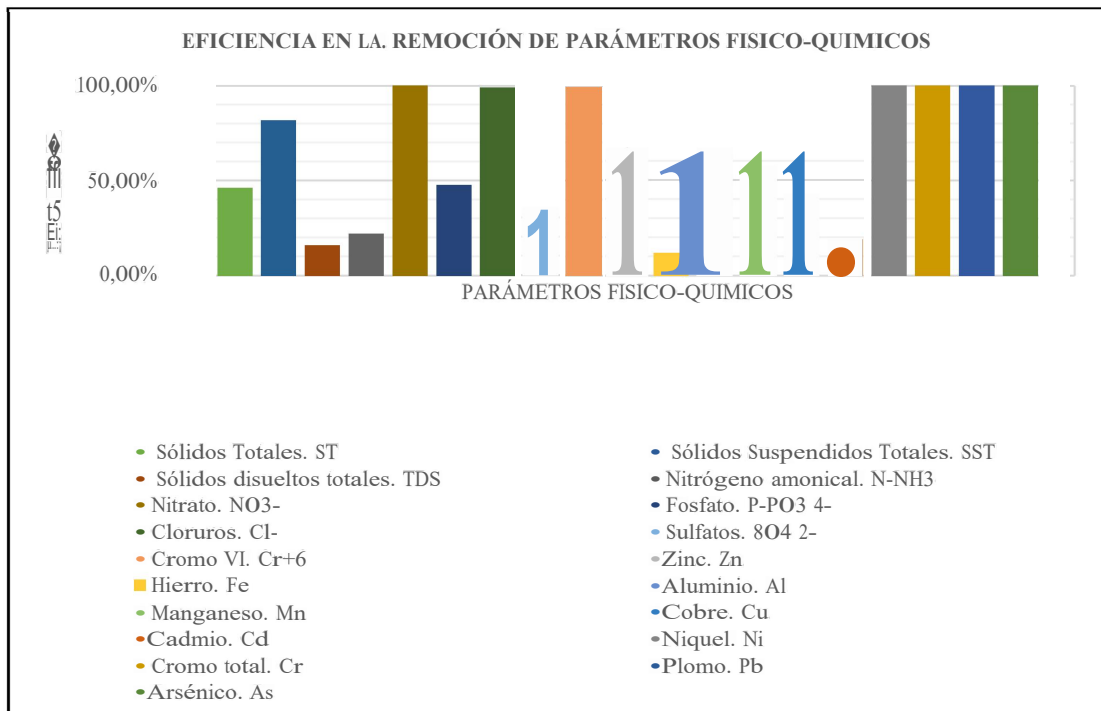
Parámetro	Unidad	Líquido de ingreso (Afluente)	Líquido de descarga (Efluente)	% Eficiencia de Depuración
Sólidos Totales. ST	mg/l	260	140	46,15%
Sólidos Suspendidos Totales. SST	mg/l	120	22	81,67%
Sólidos disueltos totales. TDS	mg/l	140	118	15,71%
Nitrógeno amoniacal. N-NH3	mg/l	13,3	10,4	21,80%
Nitrato. NO3-	mg/l	0,9	0	100,00%
Fosfato. P-PO3 4-	mg/l	4,2	2,2	47,62%
Cloruros. Cl-	mg/l	18,5	0,23	98,76%
Sulfatos. SO4 2-	mg/l	21,7	14	35,48%
Cromo VI. Cr+6	mg/l	0,025	0,0002	99,20%
Zinc. Zn	mg/l	0,3	0,1	66,67%
Hierro. Fe	mg/l	1,7	1,5	11,76%
Aluminio. Al	mg/l	0,57	0,19	66,67%
Manganeso. Mn	mg/l	7	3	57,14%
Cobre. Cu	mg/l	2,27	1,3	42,73%
Cadmio. Cd	mg/l	0,0016	0,0013	18,75%
Niquel. Ni	mg/l	0,001	0	100,00%
Cromo total. Cr	mg/l	0,0351	0	100,00%
Plomo. Pb	mg/l	0,001	0	100,00%
Arsénico. As	mg/l	0,001	0	100,00%
PROMEDIO:				57,16%

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

Se pudo observar que la PTAR tiene una eficiencia promedio en remoción de contaminantes del 57,16% lo que a su vez significa un correcto funcionamiento dentro de sus procesos de tratamiento. Adicional a esto, se coloca un diagrama de barras en la Figura 22. que indica el porcentaje de eficiencia en la remoción de contaminantes de la PTAR para así observar que parámetros físico-químicos son mejor eliminados y crear criterios para aumentar su eficiencia/funcionamiento.

Figura 22.

EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

De esta Figura 22. se puede identificar que existe un correcto funcionamiento dentro de las unidades hidráulicas de la PTAR, sin embargo, es de suma importancia presentar un diagnóstico en donde se puede evidenciar el funcionamiento de cada uno de sus componentes por medio de una visualización previa en el sitio de estudio. Además, se generó un manual de operación y mantenimiento adecuado para ayudar a preservar su vida útil y garantizar el correcto funcionamiento de la PTAR.

3.3.1. Relación DQO/DBO

Al hablar de parámetros físico-químicos presentes en el agua residual es de suma importancia conocer acerca del DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno). Ambos son parámetros que se utilizan para medir la contaminación orgánica dentro de las aguas residuales y nos dan a conocer la cantidad de oxígeno necesario para descomponer dichos contaminantes o su biodegradabilidad. La DQO suele ser mayor a la DBO (más o menos el doble) en el agua residual sin tratada porque incluye una carga orgánica biodegradable; esta relación varía entre 1,4

y 2,4. La DQO/DBO también varía a medida que las aguas residuales pasan por los distintos procesos de tratamiento y la relación de estos parámetros tiende a aumentar debido a la reducción de la fracción biodegradable; es por ello que, el efluente final del tratamiento de aguas residuales tiene valores normalmente mayores que 3,0. [33] A continuación se utiliza la Ecu. 2 que muestra el cálculo de esta relación, con los parámetros obtenidos en el análisis del agua residual:

- Relación DQO/DBO con agua residual sin tratar:

$$\frac{DQO}{DBO} = \frac{380}{185} = 2,05 \quad \text{OK DENTRO DEL RANGO.}$$

- Relación DQO/DBO con agua residual tratada:

$$\frac{DQO}{DBO} = \frac{140,7}{45} = 3,13 \quad \text{OK DENTRO DEL RANGO.}$$

3.4. Diagnóstico de las unidades hidráulicas de la PTAR

Como se observó en los resultados del análisis del agua residual de la PTAR existen algunos inconvenientes con ciertos parámetros físico-químicos dentro del agua tratada, estos son producto del mal manejo o mantenimiento que se da a la planta de tratamiento. Por esta razón es importante realizar un diagnóstico profundo a cada una de los procesos que intervienen en la remoción de contaminantes del agua residual proveniente de la red de alcantarillado de las comunidades; para ello se utilizó detalles fotográficos en los cuales se evidencia el estado en el que se encuentra cada unidad hidráulica y se pudo proponer ciertos tipos de mantenimiento y mejoras para la PTAR. Cabe recalcar que todas las unidades hidráulicas requieren una limpieza y mantenimiento, aunque se encuentren en buen estado.

3.4.1. Pozo recolector de caudales

Figura 23. Pozo recolector de caudales



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón y tapas de hierro fundido presentan un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Además, tiene una presencia de vegetación en su estructura lo cual afecta en su funcionamiento y el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda dentro y fuera.

El pozo que sirve como bypass en caso de lluvias intensas presenta un estado correcto, pero de igual forma necesita una correcta limpieza.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC y hormigón presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza profunda.

La tubería PVC bypass que conduce los caudales del aliviadero hacia el pozo de salida se encuentra a la intemperie.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requiere un mantenimiento y limpieza para evitar problemas en un futuro.

3.4.2. Rejillas y Desarenador

Figura 24. Desarenador y rejillas (tratamiento preliminar)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón junto a las compuertas de acero presenta un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Además, tiene una presencia de vegetación en su estructura y la materia mineral no es extraída de una forma adecuada lo cual afecta en su funcionamiento y el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda dentro y fuera.

Las rejillas de hierro presentan un buen estado con una inclinación errónea ($>60^\circ$), con restos de sólidos de un tamaño mediano y con presencia de restos de materia mineral en su estructura. Se necesita una correcta limpieza.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC y hormigón presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza profunda.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requiere un mantenimiento y limpieza para evitar problemas en un futuro.

3.4.3. Reactor UASB

Figura 25. Reactor UASB (tratamiento primario)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón junto a las cajas de revisión presenta un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Además, tiene una presencia de vegetación en su estructura y material (sólidos menores tamaño) dentro de la salida lo cual afecta en su funcionamiento y el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda dentro y fuera.

El sistema de desgasificadores presenta un estado regular en su estructura, pero presenta vegetación excesiva por falta de limpieza y mantenimiento.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC en la entrada y salida al reactor presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza profunda.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requiere un mantenimiento y limpieza para evitar problemas en un futuro. Además de una evacuación total semanal de los lodos activados que se producen en este tratamiento, ya que eso afecta en los resultados obtenidos en el laboratorio (turbidez) y por ende al agua residual tratada.

3.4.4. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Figura 26. Filtro anaerobio de flujo ascendente (tratamiento secundario)



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de presenta un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Además, tiene una presencia de poca vegetación en su estructura y dentro del pozo que contiene la válvula de compuerta lo cual afecta en su funcionamiento y el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda dentro y fuera.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC en la entrada y salida al filtro presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza profunda. Al igual que la válvula de compuerta que se utiliza cuando se necesita un mantenimiento repentino.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requiere un mantenimiento y limpieza para evitar problemas en un futuro. Además, consta de un material filtrante de buena categoría como ya se ha mencionado.

3.4.5. Lecho de secado de lodos

Figura 27. Lecho de secado de lodos



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de presenta un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Además, tiene daño significativo en su estructura lo cual afecta en su funcionamiento y el tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda y reconstrucción del muro deshidratador.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC junto a la válvula de compuerta en la entrada presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza. La tubería PVC que conduce el agua residual (hacia el pozo de salida) producto de la deshidratación de los lodos está rota y requiere un cambio lo más pronto posible.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es incorrecto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero en el manejo y control de lodos no es eficaz (este debe ser removido totalmente una vez sea evacuado del reactor); debe estar cubierto ante factores climatológicos ya que su función es deshidratar y cuando existe presencia de lluvias los lodos salen hacia el pozo de salida mediante una tubería de evacuación junto al lecho de secado. Además, requiere un mantenimiento y limpieza constante para evitar problemas en un futuro y poder aprovechar los lodos.

3.4.6. Pozo de salida de caudales

Figura 28. Pozo de salida en la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón y tapas de hierro fundido presentan un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda y mantenimiento dentro del pozo.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC y hormigón conectadas al pozo presentan un deterioro leve, pero necesita de una correcta limpieza.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requiere un mantenimiento y limpieza constante para evitar problemas en un futuro y poder aprovechar los lodos.

3.4.7 Pozos de revisión

Figura 29. Pozos de revisión en la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Sus estructuras de hormigón y tapas de hierro fundido presentan un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda y mantenimiento dentro de los pozos.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC y hormigón conectadas a los pozos presentan un deterioro leve, pero necesitan de una correcta limpieza.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requieren un mantenimiento y limpieza constante para evitar problemas en un futuro y poder aprovechar los lodos.

3.4.8. Pozos de revisión con válvulas de compuerta

Figura 30. Pozos de revisión con válvulas de compuerta en la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Sus estructuras de hormigón y tapas de hierro fundido presentan un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie; además, las válvulas de compuerta se encuentran enterradas por la tierra proveniente de dichos pozos. Por lo tanto, necesita de una limpieza profunda y mantenimiento dentro de los pozos.

- **Tuberías**

Las tuberías de PVC junto a las válvulas de compuerta conectadas a los pozos presentan un deterioro leve, pero necesitan de una correcta limpieza.

- **Funcionamiento**

El funcionamiento es correcto, el sistema no tiene fallas en el flujo del agua residual, pero requieren un mantenimiento y limpieza constante para evitar problemas en un futuro y poder aprovechar los lodos.

3.4.9. Cerramiento y otras estructuras

Figura 31. Cerramiento de la PTAR

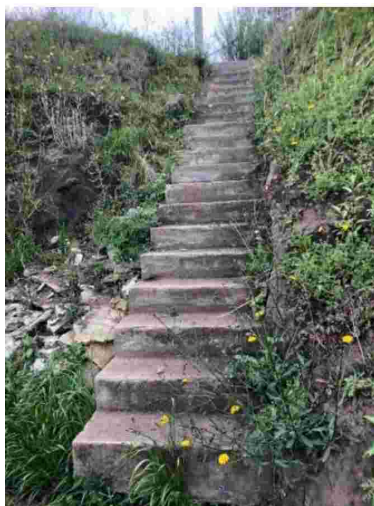


Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón y la malla de alambre galvanizado presentan un deterioro notable al estar durante mucho tiempo a la intemperie; además, las puertas para el ingreso del personal se encuentran en buen estado. Para ver sus dimensiones visitar el Anexo 5.

Figura 32. Escaleras de ingreso al tratamiento primario y secundario en la PTAR



Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

- **Estructura**

Su estructura de hormigón presenta un deterioro notable (descascaramiento) al estar durante mucho tiempo a la intemperie.

3.4.10. Verificación de la hipótesis

Después de haber terminado con la evaluación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Chinintahua se verificó que los parámetros físico-químicos analizados se perciben por debajo de los límites establecidos de descarga a un cuerpo de agua dulce (en este caso la quebrada) en la normativa vigente TULSMA 2015 a excepción de dos parámetros (Manganeso y Cobre); esto se debe por un mal mantenimiento existente hacia las unidades hidráulicas de tratamiento y hacia el manejo y evacuación de los lodos del tratamiento primario (reactor UASB). Además, se realizó un diagnóstico visual para evidenciar las condiciones actuales de los componentes de la PTAR, es por eso que, se realizó un manual de operación y mantenimiento para que los parámetros reduzcan su existencia en el agua residual tratada y las unidades hidráulicas tengan un mayor tiempo de vida útil y logren un mejor desempeño en la depuración.

3.5. Propuesta de mejoramiento de la PTAR

Como se observó en la Tabla 27. y 28. la PTAR se encuentra en un correcto funcionamiento, entonces no es necesario un rediseño o aumento de procesos para el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, es necesario crear un manual de operación y mantenimiento debido a su estado actual descrito en el diagnóstico visual que se realizó; además, se agregó algunas propuestas de mejoramiento hacia los procesos de tratamiento debido a los parámetros físico-químicos (manganeso y cobre) que no cumplieron con la normativa vigente TULSMA 2015. Cabe recalcar que dichos factores no cumplen debido al bajo mantenimiento y poca limpieza dentro de la PTAR o al mal manejo y evacuación de los lodos del reactor UASB.

