

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE,
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL BARRIO EL
RECREO Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL
RÍO PINDO GRANDE DE LA CIUDAD DE PUYO, PROVINCIA
DE PASTAZA”**

**AUTOR: Janina Valeria López Silva
TUTOR: Ing. Judith Beltrán**

**AMBATO – ECUADOR
2015**

CERTIFICACION

Yo, Ing. Judith Beltrán, certifico que la presente Tesis de Grado ha sido realizada por la Egda. Janina Valeria López Silva, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil, se desarrolló bajo mi supervisión y tutoría, siendo un trabajo personal e inédito, y ha sido elaborado bajo el tema **“Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo y su incidencia en la calidad del agua del río Pindo Grande de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

Ing. Judith Beltrán
Tutor

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación estructurado de manera independiente fue realizado bajo mi autoría, teniendo como objetivo primordial aportar en el desarrollo de la provincia.

Egda. Janina Valeria López Silva

Autor

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios, quien supo darme la sabiduría suficiente para poder culminar mi carrera.

A mis padres, Beatriz Silva y Jorge López, quienes me dieron la vida, educación y apoyo, siendo así el pilar fundamental en el transcurso de mi vida.

A mi hija Victoria Anahí Vaca López por haberme prestado el tiempo que le pertenecía, para terminar mis estudios y ser motor que me inspira mejorar cada día.

A mis hermanos Diego, Mariela y Nataly por su apoyo infinito.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato y de manera especial a quienes conforman la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. A todos mis maestros por compartir y aportar con sus conocimientos para mi formación profesional.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPITULO I EL PROBLEMA

1.1	Tema	1
1.2	Planteamiento del problema	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis crítico	2
1.2.3	Prognosis	3
1.2.4	Formulación del problema	3
1.2.5	Interrogantes	4
1.2.6	Delimitación del objeto de la investigación	4
1.3	Justificación	6
1.4	Objetivos	6
1.4.1	Generales	6
1.4.2	Específicos	6

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1	Antecedentes investigativos	7
2.2	Fundamentación filosófica	8
2.3	fundamentación legal	9
2.4	Categorías fundamentales	17
2.4.1	Supra ordinación de variables	17
2.4.2	Desglose de las definiciones - variable independiente	17
	Aguas residuales domesticas	17
	características de las aguas residuales	19
	Tratamiento de las aguas residuales	23
2.4.3	Desglose de las definiciones - variable dependiente	31
	Calidad del agua	31
	Calidad ambiental	33
	Saneamiento ambiental	34
	Buen vivir	35
2.5	Hipótesis	36
2.6	Señalamiento de variables	36
2.6.1	Variable independiente	36
2.6.2	Variable dependiente	36

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1	Enfoque	37
3.2	Modalidad de la investigación	37
3.3	Nivel o tipo de investigación	38
3.4	Población y muestra	38
3.4.1	Población	38
3.4.2	Muestra	39
3.5	Operacionalización de variables	40
3.6	Plan de recolección de información	42
3.7	Recolección de información	42

CAPITULO IV ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1	Análisis de resultados	43
4.1.1	Análisis de ficha ambiental	43
4.2	Interpretación de datos	47
4.3	Verificación de la hipótesis	47

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	48
5.2	Recomendaciones	49

CAPITULO VI PROPUESTA

6.1	Datos informativos	49
6.1.1	Demografía	49
6.1.2	Economía	49
6.1.3	Ubicación geográfica	49
6.1.4	Transporte	50
6.1.5	Clima	50
6.1.6	Pluviometría	50

6.1.7	Características del río Pindo Grande	50
6.2	Antecedentes de la propuesta	52
6.3	Justificación	52
6.4	Objetivos	52
6.4.1	General	52
6.4.2	Específicos	52
6.5	Análisis de factibilidad	53
6.6	Fundamentación	53
6.7	Metodología	54
6.7.1	Parámetros de diseño	54
6.7.2	Caudal de diseño	55
6.7.3	Diseño de las unidades de tratamiento	56
	Diseño de la rejilla	56
	Diseño del desarenador	59
	Diseño del reactor anaerobio de flujo ascendente	67
	Producción de fangos	71
	Diseño del filtro biológico	80
	Diseño del lecho de lodos	84
6.8	Administración	87
6.9	Prevención de la evaluación	87
	Bibliografía	88

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como propósito que exista un plan de manejo y tratamiento de las aguas residuales domesticas del barrio El Recreo, con la finalidad mejorar la calidad de las aguas del rio Pindo Grande, al igual que la calidad ambiental del sector.