3.5.1. Manual de operación y mantenimiento de la PTAR

Un manual de operación y mantenimiento de una PTAR es una redacción técnica en la que se enumera una serie de trabajos (actividades de mantenimiento) para cada proceso, en este caso unidades hidráulicas de tratamiento de aguas residuales. El desarrollo del manual de mantenimiento constará de un presupuesto referencial y un

análisis de precios unitarios para su correcta interpretación; la entidad responsable de dicho manual será el GAD Municipal de Santiago de Pillaro.

Es importante mencionar que el mantenimiento que se va a llevar a cabo se debe realizar con operadores especializados en la manipulación de unidades hidráulicas que manejen aguas residuales; deben tener cuidados con el manejo de las herramientas (limpieza constante) y utilizar todos los equipos de protección personal (EPP) como: casco de seguridad, guantes de látex, botas de caucho, gafas y mascarilla y un overol.

3.5.1.1. Mantenimiento del pozo recolector de caudales

Para llevar a cabo el mantenimiento de esta unidad hidráulica de tratamiento de aguas residuales es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado (sólidos de gran tamaño) dentro de las tuberías con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

- **Mantenimiento**

Limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar la unidad hidráulica y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en las tapas de hierro para evitar su desgaste.

3.1.5.2. Mantenimiento de Rejillas y desarenador

Para llevar a cabo el mantenimiento de esta unidad hidráulica de tratamiento de aguas residuales es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado dentro de las rejillas o cribado (sólidos de gran tamaño) y dentro de las tuberías y canales con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

Limpiar el contenido de arena, tierra u otro material mineral con ayuda de una herramienta menor y transportar dicho material a una zona de disposición final.

- **Mantenimiento**

Limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar la unidad hidráulica y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en las rejillas y compuertas para evitar su desgaste.

3.1.5.3. Mantenimiento del Reactor UASB

Para llevar a cabo el mantenimiento de esta unidad hidráulica de tratamiento de aguas residuales es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado (sólidos de gran tamaño) dentro de las tuberías con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

- **Mantenimiento**

Inspeccionar el contenido de lodos activados dentro del reactor; y retirar las natas superficiales hacia el lecho de secado de lodos. Además, limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

Evacuar el volumen de lodos acumulados totalmente mediante la apertura de la válvula de compuerta hacia el lecho de secado de lodos.

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar la unidad hidráulica y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en las tapas de acero galvanizado.

5.1.5.4. Mantenimiento del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Para llevar a cabo el mantenimiento de esta unidad hidráulica de tratamiento de aguas residuales es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado (sólidos de gran tamaño) dentro de las tuberías y material filtrante con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

- **Mantenimiento**

Inspeccionar el contenido espuma flotante; y retirar las natas superficiales. Además, limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

Evacuar el volumen de lodos sedimentados acumulados totalmente mediante la apertura de la válvula de compuerta hacia el pozo de salida.

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar la unidad hidráulica y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en las tapas de hierro que contienen las válvulas de compuerta.

3.1.5.5. Mantenimiento del Lecho de secado de lodos

Para llevar a cabo el mantenimiento de esta unidad hidráulica de tratamiento de aguas residuales es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado (sólidos de gran tamaño) dentro de las tuberías con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

- **Mantenimiento**

Inspeccionar el contenido de lodos; y distribuirlos en la superficie de manera uniforme para su correcto secado. Además, limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

Evacuar el volumen de lodos secos totalmente con ayuda de una herramienta menor hacia un sitio de disposición final (relleno sanitario).

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar la unidad hidráulica y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en la tapa de acero que contiene la válvula de compuerta.

- **Cubierta metálica**

Se propone y recomienda colocar una cubierta metálica para evitar factores climáticos que afecten en el secado de los lodos. Se ubicará en la parte superior del lecho de secado de lodos sobre los muros de contención. Para más detalles revisar el Anexo 5.

3.1.5.6. Otras estructuras (Pozos de revisión)

Existen varios pozos de revisión, tuberías, entre otros que necesitan un mantenimiento. Para llevar a cabo el mantenimiento de componentes es necesario seguir las siguientes actividades:

- **Limpieza**

Además, limpiar las paredes de la estructura con una manguera a presión o con una herramienta menor (raspado).

- **Mantenimiento**

Revisar y eliminar todo tipo de material acumulado (sólidos de gran tamaño) dentro de las tuberías con el fin de evitar obstrucciones en el tratamiento de aguas residuales.

- **Mantenimiento preventivo**

Resanar los pozos de revisión y colocar una pintura de caucho para impermeabilizar su superficie. Además, se debe colocar una pintura anticorrosiva en las tapas de hierro.

3.1.5.7. Análisis del agua residual tratada

Para verificar el correcto funcionamiento de la PTAR se debe realizar un análisis del agua residual tratada (toma de muestra en el final del proceso o pozo de salida) en laboratorios certificados y especializados según la NTE INEN 2176:2013.

3.1.5.8. Limpieza del terreno (vegetación)

Se debe realizar una limpieza profunda de toda la vegetación dentro de la PTAR, para evitar futuros problemas y garantiza el correcto funcionamiento de las unidades hidráulicas. Además, el material retirado se debe depositar en un lugar adecuado. Verificar que el cerramiento se encuentre totalmente seguro y en correcto funcionamiento (sin ninguna otra entrada clandestina a la PTAR).

Tabla 29. Resumen del manual de operación y mantenimiento en la PTAR

UNIDAD HIDRÁULICA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	PERSONAL	HERRAMIENTAS
POZO RECOLECTOR DE CAUDALES	Limpieza	1 vez cada día	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba
	Mantenimiento	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, manguera a presión
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
REJILLAS Y DESARENADOR	Limpieza	1 vez cada día	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba
	Mantenimiento	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, manguera a presión
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
REACTOR UASB	Limpieza	1 vez cada día	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba

	Mantenimiento	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, manguera a presión, T con llave cuadrada estándar
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE	Limpieza	1 vez cada día	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba
	Mantenimiento	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, tamiz, manguera a presión, T con llave cuadrada estándar
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
LECHO DE SECADO DE LODOS	Limpieza	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba
	Mantenimiento	1 vez cada semana	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, manguera a presión, T con llave cuadrada estándar
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
	Cubierta metálica	1 vez	1 Ing. Civil 1 soldador 2 peones	Amoladora, soldadora, compresor, herramienta menor.
OTRAS ESTRUCTURAS (ÑPOZOS DE REVISIÓN)	Limpieza	1 vez cada mes	1 operador 1 peón	Cortadora de guadaña, carretilla, pala
	Mantenimiento	1 vez cada día	1 operador 1 peón	Carretilla, pala, pico, escoba, manguera a presión.
	Mantenimiento preventivo	1 vez cada año	1 albañil 1 pintor	Lija, espátula, pintura anticorrosiva, pintura de caucho
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL	Análisis de agua residual tratada	1 vez cada 6 meses	1 operador	Botellas de muestreo, valde recolector, hielera.
LIMPIEZA DEL TERRENO (VEGETACIÓN)	Limpieza del terreno	1 vez cada mes	1 operador	Cortadora de guadaña, carretilla, pala, escoba

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

3.5.2. Presupuesto referencial del Manual de Operación y Mantenimiento

Se realizó un presupuesto referencial del manual de operación y mantenimiento de la PTAR para determinar el costo del mantenimiento requerido y la implantación de la cubierta metálica:

Tabla 30. Presupuesto referencial del manual de operación y mantenimiento

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
1. MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PTAR (SEMANAL, MENSUAL Y ANUAL)					
1	Limpieza de terreno (vegetación)	m2	671,53	0,66	444,01
2	Pintura anticorrosiva	m2	7,25	6,50	47,08
3	Pintura de caucho impermeable	m2	187,53	6,89	1292,67
4	Limpieza y Mantenimiento de Rejillas y Desarenador	u	1,00	8,12	8,12
5	Limpieza y Mantenimiento de Reactor UASB	u	1,00	16,24	16,24
6	Limpieza y Mantenimiento de Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	u	2,00	32,48	64,96
7	Limpieza y Mantenimiento de Lecho de secado de lodos	u	1,00	13,53	13,53
8	Limpieza y Mantenimiento de Pozos y cajas de revisión	u	8,00	5,41	43,31
9	Hormigón simple $f_c=180$ kg/cm ² para muro deshidratador y colocación de tubería PVC 200mm en lecho de secado de lodos	u	1,00	33,41	33,41
10	Análisis de agua residual tratada	u	1,00	235,03	235,03
SUBTOTAL					2198,36
2. CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS (ÚNICO)					
11	Suministro y colocación de placa de cimentación 250x250mm $e=0,20$ mm	u	6,00	45,38	272,29
12	Suministro y colocación de columna tubo estructural cuadrado 100x4 mm	kg	60,65	8,74	530,23
13	Suministro y colocación de viga tubo estructural rectangular 100x50x3 mm	kg	212,04	9,50	2014,81
14	Suministro y colocación de correa perfil G 100x50x15x2 mm	kg	63,65	10,43	664,13
15	Suministro y colocación plancha ondulada $e=1$ mm	m2	41,60	18,81	782,39
16	Suministro y colocación de canalones con recubrimiento PVC	m	5,20	25,36	131,89
17	Suministro y colocación de bajante de agua lluvia dePVC	m	2,75	18,46	50,77
SUBTOTAL					4446,51
PRESUPUESTO TOTAL					6644,87

Fuente: Pablo Junior Rodas Segarra

El costo total del mantenimiento y construcción de la cubierta metálica es de SEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON OCHENTA Y SIETE CENTAVOS.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La Planta de Tratamiento de aguas residuales ubicada en la comunidad de San Miguel de Chinintahua fue construida en el año 2016 e inició su funcionamiento el mismo año, cuenta con una superficie aproximada de 715 m² y recibe una cantidad de caudal de agua residual doméstica provenientes de la comunidad de la Lindera, Huapante chico, San Antonio de Chinintahua y San Miguel de Chinintahua. Además, dicha PTAR descarga el agua tratada en la quebrada Curiquingue que se une con el río Cutuchi. La implantación georeferenciada de la PTAR indica su ubicación y su tren de tratamiento actual que cuenta con un desarenador (tratamiento preliminar), un reactor UASB (tratamiento primario), dos filtros anaerobios de flujo ascendente (tratamiento secundario), un lecho de secado de lodos, y varios pozos de revisión.
- El caudal de ingreso y salida de la PTAR se calculó por medio de un método volumétrico durante 8 horas al día (8:00am a 15:00pm) en 30 días (05 de marzo al 05 de abril del 2023) con lo cual se determinó el día con mayor demanda de caudal (día martes) y el caudal promedio máximo horario con el valor de 3,525 lt/s del afluente y 3,349 lt/s del efluente. Además, dentro de esta sección se analizó los resultados obtenidos (parámetros físico-químicos) del agua residual tratada y se observó que dos parámetros (Manganeso y Cobre) no cumplen con la normativa vigente TULSMA 2015 (descargas a un cuerpo de agua dulce) debido a un mal mantenimiento u operación de la PTAR.
- La eficiencia en la remoción de contaminantes es un dato fundamental dentro de los resultados de la evaluación de una PTAR, con ello se pudo demostrar el correcto funcionamiento teniendo así una eficiencia promedio de 57,16% lo que dicta un funcionamiento regular-buena. Además, se realizó un diagnóstico visual del estado actual que

presentan las unidades hidráulicas en la PTAR, y se determinó el buen estado de algunas estructuras y su funcionamiento; pero también se observó el mal estado de algunas otras estructuras que pueden ser causantes de bajo porcentaje de eficiencia en la depuración.

- Un manual de operación y mantenimiento en la PTAR es de suma importancia y fundamental al momento de requerir o proponer mejoras a un sistema de tratamiento. El manual indica que se tiene que realizar una limpieza cada semana, al igual que un mantenimiento semanal y mantenimiento preventivo anual para retirar residuos sólidos y mejorar la estructura en las unidades hidráulicas; también se implementó una cubierta de tipo metálica para el lecho de secado de lodos y su función principal será la correcta deshidratación de estos lodos provenientes del tratamiento primario para evacuarlos hacia un sitio de disposición final o para usarlos como fertilizante agrícola. Además, se realizó un presupuesto referencial (análisis de precios unitarios) de dicho manual de operación y mantenimiento para facilitar su constante y correcta ejecución.
- La PTAR tiene un proceso de tratamiento de aguas residuales en correcto funcionamiento, pero el lugar de disposición final de las aguas residuales tratadas cuenta con un problema de contaminación (vertedero de basura en la quebrada) como se observa en las fotografías de la quebrada Curiquingue.
- Varias personas del sector no cuentan con una información clara acerca de un sistema de tratamiento de aguas residuales; esto afecta directamente ya que la contaminación dentro de la red de alcantarillado es alta porque al no tener conocimiento del nivel de remoción de contaminantes que tiene la PTAR la gente arroja cualquier tipo de basura provocando daños o mal funcionamiento de los componentes hidráulicos y por ende al medio ambiente.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un correcto mantenimiento de la PTAR con ayuda del manual de operación y mantenimiento en el cuál se encuentran el personal, herramientas, costo para llevar a cabo su correcta actividad.
- Generar un análisis del agua residual tratada mínimo 2 veces por año para así detectar cualquier anomalía que pueda deteriorar o dañar las unidades hidráulicas.
- Colocar algún tipo de seguridad en las puertas de ingreso a la PTAR, para evitar cualquier problema o mal uso de las instalaciones.
- Para la construcción de la cubierta metálica se debe utilizar mano de obra calificada para garantizar su vida útil y problemas en un futuro.
- Realizar una limpieza de la quebrada Curiquingue que es utilizada como un vertedero de basura afectando directamente a las aguas residuales tratadas en la PTAR y al medio ambiente en general.
- Colocar contenedores de basura en la comunidad para evitar la contaminación en la quebrada Curiquingue.
- Evacuar los lodos salientes del reactor UASB una vez estén secos hacia un relleno sanitario o para la reutilización dentro de la agricultura.
- Reubicar la escalera de acero galvanizado para facilitar el ingreso al lecho de secado de lodos.
- Si después de ejecutar el manual de mantenimiento y realizar el análisis del agua residual se sigue teniendo problemas con los metales cobre y manganeso se sugiere la implementación de una membrana al filtro anaeróbico o procesos como oxidación, floculación, precipitación química e intercambio iónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Mora Anto y D. Agudelo Grajales, *Aguateros: Proceso de investigación creación en torno a un acueducto veredal del Valle del Cauca, Colombia: Javeriano*, 2017, p. 85.
- [2] C. A. S. Ramírez, *Calidad del agua - Evaluación y diagnóstico*, Medellín: Universidad de Medellín, 2011.
- [3] G. TEJAS, K. MIRANDA , A. ROLDAN y S. SALAS, «Contaminación del agua,» *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, vol. 2, n° 5, p. 10, 7 Septiembre 2016.
- [4] M. ESPIGARES GARCÍA y J. A. PÉREZ LÓPEZ, *AGUAS RESIDUALES - COMPOSICIÓN*, Colombia: Universidad de Córdoba, 2014.
- [5] O. d. I. N. Unidas, «Aguas Residuales - El recurso desaprovechado,» UNESCO, Francia, 2017.
- [6] N. S./ E. ROBINS, «Aumentar la reutilización del agua: por qué tiene sentido reciclar nuestras aguas residuales,» BANCO MUNDIAL BLOGS, 23 AGOSTO 2021. [En línea]. Available: <https://blogs.worldbank.org/es/voces/aumentar-reutilizacion-del-agua-reciclar-aguas-residuales>.
- [7] J. F. Larios- Meoño, C. González Taranco y Y. Morales Olivares, *LAS AGUAS RESIDUALES Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PERÚ*, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, 2015.
- [8] H. R. Pimentel, «Las agua residuales y sus efectos contaminantes,» IAGUA, 13 MARZO 2017. [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.
- [9] L. E. A. Rivas y N. N. Pimiento, «PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR): IMPACTO AMBIENTAL ESPERADO E IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO,» *Caribeña de Ciencias Sociales*, vol. 1, p. 13, 2019.

- [10] R. Rojas, «Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales,» de *GETI ÓN 1 NTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*, Panamá, 2002.
- [11] E. E. Agency, «Tratamiento de aguas residuales urbanas para los desafíos del siglo XXI,» *Sistemas de Información Ambiental*, 09 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-waste-water-treatment-for/urban-waste-water-treatment>. [Último acceso: 10 Mayo 2023].
- [12] J. P. Rodríguez Miranda, C. A. García Ubaque y C. Zafra Mejía, «EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA APLICADO A LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES,» *Ciencia y Sociedad*, vol. 41, n° 3, p. 636, 2016.
- [13] C. Europea, «¿Te beberías tus aguas residuales?,» de *Folleto sobre el agua para los jóvenes*, Bélgica, 2012.
- [14] Mg. Alberto Cieza Perez, Dr. Marcelino Callao Alarcón, Msc. Mirtha CulquiLozada, Mg. Jorge Antonio Malea Florindes y Mg. Víctor Hugo Puican Rodriguez, «El manejo ambiental en las plantas de tratamiento de aguas residuales en el Perú,» *Ciencia Latina - Revista Multidisciplinar*, vol. 5, n° 6, p. 17, 2021.
- [15] E. F. O. AQUINO, PROPUESTA TÉCNICA DE GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE PARA EL APROVECHAMIENTO DE LODOS QUE PROVIENEN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN CAMPAMENTOS MINEROS DEL PERÚ, Perú: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2018.
- [16] JHOAN ENRIQUE MÉNDEZ FERRO y DUVÁN EDUARDO OREJUELA VIÁFARA, EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES MEDIANTE UN FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE EN AGUA RESIDUAL SINTÉTICA, DETERMINADO POR LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DQO Y SST, Colombia: CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA, 2021.

- [17] I. N. D. E. Y. CENSOS, «Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales - Gestión de Agua Potable y Saneamiento 2021,» INEC, Quito, 2022.
- [18] L. A. G. Cabrera, Evaluación Ex - Post de La Eficiencia de Tres Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, en el Área Del Lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia De Imbabura., Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, 2020.
- [19] G. S. d. Píllaro, ACTUALIZACIÓN del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santiago de Píllaro, Píllaro: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Píllaro, 2020.
- [20] F. A. O. T. d. l. Á. & H. T. J. P. Pérez Martín, «Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Villa Clara. Centro Azúcar,» *Centro Azúcar*, vol. 43, nº 2, p. 75, (2016).
- [21] I. E. C. S. O. E. R. H. G. & M. R. Echeverría, «EVALUACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES BASADA EN LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN ACOPLADAS A UN REACTOR ANAEROBIO COMPARTIMENTADO,» *Investigación & Desarrollo*, vol. 21, nº 1, p. 45, 2021.
- [22] CCIFEC, «Gestión de aguas residuales en Ecuador - SENAGUA,» CCIFEC, Quito, 2014.
- [23] S. Peña, J. Mayorga y R. Montoya, «Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador),» Redalyc, Ecuador, 2018.
- [24] S. e. d. Normalización, AGUA - CALIDAD DEL AGUA - MUESTREO - TECNICAS DE MUESTREO, Quito: NTE INEN, 2013.
- [25] Metcalf & Eddy, INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES - TRATAMIENTO, VEERTIDO Y REUTILIZACIÓN, TERCERA ed., vol. 2, McGraw-Hill.

- [26] TULSMA, REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA, Quito, 2015.
- [27] A. I. o. S. Construction, ESPECIFICACIÓN PARA CONSTRUCCIONES DE ACERO, CHICAGO, 2016.
- [28] M. A. T. Torres, Precios Unitarios, Tabasco, 2005.
- [29] G. P. D. S. ANDRES, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL SAN ANDRES DE PILLARO, Cantón Santiago de Píllaro, 2019.
- [30] G. P. S. ANDRES, PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, Santiago de Píllaro, 2015.
- [31] I. E. D. NORMALIZACIÓN, NTE INEN 2 176 . AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE, 1998.
- [32] L. S. CLESCERI, A. E. GREENBERG y R. R. TRUSSELL, METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANALISIS DE AGUAS POTABLES Y RESIDUALES, MADRID (ESPAÑA): DIAZ DE SANTOS S.A, 1992.
- [33] M. V. Sperling, Biological Wastewater Treatment Series, London SW1H 0QS, UK: IWA Publishing, Alliance House, 2007.

ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS



Visita a GAD Municipal Santiago de Pillaro



Entrada a San Miguel de Chinintahua



Ganadería dentro del sector



Comunidad San Miguel de Chinintahua



Entrevista en el sector de San Miguel de Chinintahua



Entrevista en el sector de San Antonio de Chinintahua



Entrevista en el sector de la Lindera



Agricultura dentro del sector



Iglesias, tiendas de víveres en la comunidad



PTAR de San Miguel de Chinintahua



Desarenador en la PTAR



Reactor UASB en la PTAR



FAFAS en la PTAR



Lecho de secado de lodos en la PTAR



Pozo de aliviadero en la PTAR



Revisión a los pozos



Limpieza de pozo de revisión



Revisión de válvulas de compuerta



Apertura de pozos de revisión



Medición de la unidades hidráulicas de la PTAR



Medición de caudales de entrada en la PTAR



Medición de caudales de salida en la PTAR



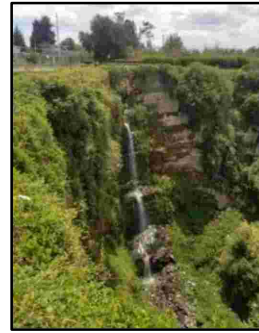
Recolección de muestras compuestas en la PTAR



Entrega de muestras compuestas en el Laboratorio



Basura dentro de la quebrada de descarga



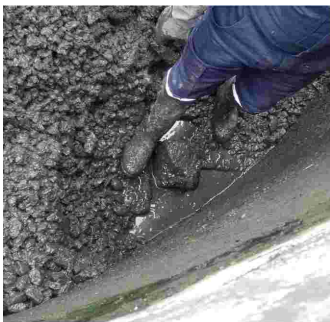
Quebrada Curiquingue



Mantenimiento del desarenador



Mantenimiento del reactor UASB

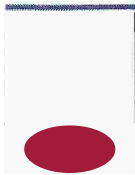


Mantenimiento del FAFA



Mantenimiento del lecho de secado de lodos

ANEXO 2:
RESULTADOS DEL
ANÁLISIS DE AGUA
RESIDUAL



Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos – LACONAL
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	MÉTODO	Líquido de ingreso (Afluente)	Líquido de descarga (Efluente)	TULSMA 2015 (Límite de descarga de un cuerpo de agua dulce)	CUMPLIMIENTO
Parámetros globales ¹						
pH	-	SM4500B	7,1	7,4	6a9	CUMPLE
Conductividad	µS/cm	SM2510B	330,3	374	1500	CUMPLE
Turbidez	NTU	SM2130 B	938	859.3	-	CUMPLE
Parámetros en laboratorio ²						
Demanda Química de Oxígeno. DQO	mg/l	SM5220 D	380	140,7	200	CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO5	mg/l	SM 5210 D	185	45	100	CUMPLE
Sólidos Totales. ST	mg/l	SM2540 B	260	140	1600	CUMPLE
Sólidos Suspendidos Totales. SST	mg/l	SM2540 D	120	22	130	CUMPLE
Sólidos disueltos totales. TDS	mg/l	SM2540 C	140	118	500	CUMPLE
Nitrógeno amoniacal. N-NH3	mg/l	ASTM D1426. Nessler method	13,3	10,4	30	CUMPLE
Nitrato. NO3-	mg/l	SM4500NO3 E	0,9	n/d	-	CUMPLE
Fosfato. P-PO3 4-	mg/l	SM4500 PE	4,2	2,2	10*	CUMPLE
Cloruros. Cl-	mg/l	SM 4500 PE	18,5	0,23	-	CUMPLE
Sulfatos. SO4 2-	mg/l	4500-Cl G	21,7	14	1000	CUMPLE
Cromo VI. Cr+6	mg/l	ASTM D1687-92. Diphenyl-carbohydrazide method	0,025	0,0002	0,5	CUMPLE
Zinc. Zn	mg/l	SM 3500-Zn B	0,3	0,1	5	CUMPLE
Hierro. Fe	mg/l	EPA Phenanthroline method 315B	1,7	1,5	10	CUMPLE
Aluminio. Al	mg/l	SM 3500-AIB	0,57	0,19	5	CUMPLE
Manganeso. Mn	mg/l	SM 3500-MnB	7	3	2	NO CUMPLE
Cobre. Cu	mg/l	SM 3500-Cu B	2,27	1,3	1	NO CUMPLE
Metales por Absorción Atómica ³						
Cadmio. Cd	mg/l	SM 3113 B PGIAA 500 Graphite Element Data Sheets Cd, Ni, Cr, Pb. As	0,0016	0,0013	0,02	CUMPLE
Niquel. Ni	mg/l		n/d	n/d	2	CUMPLE
Cromo total. Cr	mg/l		0,0351	n/d	-	CUMPLE
Plomo. Pb	mg/l		n/d	n/d	0,2	CUMPLE
Arsénico. As	mg/l		n/d	n/d	0,1	CUMPLE

Dr. Ing. Rodny David Peñafiel Ayala

ANEXO 3: DISEÑO DE LA CUBIERTA METÁLICA

DISEÑO DE CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHINTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

HOJA:

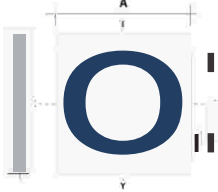
1 DE

4

DATOS PARA EL DISEÑO DE CUBIERTA SEGÚN AISC 360-16

LONGITUD COLUMNA CRÍTICA	=	1,5	m	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">PESO DE ESTRUCTURA METÁLICA</td> </tr> <tr> <td>784,796</td> <td>kg</td> </tr> </table>	PESO DE ESTRUCTURA METÁLICA		784,796	kg
PESO DE ESTRUCTURA METÁLICA								
784,796	kg							
LONGITUD VIGA CRÍTICA	=	4	m					
CARGA MUERTA	=	18,865	kg/m ²					
CARGA VIVA NEC SE-CG	=	70	kg/m ²					
CARGA ÚLTIMA (PU) COLUMNA	=	134,64	kg/m ²					
CARGA ÚLTIMA (PU) VIGA	=	143,59	kg/m					
MOMENTO MAX (MX) VIGA	=	287,19	kg*m					
CORTANTE MAXIMO (VX) VIGA	=	287,19	kg					
ACERO A 36	f_y	=	2530	kg/cm ²	f_u	=	4080	kg/cm ²

DISEÑO DE COLUMNA - TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO



Dimensiones			Área		Ejes X-Xo Y-Y		
A mm	EspeOr mm(e)	Peso kg/m	A _{seo} cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	I cm ⁴
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.72	
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74	
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72	
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97	
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95	
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92	
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18	
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15	
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13	
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25	
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56	
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54	
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52	
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97	
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94	
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91	
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39	
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34	
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97	
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92	
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87	
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99	
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94	
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89	
100	5.0	14.40	18.38	270.57	54.11	3.84	

DATOS DE PERFIL PARA COLUMNA

ANCHO/LARGO	=	100	mm
ESPESOR	=	4	mm
PESO	=	12,13	kg/m
AREA	=	14,95	cm ²
M. INERCIA	=	226,09	cm ⁴
M. RESISTENTE	=	45,22	cm ³
RADIO DE GIRO	=	3,89	cm
ALTURA EFECTIVA	=	92	mm

ESBELTEZ EN MIEMBROS A COMPRESIÓN (LONGITUDINAL)

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r} = 30,848 \leq 200$$

OK CUMPLE, NO TIENE PROBLEMAS DE ESBELTEZ

ESBELTEZ EN MIEMBROS A COMPRESIÓN (TRANSVERSAL)

$$\lambda = \frac{h}{tw} = 23 \leq 58,103$$

$$\lambda_{adm} = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 58,103$$

OK CUMPLE, NO TIENE PROBLEMAS DE ESBELTEZ / ELEMENTO COMPACTO

LIMITE DE PANDEO POR FLEXION

SI: $\frac{K \cdot L}{r} \leq 4,71 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$; UTILIZAR: $F_{cr} = (0,658^{(f_y/f_e)}) \cdot f_y$

DISEÑO DE CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MICGUEL DE CHININTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

HOJA:

1 DE

4

LIMITE DE PANDEO POR FLEXION

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r} = 30,848 \leq 58,103$$

OK CUMPLE, UTILIZAR:

$$\lambda_{adm} = 1,40 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 58,103$$

Fcr = (0,658^(fy/fe))*fy

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2} = 6932,8 \text{ kg/cm}^2$$