Para ello se realiza una visita técnica al sector en estudio, conjuntamente con los representantes del barrio El Recreo, donde se toman datos informativos en base a una ficha ambiental, de ello nace la necesidad de realizar un formato de encuesta a ser ejecutada a una muestra de la población en estudio, para ser procesada, cuantificada y evaluada con el fin de verificar la necesidad de los usuarios, además se procede a determinar en el campo los sitios de descarga del agua residual y a confirmar el grado de contaminación del agua receptora a través de la toma de muestras, con estos resultados establecemos las unidades de tratamiento que son necesarias para mejorar las características del agua residual tomando en cuenta la factibilidad de diseño, constructiva y económica (ejecución de análisis de precios unitarios). Finalmente procedemos con el diseño de la planta de tratamiento, bajo las normas que rigen en nuestro país.

El sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas propuesto, contiene las siguientes unidades: una rejilla, un desarenador, una batería de reactores, un filtro biológico de flujo ascendente y para el tratamiento de lodos, se ubicaran dos unidades de secado, que tienen la capacidad de cubrir un caudal de 12.07 lt/seg .

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- TEMA

Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo y su incidencia en la calidad del agua del río Pindo Grande de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN

Todos los cuerpos de agua en el mundo sufren de contaminación, esto incluye el agua que se encuentra en los océanos, ríos, lagos y bajo la tierra; a ello se vincula también graves problemas de salud para los humanos y los animales. La Agencia de Protección del Medio Ambiente estima que al menos 1,5 millones de niños menores de 12 años mueren cada año debido a la contaminación del agua.

Las aguas residuales domésticas es una de las formas principales de contaminación del agua, por debajo de los productos químicos. De acuerdo al Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos sólidos cada día, que luego son depositados en diversas fuentes de agua. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento.¹

¹Cevallos F, (2012). *Información sobre la contaminación del agua*, [en línea]. Disponible en:<http://www.contaminacionpedia.com/informacion-contaminacion-agua/#9034>

En Ecuador, el problema de las aguas servidas, ha ocupado en los últimos años un lugar relevante en las políticas sanitarias del país al punto de haberse constituido en una de las principales actividades. Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales. Las aguas servidas se enfocan más que todo en los efectos que ocasiona el incremento de estas, afectando más específicamente los sistemas de salud, de infraestructura y funciona como factor contaminante del agua potable para el consumo humano.²

Puyo es una ciudad de continuo crecimiento urbano y turístico, que en sus inicios la basura que se recogía diariamente era depositada irracionalmente en los cauces de los ríos. Primero, fue el Pindo Grande y luego el Puyo, convertidos en los botaderos municipales sin medir el proceso de contaminación que afectaba a sus aguas, además las aguas servidas han sido y parte de ellas siguen siendo vertidas sin ningún tipo de tratamiento al río Pindo Grande.³

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

El agua es el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida, es un factor decisivo para el crecimiento económico y el desarrollo de la sociedad. Pero aunque es un recurso natural renovable, su abuso puede generar que sea limitado y vulnerable. Aunque es muy abundante el agua no es un recurso permanente, se contamina con facilidad y una vez contaminada es muy difícil recuperar su pureza.

²Castro A. (2002). *Impactos ambientales - tratamiento de aguas servidas*, [en línea]. Disponible en: http://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Tratamiento_de_aguas_servidas_y_lodo

³Valverde R. (1998). *La contaminación ambiental en Puyo*, [en línea]. Disponible en: <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/la-contaminacion-ambiental-en-puyo-comenzo-hace-30-anos-94053.html>

Las personas estamos obligadas a proteger este recurso y tomar conciencia sobre los riesgos del agotamiento del agua pura. Todos debemos cuidar nuestros recursos hidrológicos y ser conscientes de que el agua es uno de los recursos más preciados de la naturaleza, por el papel que desempeña en la vida de todos los seres vivos. Y así evitar una catástrofe de consecuencias impredecibles.

Por esta razón el tratamiento de las aguas residuales es una cuestión prioritaria para Puyo; es significativo desarrollar sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas descentralizados en diversos lugares de la ciudad, entre ellos está el barrio El Recreo que cuenta con gran extensión territorial y está en constante crecimiento, lo que permitirá una mejora de los ecosistemas, la salud, la calidad del agua y por ende el río Pindo Grande en este sector se podrá sostener como un lugar turístico.