Fcr = 2171,6 kg/cm²

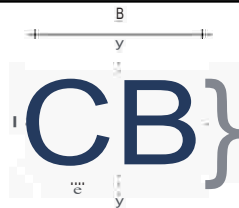
RESISTENCIA DE COMPRESION NOMINAL

ΦPN = Fcr * Ag >= Pu

ΦPN = 32465,81 > 134,64 kg/cm²

OK CUMPLE

DISEÑO DE VIGA- TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR



Dimensiones				Área	Ejes Y-Y			Ejes X-X		
A mm	B mm	Espeor (e)mm	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	W cm ³	I cm ⁴	W cm ³
20	40	1.2	1.09	1.32	2.61	1.30	1.12	0.88	0.88	0.83
20	40	1.5	1.35	1.65	3.26	1.63	1.40	1.09	1.09	0.81
20	40	2.0	1.78	2.14	4.04	2.02	1.37	1.33	1.33	0.79
25	50	1.5	1.71	2.10	6.39	2.56	1.74	2.19	1.75	1.02
25	50	2.0	2.25	2.74	8.37	3.35	1.75	2.80	2.24	1.01
25	50	3.0	3.30	4.14	12.56	5.02	1.74	3.99	3.19	0.99
30	50	1.5	1.88	2.25	7.27	2.91	1.80	3.32	2.21	1.21
30	50	2.0	2.41	2.94	9.52	3.81	1.80	4.28	2.85	1.21
30	50	3.0	3.30	4.21	12.78	5.11	1.74	5.66	3.77	1.16
30	70	2.0	3.03	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.48	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	60	1.5	2.29	2.91	14.90	4.97	2.26	7.94	3.97	1.65
40	60	2.0	3.03	3.74	18.08	6.13	2.22	9.81	4.90	1.62
40	60	3.0	4.48	5.41	25.31	8.44	2.16	13.37	6.69	1.57
30	70	1.5	2.34	2.91	18.08	5.17	2.49	4.76	3.17	1.28
30	70	2.0	2.93	3.74	22.20	6.34	2.44	5.85	3.90	1.25
30	70	3.0	4.25	5.41	30.50	8.71	2.37	7.84	5.23	1.20
40	80	1.5	2.76	3.74	31.75	7.94	2.91	10.77	5.39	1.70
40	80	2.0	3.66	4.54	37.32	9.33	2.87	12.70	6.35	1.67
40	80	3.0	5.42	6.61	52.16	13.04	2.81	17.49	8.75	1.63
50	100	2.0	4.52	5.74	74.94	14.99	3.61	25.65	10.26	2.11
50	100	3.0	6.71	8.41	106.34	21.27	3.56	35.97	14.39	2.07
50	150	2.0	6.17	7.74	207.45	27.66	5.18	37.17	14.87	2.19
50	150	3.0	9.17	11.41	298.35	39.78	5.11	52.54	21.02	2.15

DATOS DE PERFIL PARA VIGA

ANCHO	=	50	mm
LARGO	=	100	mm
ESPESOR	=	3	mm
PESO	=	6,71	kg/m
AREA	=	8,41	cm ²
M.INERCIA X	=	35,97	cm ⁴
M.INERCIA Y	=	106,34	cm ⁴
M. RESISTENTE X	=	14,39	cm ³
M. RESISTENTE Y	=	21,27	cm ³
RADIO DE GIRO X	=	2,07	cm
RADIO DE GIRO Y	=	3,56	cm
M. PLASTICO	=	14,98	cm

MÓDULO PLÁSTICO

$$Z_x \geq \frac{M_u}{\phi F_y} \text{ cm}^3$$

14,98 > 12,61255 OK CUMPLE

DISEÑO DE CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MICGUEL DE CHININTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

HOJA:

1 DE

4

ESBELTEZ EN MIEMBROS A COMPRESION (TRANSVERSAL)

$$\lambda_b = \frac{b}{tw} = 16,667$$

$$\lambda_b < \lambda_p < \lambda_r$$

$$\lambda_p = 1,12 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 46,482$$

**NO TIENE PROBLEMAS DE
ESBELTEZ / ELEMENTO
COMPACTO**

$$\lambda_r = 1,40 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 58,103$$

ESBELTEZ EN MIEMBROS A COMPRESION (LONGITUDINAL)

$$L_b = 400 \text{ cm}$$

$$L_b < L_p < L_r$$

$$L_p = 2600,3 \text{ cm}$$

$$L_r = 13002 \text{ cm}$$

SEGUN AISC 360/16; UTILIZAR:

RESISTENCIA A COMPRESION NOMINAL

$$\phi_{MN} = F_y * Z_{xx} \geq P_u$$

$$\phi_{MN} = 37899,40 > 14359 \text{ kg/cm}$$

OK CUMPLE

DISEÑO Y VERIFICACIÓN A CORTE

$$V_n = 0,6 * F_y * A_w * C_v$$

$$A_w = 264 \text{ mm}^2 = 2,64 \text{ cm}^2 \quad \text{AREA DE ALMA}$$

$$C_v = 1 \quad \text{De acuerdo AISC 360/16 para simetría simple}$$

$$V_n = 0,6 * F_y * A_w * C_v \geq V_u$$

$$V_n = 4007,52 > 287,19 \text{ kg}$$

**OK CUMPLE, NO
NECESITA ATIESADORES**

DISEÑO DE CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

HOJA:

1 DE

4

DISEÑO Y VERIFICACIÓN A FLEXION

$$\Delta \text{ ADMISIBLE} = \frac{L}{360} = \frac{400}{360} = 1,1111$$

$$\Delta \text{ ELASTICO} = \frac{5 \cdot P_s \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = 0,53$$

$$\Delta \text{ ELASTICO} < \Delta \text{ ADMISIBLE}$$

OK CUMPLE

DISEÑO DE PLACA DE CIMENTACIÓN



DATOS DE PERFIL PARA VIGA

ANCHO	=	250	mm
LARGO	=	250	mm
ESPESOR	=	10	mm
PESO	=		kg/m
AREA	=		cm ²
# P. ANCLAJE	=	4	u

ESTADO LÍMITE DE FLUENCIA

$$\Phi_{PN} = F_y \cdot A_g \geq P_u \quad \text{CARGA ULTIMA POR M2}$$

$$\Phi_{PN} = 34041,15 > 5601 \text{ kg}$$

OK CUMPLE

$$\Phi = 0,9$$

ESTADO LÍMITE DE RUPTURA

$$\text{CASO 4} \quad u = \frac{3 \cdot L_{\text{soldadura}}}{3 \cdot L_{\text{soldadura}} + W^2} = 0,9231 \quad A_e = A_g \cdot u$$

AISC

360.16

$$A_e = 13,8$$

$$\Phi_{PN} = F_u \cdot A_e \geq P_u \quad \text{CARGA ULTIMA POR M2}$$

$$\Phi_{PN} = 42228,00 > 5601 \text{ kg}$$

OK CUMPLE

$$\Phi = 0,75$$

ANEXO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
1. MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PTAR (SEMANAL, MENSUAL Y ANUAL)					
1	Limpieza de terreno (vegetación)	m2	671,53	0,66	444,01
2	Pintura anticorrosiva	m2	7,25	6,50	47,08
3	Pintura de caucho impermeable	m2	187,53	6,89	1292,67
4	Limpieza y Mantenimiento de Rejillas y Desarenador	u	1,00	8,12	8,12
5	Limpieza y Mantenimiento de Reactor UASB	u	1,00	16,24	16,24
6	Limpieza y Mantenimiento de Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	u	2,00	32,48	64,96
7	Limpieza y Mantenimiento de Lecho de secado de lodos	u	1,00	13,53	13,53
8	Limpieza y Mantenimiento de Pozos y cajas de revisión	u	8,00	5,41	43,31
9	Hormigón simple $f'c=180$ kg/cm ² para muro deshidratador y colocación de tubería PVC 200mm en lecho de secado de lodos	u	1,00	33,41	33,41
10	Análisis de agua residual tratada	u	1,00	235,03	235,03
SUBTOTAL					2198,36
2. CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS (ÚNICO)					
11	Suministro y colocación de placa de cimentación 250x250mm e=0,20 mm	u	6,00	45,38	272,29
12	Suministro y colocación de columna tubo estructural cuadrado 100x4 mm	kg	60,65	8,74	530,23
13	Suministro y colocación de viga tubo estructural rectangular 100x50x3 mm	kg	212,04	9,50	2014,81
14	Suministro y colocación de correa perfil G 100x50x15x2 mm	kg	63,65	10,43	664,13
15	Suministro y colocación plancha ondulada e=1 mm	m2	41,60	18,81	782,39
16	Suministro y colocación de canalones con recubrimiento PVC	m	5,20	25,36	131,89
17	Suministro y colocación de bajante de agua lluvia de PVC	m	2,75	18,46	50,77
SUBTOTAL					4446,51
PRESUPUESTO TOTAL					6644,87

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA:	1 DE 17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
RUBRO:	1	UNIDAD:	m2
DETALLE:	Limpieza de terreno (vegetación)		

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,021
Cortadora de césped manual (Motoguadaña)	1,000	2,700	2,700	0,050	0,135
SUBTOTAL M					0,156

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,050	0,203
Operador PTAR E.O. C2	1,000	4,330	4,330	0,050	0,217
SUBTOTAL N					0,419

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL O				0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P	0,575
INDIRECTOS	15.00%	0,086
UTILIDAD	0.00%	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,661

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA:	2 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
RUBRO:	2	UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Pintura anticorrosiva			

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,102
SUBTOTAL M					0,102

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,250	1,013
Pintor E.O. D2	1,000	4,100	4,100	0,250	1,025
SUBTOTAL N					2,038

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
Pintura anticorrosiva	gal	0,100	17,500	1,750
Lija No 80	u	0,500	0,390	0,195
Lija No 100	u	0,500	0,340	0,170
Thinner comercial (diluyente)	gal	0,100	13,950	1,395
SUBTOTAL O				3,510

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P

5,649

INDIRECTOS

15.00%

0,847

UTILIDAD

0.00%

0,000

COSTO TOTAL DEL RUBRO

6,497

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA:	3 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
RUBRO:	3	UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Pintura de caucho impermeable			

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,102
Compresor (soplete)	1,000	2,375	2,375	0,250	0,594
Andamio	1,000	0,200	0,200	0,250	0,050
SUBTOTAL M					0,746

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,250	1,013
Pintor E.O. D2	1,000	4,100	4,100	0,250	1,025
SUBTOTAL N					2,038

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
Pintura impermeabilizante	gal	0,100	20,000	2,000
Lija No 80	u	0,500	0,400	0,200
Lija No 100	u	0,500	0,350	0,175
Cemento blanco	u	0,100	8,360	0,836
SUBTOTAL O				3,211

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P	5,994
INDIRECTOS	15.00%	0,899
UTILIDAD	0.00%	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,893

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	4 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	4		UNIDAD:	u	
DETALLE:	Limpieza y Mantenimiento de Rejillas y Desarenador				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,336
SUBTOTAL M					0,336
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	1,500	6,075
Operador PTAR E.O. C2	0,100	4,330	0,433	1,500	0,650
SUBTOTAL N					6,725
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	7,061	
	INDIRECTOS		15.00%	1,059	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			8,120	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	5 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	5		UNIDAD:	u	
DETALLE:	Limpieza y Mantenimiento de Reactor UASB				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,672
SUBTOTAL M					0,672
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	3,000	12,150
Operador PTAR E.O. C2	0,100	4,330	0,433	3,000	1,299
SUBTOTAL N					13,449
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	14,121	
	INDIRECTOS		15.00%	2,118	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			16,240	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	6 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	6		UNIDAD:	u	
DETALLE:	Limpieza y Mantenimiento de Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				1,345
SUBTOTAL M					1,345
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	6,000	24,300
Operador PTAR E.O. C2	0,100	4,330	0,433	6,000	2,598
SUBTOTAL N					26,898
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	28,243	
	INDIRECTOS		15.00%	4,236	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			32,479	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	7 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	7		UNIDAD:	u	
DETALLE:	Limpieza y Mantenimiento de Lecho de secado de lodos				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,560
SUBTOTAL M					0,560
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	2,500	10,125
Operador PTAR E.O. C2	0,100	4,330	0,433	2,500	1,083
SUBTOTAL N					11,208
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	11,768	
	INDIRECTOS		15.00%	1,765	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			13,533	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	8 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	8		UNIDAD:	u	
DETALLE:	Limpieza y Mantenimiento de Pozos y cajas de revisión				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,224
SUBTOTAL M					0,224
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Peón E.O. E2	1,000	4,050	4,050	1,000	4,050
Operador PTAR E.O. C2	0,100	4,330	0,433	1,000	0,433
SUBTOTAL N					4,483
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL O					0,000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	4,707	
	INDIRECTOS		15.00%	0,706	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			5,413	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA:	9 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
RUBRO:	9	UNIDAD:	u	
DETALLE:	Hormigón simple f'c=180 kg/cm ² para muro deshidratador y colocación de tubería PVC 200mm en lecho de secdo de lodos			

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,455
SUBTOTAL M					0,455

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Maestro mayor E.O. C1	1,000	4,550	4,550	2,000	9,100
SUBTOTAL N					9,100

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
Concreto f'c= 180kg/cm ²	m3	0,050	10,000	0,500
Encofrado	UNIDAD	1,000	3,000	3,000
Tubería PVC 200mm	UNIDAD	1,000	15,000	15,000
Tubería 1" PVC	UNIDAD	0,400	2,500	1,000
SUBTOTAL O				19,500

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P	29,055
INDIRECTOS	15.00%	4,358
UTILIDAD	0.00%	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		33,413

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA: 10 DE 17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
RUBRO:	10	UNIDAD: u
DETALLE:	Análisis de agua residual tratada	

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				1,732
SUBTOTAL M					1,732

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Operador PTAR E.O. C2	1,000	4,330	4,330	8,000	34,640
SUBTOTAL N					34,640

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
Frasco ámbar de vidrio 1lt	u	2,000	3,000	6,000
Hielera	u	1,000	10,000	10,000
Análisis fisico-químico de agua residual	u	1,000	150,000	150,000
Funda de hielo	u	2,000	1,000	2,000
SUBTOTAL O				168,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P	204,372
INDIRECTOS	15.00%	30,656
UTILIDAD	0.00%	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		235,028

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA: 11 DE 17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
RUBRO:	11	UNIDAD: u
DETALLE:	Suministro y colocación de placa de cimentación 250x250mm e=0,20 mm	

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,226
SUBTOTAL M					0,226

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,500	2,025
Maestro soldador E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,500	2,275
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,500	0,228
SUBTOTAL N					4,528

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
PLACA DE ACERO DE 250X250X10MM	kg	4,900	3,700	18,130
Acero en barras corrugadas	kg	1,800	1,450	2,610
Juego de arandelas, tuerca y contratuerca	UNIDAD	4,000	2,000	8,000
Mortero autonivelante expansivo	kg	3,750	1,130	4,238
Imprimación de secado rápido	lt	0,250	6,920	1,730
SUBTOTAL O				34,708

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P

39,462

INDIRECTOS

15.00%

5,919

UTILIDAD

0.00%

0,000

COSTO TOTAL DEL RUBRO

45,381

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	12 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	12		UNIDAD:	kg	
DETALLE:	Suministro y colocación de de columna tubo estructural cuadrado 100x4 mm				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,113
Equipo de Soldadura	1,000	3,700	3,700	0,250	0,925
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					1,188
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,250	1,013
Maestro soldador E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,250	1,138
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,250	0,114
SUBTOTAL N					2,264
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO 100X4MM	kg	1,000	2,400	2,400	
Electrodos 6011 para penetracion completa	UNIDAD	5,000	0,150	0,750	
Disco de corte de acero	UNIDAD	0,500	2,000	1,000	
SUBTOTAL O					4,150
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO				M+N+O+P	7,602
INDIRECTOS				15.00%	1,140
UTILIDAD				0.00%	0,000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,743

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA	HOJA: 13 DE 17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
RUBRO:	13	UNIDAD: kg
DETALLE:	Suministro y colocación de viga tubo estructural rectangular 100x50x3 mm	

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,136
Equipo de Soldadura	1,000	3,700	3,700	0,300	1,110
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					1,396

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,300	1,215
Maestro soldador E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,300	1,365
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,300	0,137
SUBTOTAL N					2,717

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X50X3MM	kg	1,000	2,400	2,400
Electrodos 6011 para penetracion completa	UNIDAD	5,000	0,150	0,750
Disco de corte de acero	UNIDAD	0,500	2,000	1,000
SUBTOTAL O				4,150

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B
SUBTOTAL P				0,000

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P

8,263

INDIRECTOS

15.00%

1,239

UTILIDAD

0.00%

0,000

COSTO TOTAL DEL RUBRO

9,502

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	14 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	14		UNIDAD:	kg	
DETALLE:	Suministro y colocación de correa perfil G 100x50x15x2 mm				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,158
Equipo de Soldadura	1,000	3,700	3,700	0,350	1,295
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					1,603
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,350	1,418
Maestro soldador E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,350	1,593
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,350	0,160
SUBTOTAL N					3,170
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
PERFIL ESTRUCTURAL G 100X50X15X2MM	kg	1,000	2,400	2,400	
Electrodos 6011 para penetracion completa	UNIDAD	5,000	0,150	0,750	
Disco de corte de acero	UNIDAD	0,500	2,000	1,000	
Gancho J P/E Ternit	UNIDAD	1,000	0,150	0,150	
SUBTOTAL O					4,300
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
TOTAL COSTO DIRECTO			M+N+O+P	9,073	
INDIRECTOS			15.00%	1,361	
UTILIDAD			0.00%	0,000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO			10,434		

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	15 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	15		UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Suministro y colocación plancha ondulada e=1 mm				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,226
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					0,376
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,500	2,025
Maestro soldador E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,500	2,275
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,500	0,228
SUBTOTAL N					4,528
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
PLANCHA ONDLULADA TRANSLÚCIDA	UNIDAD	1,000	10,000	10,000	
Gancho J P/E Ternit	UNIDAD	2,500	0,500	1,250	
Disco de corte de plástico	UNIDAD	0,100	2,000	0,200	
SUBTOTAL O					11,450
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	16,354	
	INDIRECTOS		15.00%	2,453	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			18,808	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	16 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	16		UNIDAD:	m	
DETALLE:	Suministro y colocación de canalones con recubrimiento PVC				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,226
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					0,376
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,500	2,025
Maestro E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,500	2,275
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,500	0,228
SUBTOTAL N					4,528
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
CONJUNTO DE PIEZAS PARA CANALON PVC 100X100X1MM	m	1,000	16,000	16,000	
PEGAMENTO PVC	lt	0,200	5,000	1,000	
Disco de corte de plastico	UNIDAD	0,100	1,500	0,150	
SUBTOTAL O				17,150	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P				0,000	
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	22,054	
	INDIRECTOS		15.00%	3,308	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			25,363	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA.

ELABORADO POR:	PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA		HOJA:	17 DE	17
PROYECTO:	EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
RUBRO:	17		UNIDAD:	m	
DETALLE:	Suministro y colocación de bajante de agua lluvia de PVC				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Herramienta Menor	1,000				0,226
Moladora	1,000	1,500	1,500	0,100	0,150
SUBTOTAL M					0,376
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNADA LABORAL B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO TOTAL D=C*R
Ayudante Fierro E.O. E2	1,000	4,050	4,050	0,500	2,025
Maestro E.O. C1	1,000	4,550	4,550	0,500	2,275
Ingeniero Civil E.O. B1	0,100	4,560	0,456	0,500	0,228
SUBTOTAL N					4,528
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO TOTAL C=A*B	
CONJUNTO DE PIEZAS PARA tubería PVC 3"	m	1,000	10,000	10,000	
PEGAMENTO PVC	lt	0,200	5,000	1,000	
Disco de corte de plástico	UNIDAD	0,100	1,500	0,150	
SUBTOTAL O					11,150
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TERIFA B	COSTO TOTAL C=A*B	
SUBTOTAL P					0,000
	TOTAL COSTO DIRECTO		M+N+O+P	16,054	
	INDIRECTOS		15.00%	2,408	
	UTILIDAD		0.00%	0,000	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			18,463	

PABLO JUNIOR RODAS SEGARRA

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANEXO 5: PLANOS

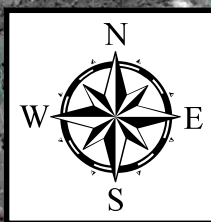
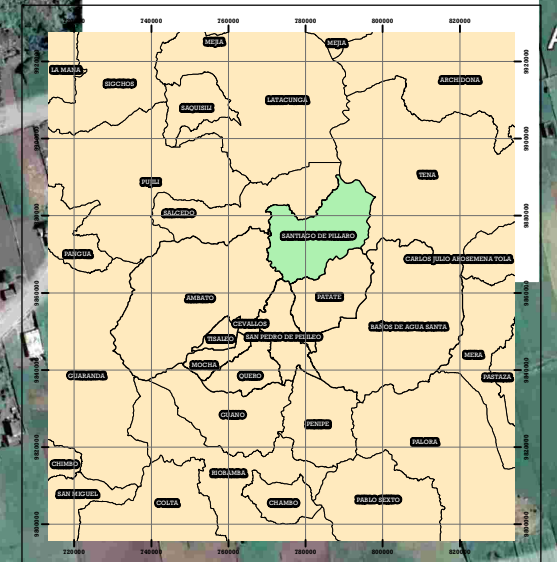
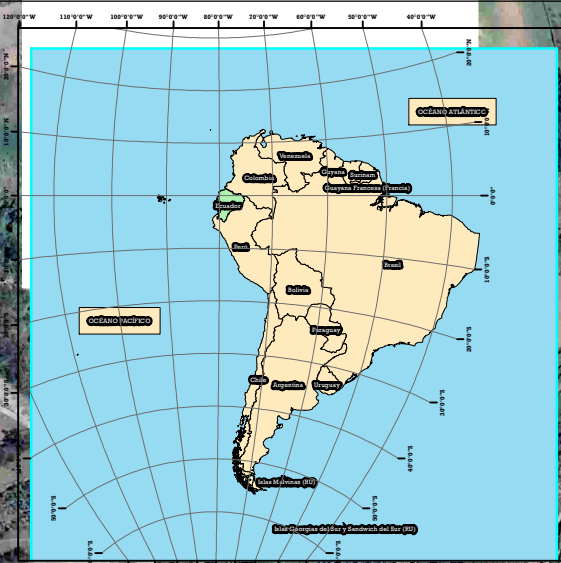
MAPA DE UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

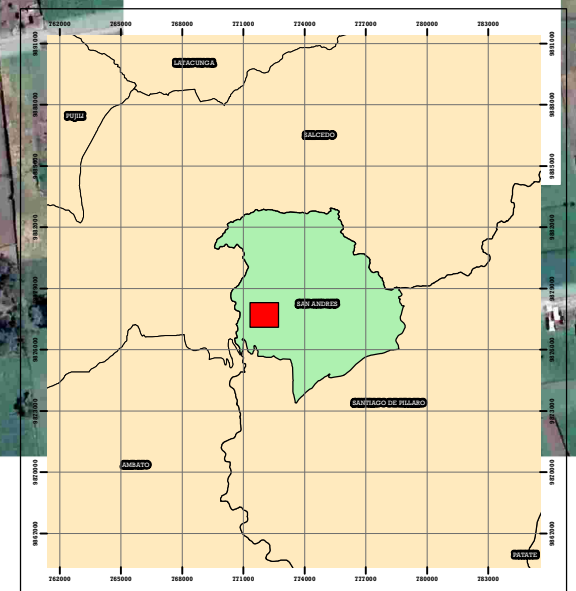
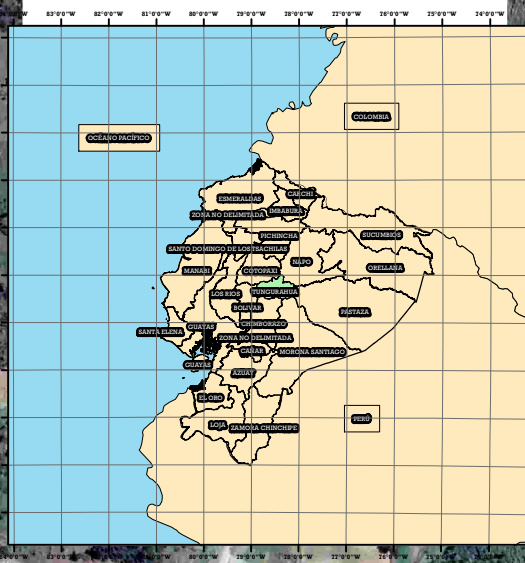


SAN ANTONIO DE CHININTAHUA

SAN MIGUEL DE CHININTAHUA

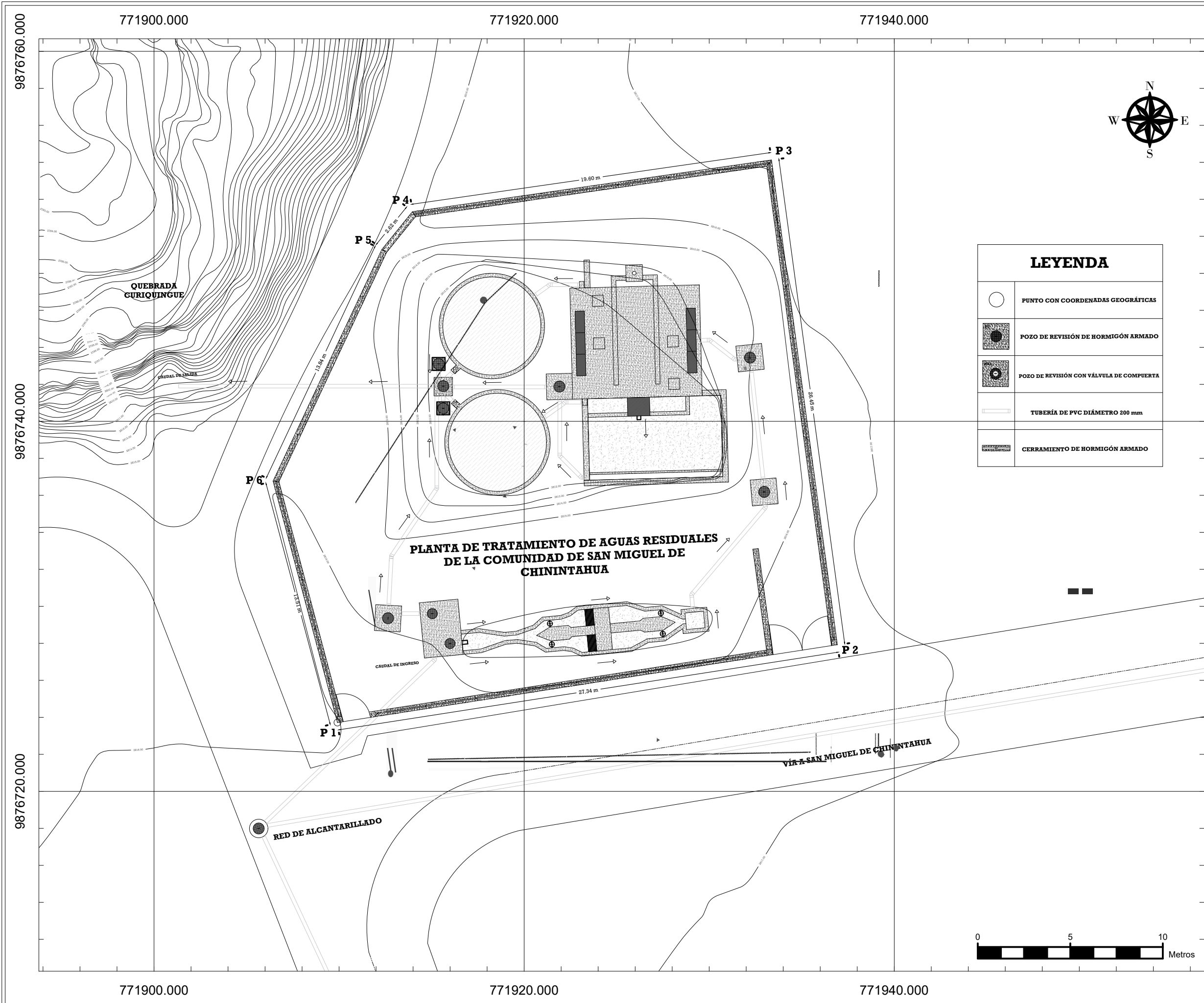


1 cm = 2 km



1 cm = 20 m

PARROQUIA SAN ANDRÉS



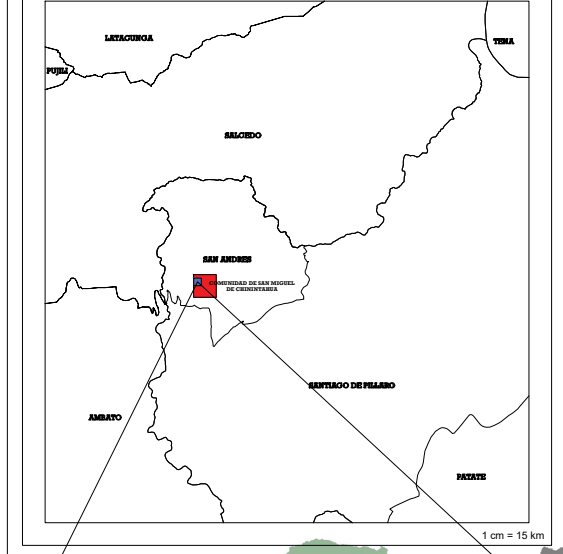
CUADRO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
P1	9876723.72	771909.91	2816.00
P2	9876727.92	771936.93	2816.80
P3	9876754.13	771933.37	2817.01
P4	9876751.33	771913.96	2815.50
P5	9876749.30	771912.31	2915.01
P6	9876736.77	771906.42	2815.87

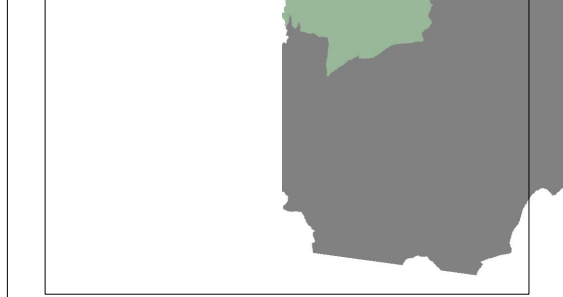
LEYENDA

	PUNTO CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS
	POZO DE REVISIÓN DE HORMIGÓN ARMADO
	POZO DE REVISIÓN CON VÁLVULA DE COMPUERTA
	TUBERÍA DE PVC DIÁMETRO 200 mm
	CERRAMIENTO DE HORMIGÓN ARMADO

MAPA DE UBICACIÓN PROVINCIA TUNGURAHUA - CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO - PARROQUIA SAN ANDRÉS - COMUNIDAD SAN MIGUEL DE CHININTAHUA



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA



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

TEMA: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO: PLANO DE IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA

ELABORADO POR: PABLO ROSAS REVISADO POR: ING. FIDEL CASTRO

ESCALA: INDICADAS No. PLANO: 02 DE 05

ALTURA M.S.N.M.

PERFIL LONGITUDINAL - FLUJO DE AGUA

1820

1815

1810

1805

POZO RED DE
ALCANTARILLADO

POZO RECOLECTOR DE
CAUDALES

CANAL PARSHALL

DESARENADOR

POZO 1

CAUDAL DE INGRESO

0+000

0+005

0+010

0+015

0+020

0+025

0+030

0+035

0+040

0+0

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

TEMA:

"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DE LA COMUNIDAD CHINTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN
SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:

PLANO DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE
SAN MIGUEL DE CHINTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO RODAS

REVISADO POR:

ING. FIDEL CASTRO

ESCALA:

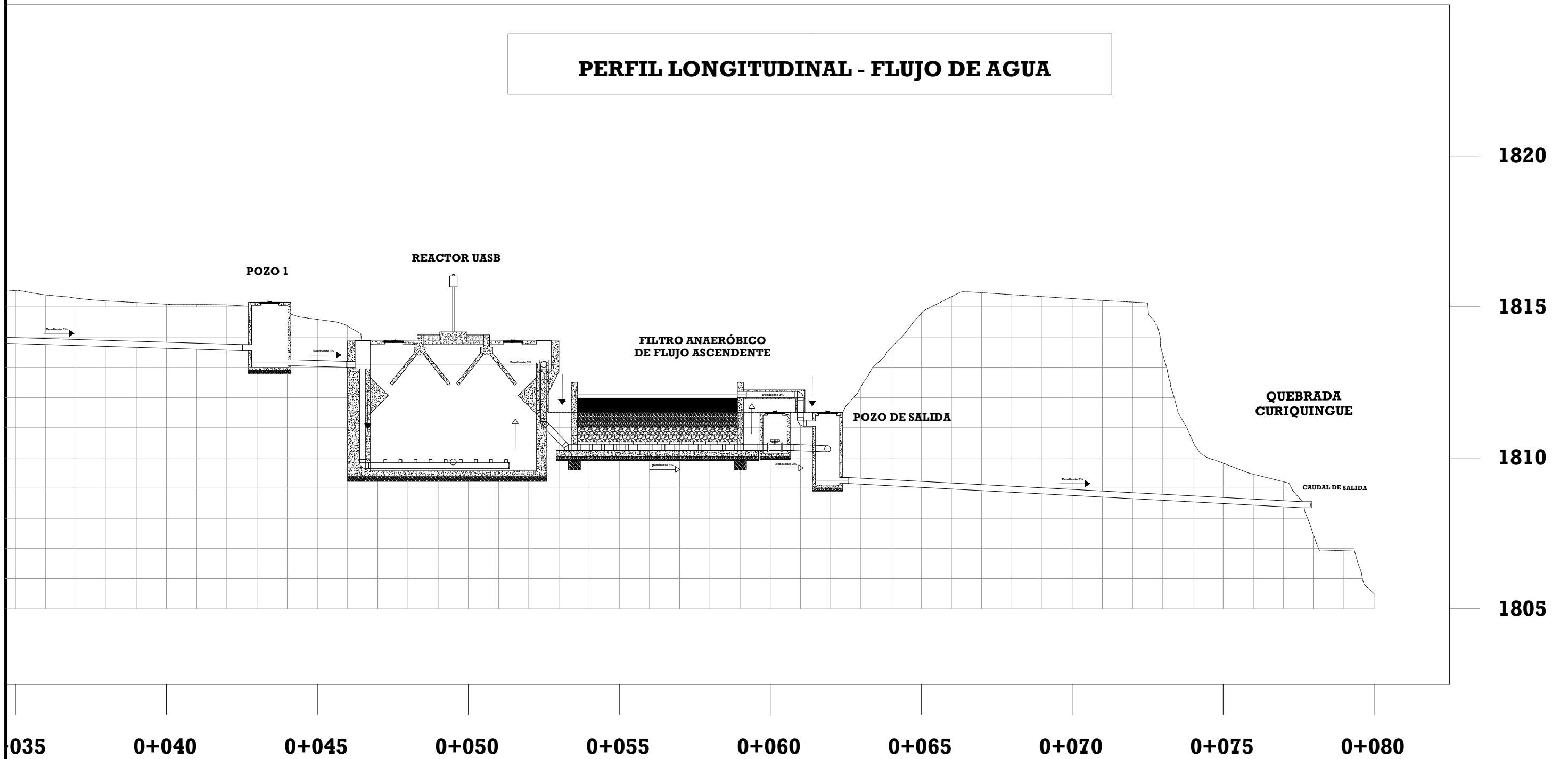
1:7.5

FECHA:

No. PLANO:

03 DE 05

PERFIL LONGITUDINAL - FLUJO DE AGUA



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

TEMA:

"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DE LA COMUNIDAD CHINTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN
SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:

PLANO DEL PERFIL LONGITUDINAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE
SAN MIGUEL DE CHINTAHUA

ELABORADO POR:

PABLO RODAS

REVISADO POR:

ING. FIDEL CASTRO

ESCALA:

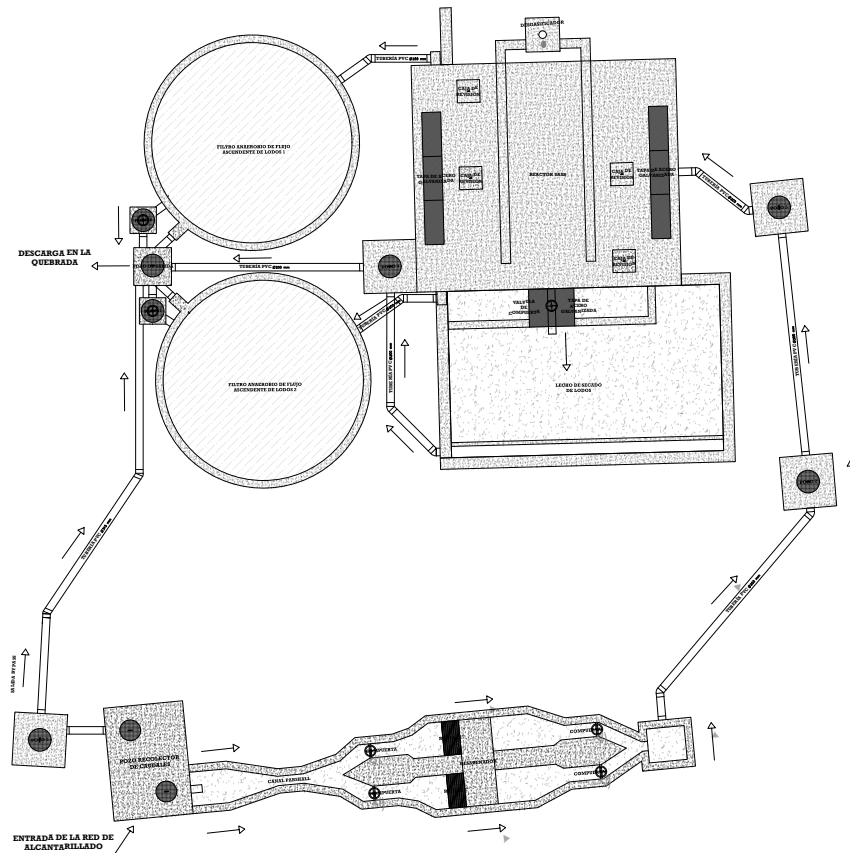
1:7.5

FECHA:

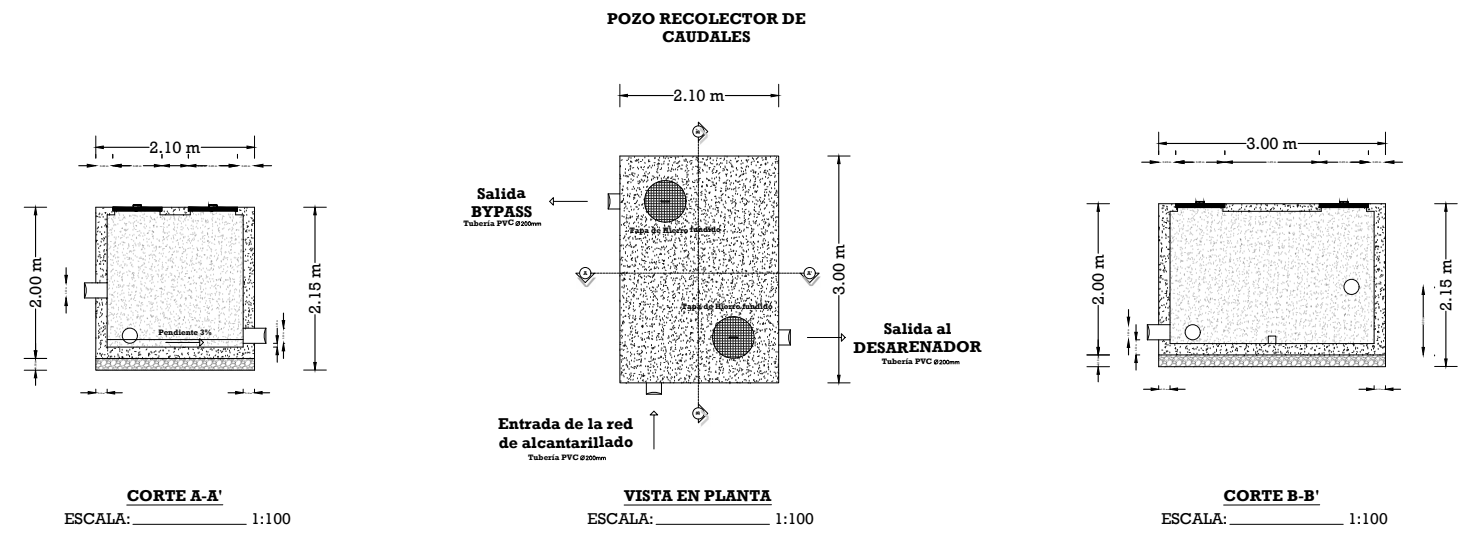
No. PLANO:

03 DE 05

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE
CHININTAHUA**



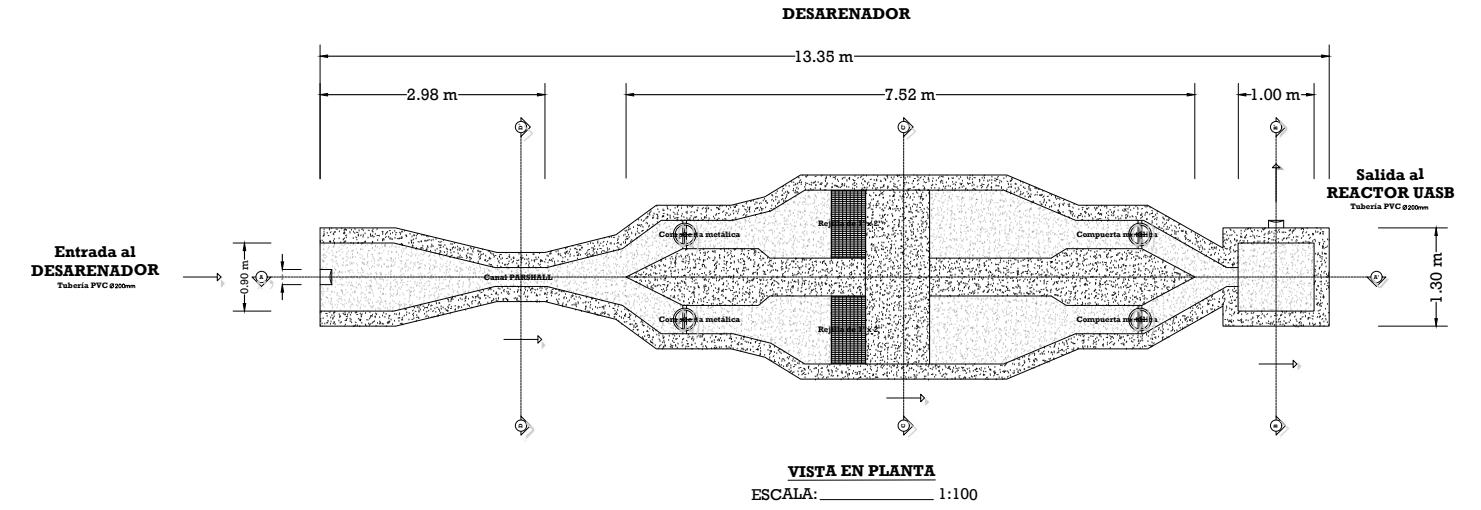
VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:20



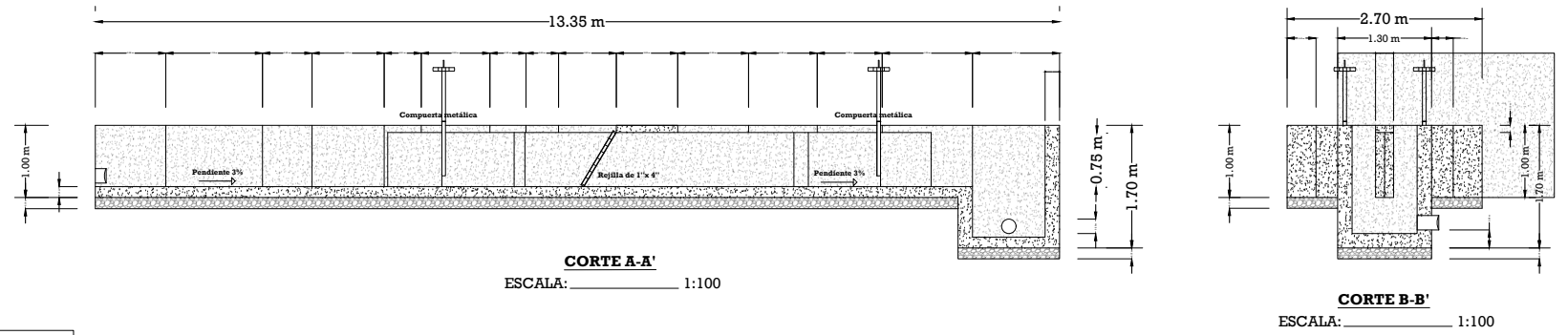
CORTE A-A'
ESCALA: 1:100

VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

CORTE B-B'
ESCALA: 1:100

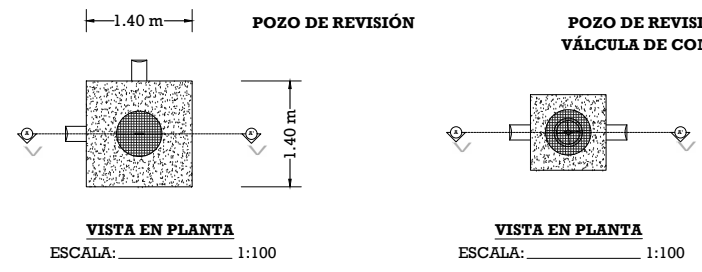


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100



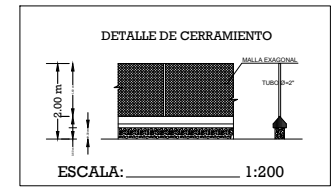
CORTE A-A'
ESCALA: 1:100

CORTE B-B'
ESCALA: 1:100

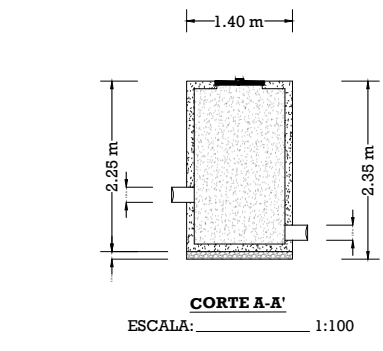


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

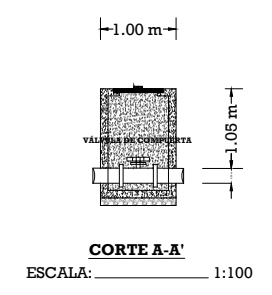
VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100



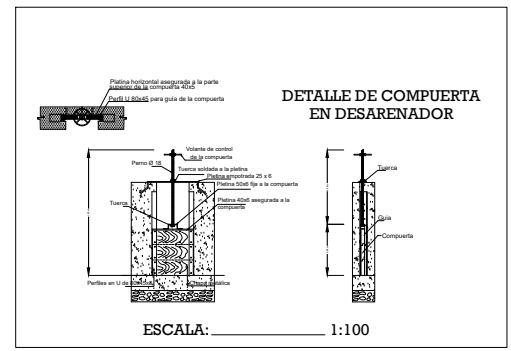
ESCALA: 1:200



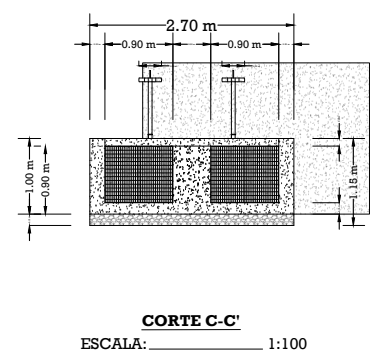
CORTE A-A'
ESCALA: 1:100



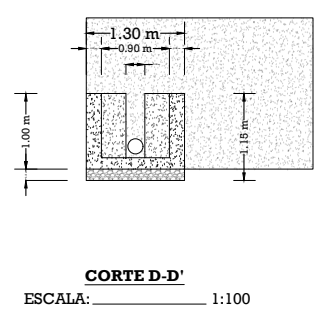
CORTE A-A'
ESCALA: 1:100



ESCALA: 1:100

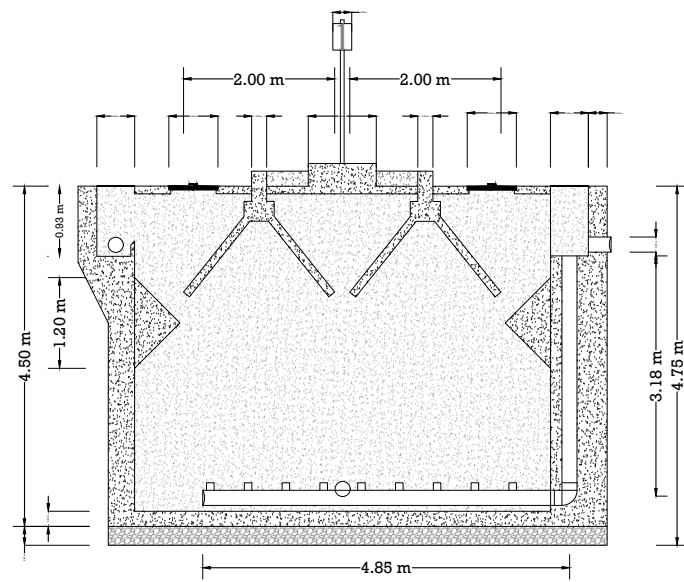


CORTE C-C'
ESCALA: 1:100

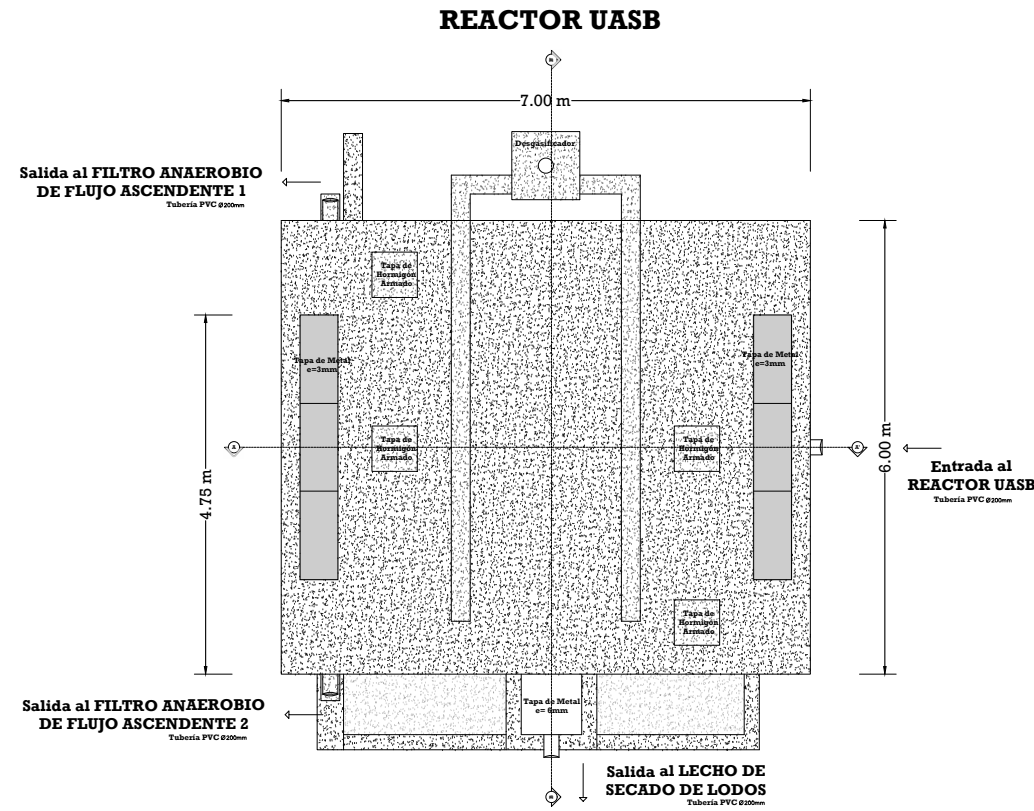


CORTE D-D'
ESCALA: 1:100

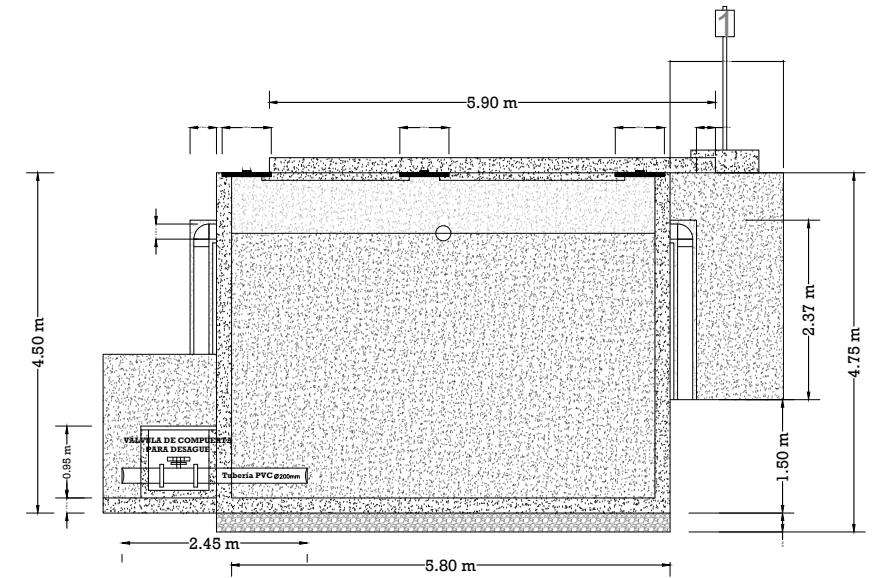
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"		
CONTENIDO: PLANO DE DETALLE DE UNIDADES HIDRÁULICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA		
ELABORADO POR: PABLO RODAS	REVISADO POR: ING. FIDEL CASTRO	
ESCALA: INDICADAS	FECHA: -	No. PLANO: 04 DE 05



CORTE A-A'
ESCALA: 1:100

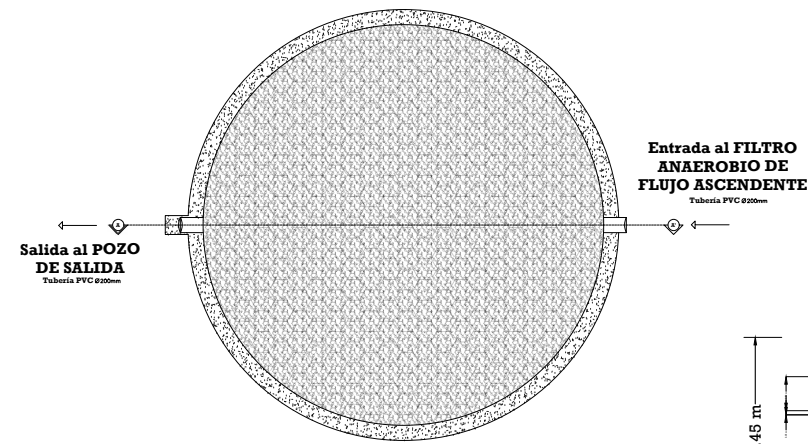
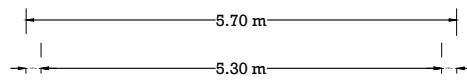


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

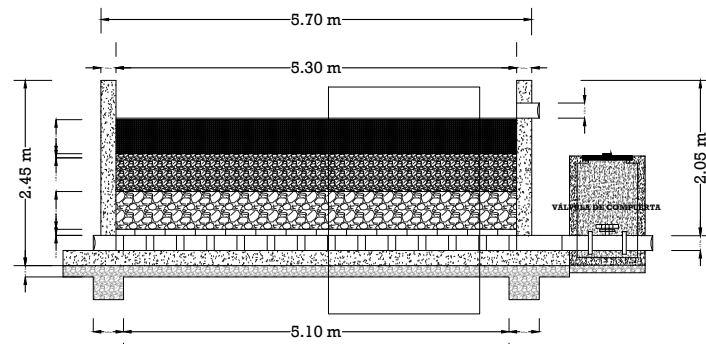
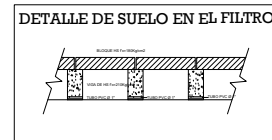
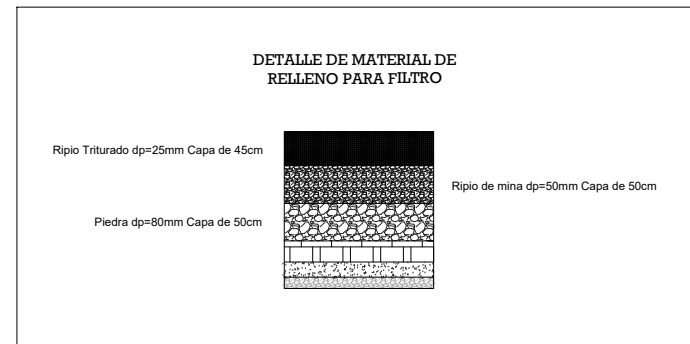


CORTE B-B'
ESCALA: 1:100

FILTRO ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE

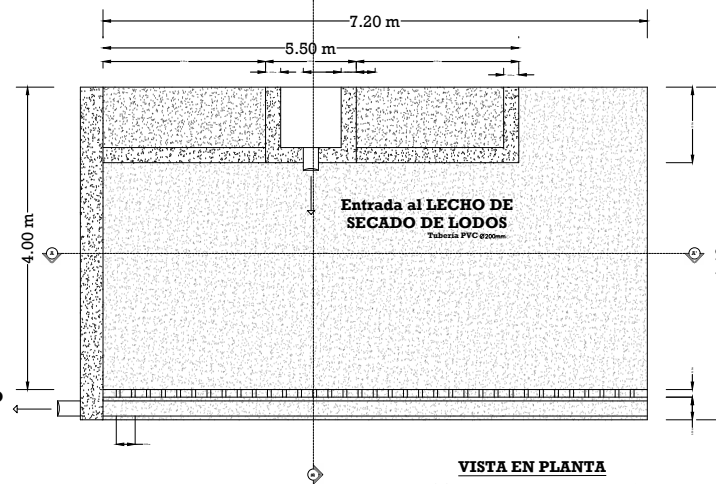


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

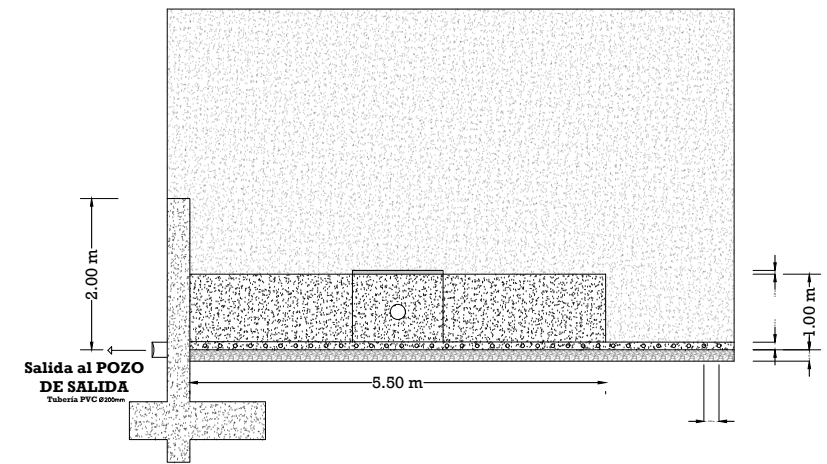


CORTE A-A'
ESCALA: 1:100

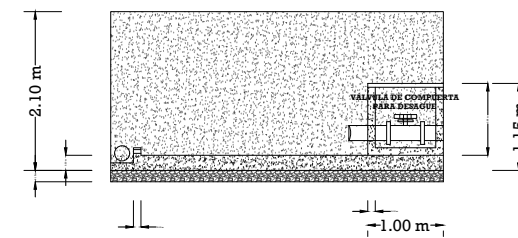
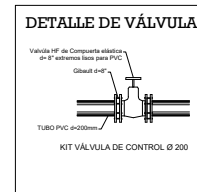
LECHO DE SECADO DE LODOS



VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100



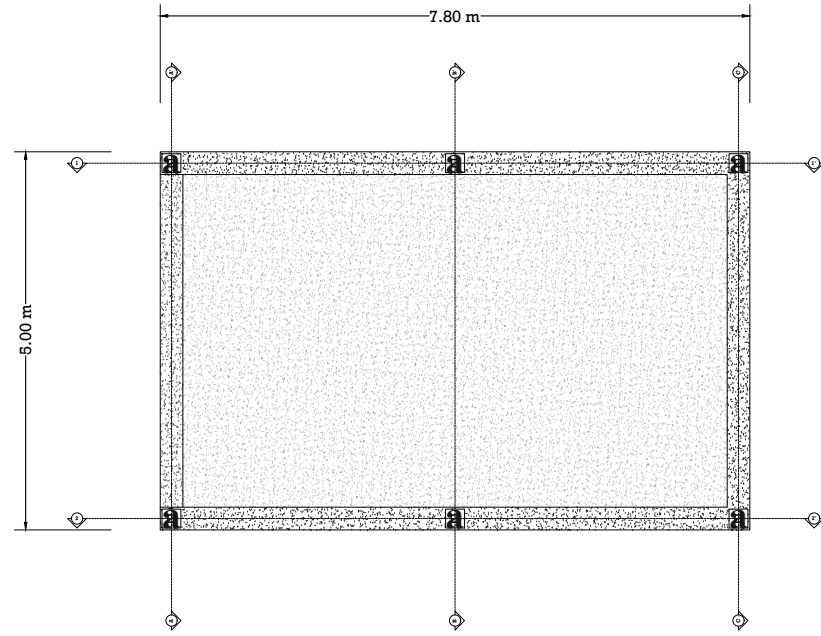
CORTE A-A'
ESCALA: 1:100



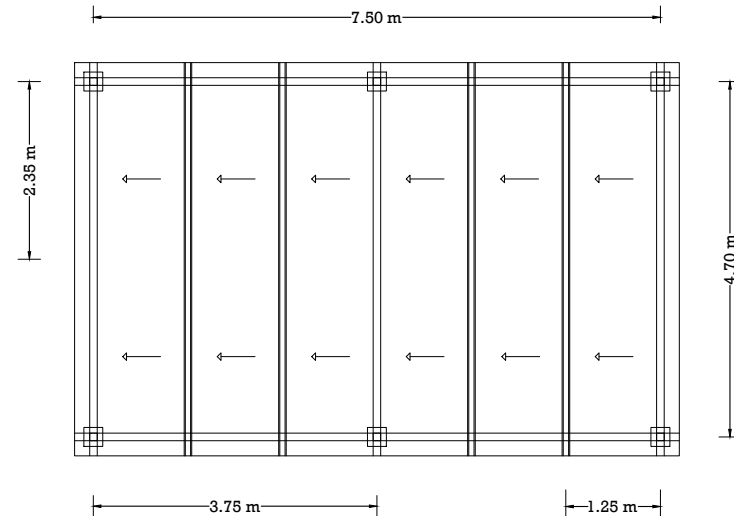
CORTE B-B'
ESCALA: 1:100

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
TEMA: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"	
CONTENIDO: PLANO DE DETALLE DE UNIDADES HIDRÁULICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA	
ELABORADO POR: PABLO RODAS	REVISADO POR: ING. FIDEL CASTRO
ESCALA: INDICADAS	FECHA: No. PLANO: 04 DE 05

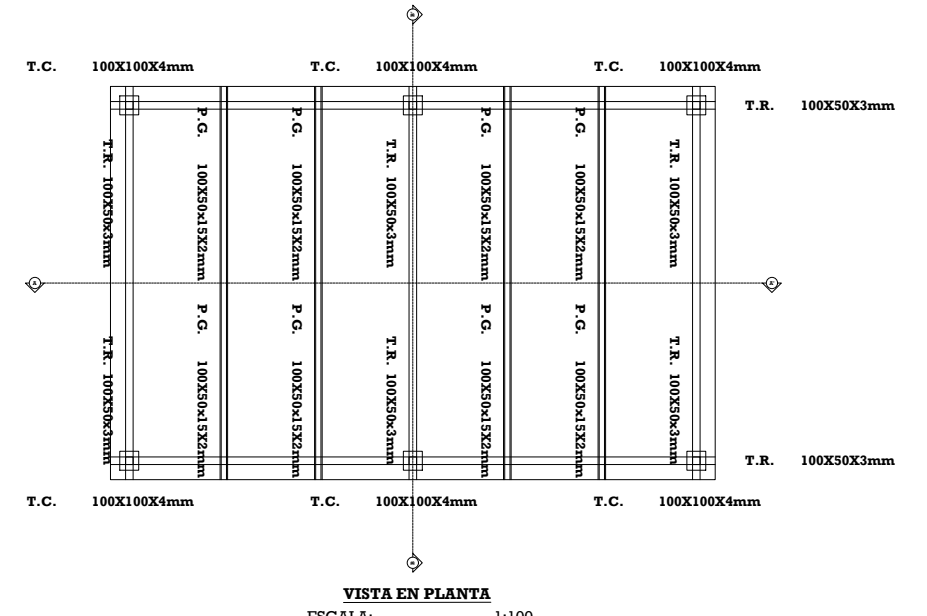
CUBIERTA METÁLICA PARA LECHO DE SECADO DE LODOS



VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

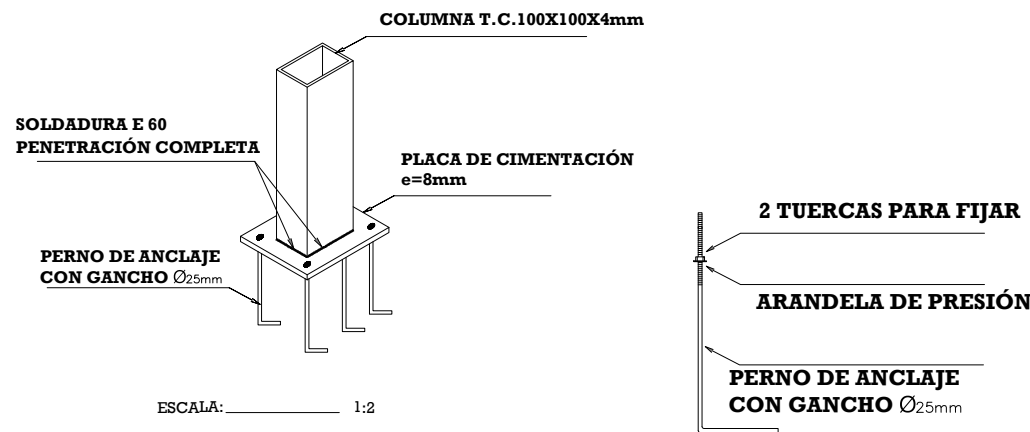


VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100



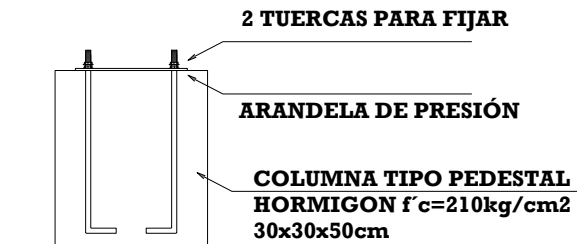
VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1:100

DETALLE DE PLACA DE CIMENTACIÓN

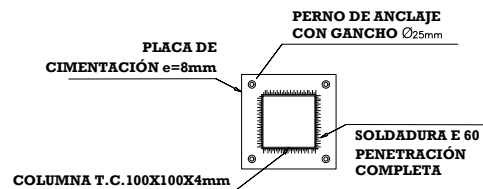


ESCALA: 1:2

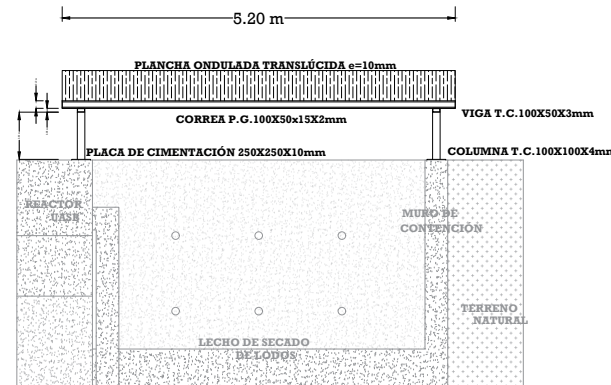
ESCALA: 1:1



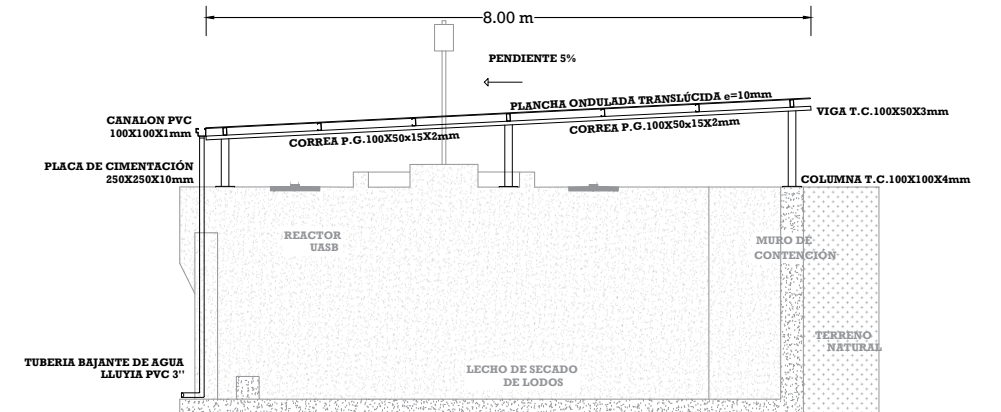
ESCALA: 1:2



ESCALA: 1:2



CORTE B-B'
ESCALA: 1:100



CORTE A-A'
ESCALA: 1:100

PLANILLA DE PERFILES ESTRUCTURALES A36						
Me	UBICACIÓN	DESIGNACIÓN	Dimensiones [m]			
			PESO Kg/m	N°(U)	LONGITUD	PESO (kg)
ESTRUCTURA						
701	PLACA DE CIMENTACIÓN	250X250X10mm	1,50	6,00	-	9,00
702	ANCLAJES	25mmX300mm	3,85	24,00	0,300	27,74
703	COLUMNA	Tubo C 100X100X4mm	12,13	2,00	0,63	15,28
704	COLUMNA	Tubo C 100X100X4mm	12,13	2,00	0,82	19,89
705	COLUMNA	Tubo C 100X100X4mm	12,13	2,00	1,05	25,47
706	VIGA PRINCIPAL	Tubo R 100X50X3mm	6,71	2,00	8,00	107,36
707	VIGA PRINCIPAL	Tubo R 100X50X3mm	6,71	3,00	5,20	104,68
708	VIGA SECUNDARIA	P.G. 100X50X15X2mm	3,06	4,00	5,20	63,65
COMPLEMENTOS						
709	CUBIERTA	e=1mm	1,80	12,00	Longitud 2.5x1m	-
710	CUBIERTA	GANCHOS	-	120,00	@25cm	-
TOTAL:						373,08 kg

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD CHININTAHUA PARROQUIA DE SAN ANDRÉS, CANTÓN SANTIAGO DE PILLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"
CONTENIDO:	PLANO DE IMPLANTACIÓN DE CUBIERTA METÁLICA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA
ELABORADO POR:	REVISADO POR:
PABLO RODAS	ING. FIDEL CASTRO
ESCALA:	FECHA:
INDICADAS	No. PLANO: 05 DE 05

ANEXO 6: ENCUESTAS AL SECTOR

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE SAN MIGUEL DE CHININTAHUA

Nombre del Encuestador: Pablo Junior Rodas Segarra

Nombre del Encuestado:

Ocupación:

Número de personas en la vivienda:

1. ¿De los siguientes servicios básicos, con cuales cuenta su vivienda?

- Alcantarillado
- Agua Potable
- Electricidad
- Ninguno

2. ¿De qué manera se evacuan las aguas residuales de su vivienda?

- Red de Alcantarillado
- Pozo Séptico
- Quebrada
- Otro sistema:

3. ¿Su ocupación dentro de la comunidad que tipo de aguas residuales genera?

- De carácter doméstico
- De carácter industrial
- Otro tipo:

4. ¿Sabe que existe una PTAR dentro de su sector?

- SI
- NO
¿CONOCE SU FINALIDAD?:.....
.....
.....

5. ¿Cree usted que es necesario que se remuevan los contaminantes de las aguas residuales antes de desecharlas hacia alguna quebrada?

- SI
- NO
¿PORQUÉ?:.....
.....
.....