1.2.3 PROGNOSIS

En caso de no realizarse el presente proyecto con el fin de mejorar la calidad del agua del río Pindo Grande, el problema seguirá incrementándose a medida que crece la población; se continuara con la contaminación, la generación de residuos peligrosos, proliferación de plagas, bacterias, virus, insectos, etc.; perjudicando a las poblaciones que habitan los sectores aledaños, asechando con el factor más importante para mantener el equilibrio entre el hombre y la naturaleza dentro de un plan de gestión integral de recursos hídricos y dando paso a continuar con un retraso a la evolución por un mejor vivir, infringiendo leyes establecidas en el control y depuración para la conservación de la vida y las especies.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo inciden en la calidad del agua del río Pindo Grande de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza?

1.2.5 INTERROGANTES

- ¿Qué sistema de depuración será el adecuado para tratar las aguas residuales domésticas del Barrio El Recreo y así evitar el vertido directo de las mismas en el Río Pindo Grande?
- ¿Cuáles son las consecuencias para la micro flora y la micro fauna del río Pindo Grande debido a la descarga directa de las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo?
- ¿Por qué es necesario prevenir la contaminación del río Pindo Grande?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.2.6.1 TEMPORAL

La investigación propuesta se la llevará a cabo entre el mes de Noviembre del 2013 hasta Marzo del 2014.

1.2.6.2 DE CONTENIDO

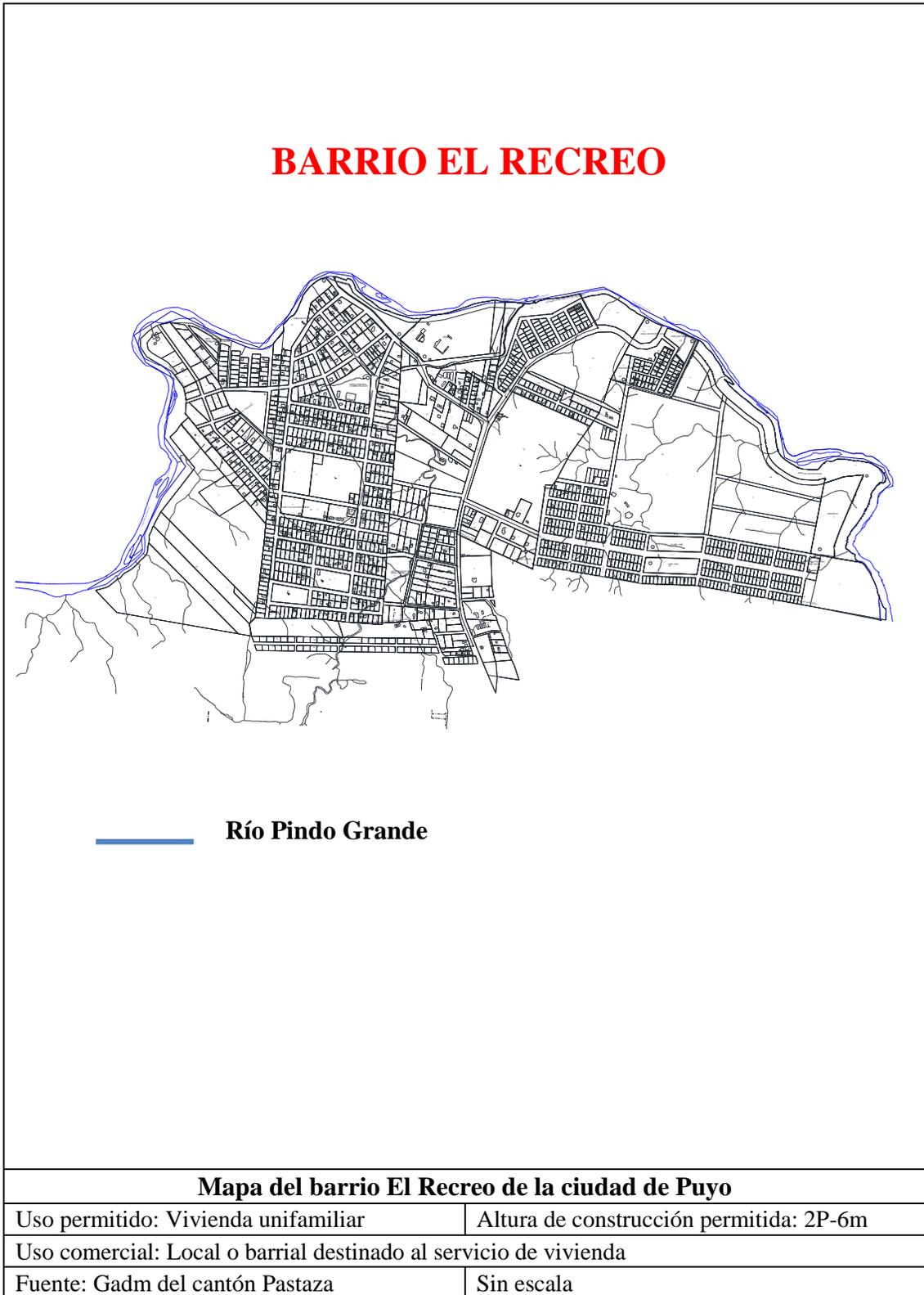
El desarrollo de la presente investigación implica el conocimiento de las siguientes áreas:

- hidráulica
- hidrología
- impacto ambiental
- tratamiento de aguas residuales

1.2.6.3 ESPACIAL

El presente estudio se efectuará en el Barrio El Recreo de la Ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza.

Grafico 1: Mapa del barrio El Recreo



1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene gran importancia porque el río Pindo Grande es un cuerpo receptor de las aguas residuales del barrio El Recreo, que son vertidas en el sin ningún tipo de tratamiento, y se busca garantizar la calidad del agua al igual que el desarrollo sostenible de la población que habita en el sector y la población que se encuentra afectada aguas abajo, garantizando agua de calidad y un mejor vivir para los habitantes.

Además es importante porque la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas del río disminuye debido a que las bacterias contenidas en las aguas residuales requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, de esta manera se elimina la flora y fauna que habita en el río.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERALES

Analizar como incide la descarga directa de las aguas servidas domésticas del barrio El Recreo en la contaminación del río Pindo Grande.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un análisis de cómo influyen las aguas residuales domesticas en la calidad del agua del río Pindo Grande para determinar el grado de contaminación del mismo.
- ✓ Evaluar la calidad de vida de los habitantes del barrio El Recreo.
- ✓ Analizar la capacidad de autodepuración del rio Pindo Grande.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El barrio El Recreo es un sector cuyo crecimiento poblacional es considerable que se ha expandido en zonas antes no urbanizadas siendo afectado el ecosistema ya que carecen de un sistema de depuración de aguas residuales domésticas; no existe ningún tipo de investigación de dicha área, razón por la cual el gobierno autónomo descentralizado del cantón Pastaza se ve en la necesidad de desarrollar un estudio con el fin de mejorar el estatus de vida de los habitantes del sector, además de evitar la contaminación del medio ambiente así como también del río Pindo Grande, procurando de esta manera iniciar con un plan de limpieza de nuestros ríos teniendo como un objetivo llegar a la purificación de los mismos.

El río Pindo Grande es uno de los principales ríos de la ciudad de Puyo, su temperatura aproximada es de 22°C, se caracteriza por ser medianamente caudaloso y atraviesa por la parte sur de la ciudad; debido a su topografía favorable las poblaciones se han establecido en sus cercanías.

- De acuerdo a la tesis elaborada bajo el tema: Las aguas servidas de la población del barrio Aguacatal y su incidencia en la contaminación del río Pastaza en el cantón Baños provincia de Tungurahua. Cuyo autor es: Edwin Israel Morales Razo; concluye:

La alternativa de una planta de tratamiento con un proceso anaerobio de manto de fango de flujo ascendente (U.A.S.B), es la más adecuada para depurar dichas aguas, ya que se adapta a las condiciones del lugar y requiere de menor espacio físico para su implantación.

- De acuerdo a la tesis elaborada bajo el tema: Las aguas servidas y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de bajo ilesa en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola provincia de Napo. Cuyo autor es: Molina Luzuriaga Marlon Igor; concluye:

En esta comunidad un 70.59% tienen problemas de salud debido a los malos olores y presencia de insectos que se producen por no tener un correcto sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas.

- De acuerdo a la tesis elaborada bajo el tema: Estudio de un sistema de depuración de aguas residuales para el mejoramiento de la calidad de vida en la parroquia de Rio Verde del cantón Baños de la provincia de Tungurahua. Cuyo autor es: Pablo David Velástegui Vaca; concluye:

El aporte a la descontaminación favorece no solo a la mejora de salud pública sino también al área turística, brindando de mejor manera sus atractivos turísticos y por ende mejorar su estilo de vida.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se basa en un paradigma positivista, es decir, predecir que algo va a suceder y luego comprobar o verificar que así sucedió, se utiliza una metodología experimental, predominan los métodos cuantitativos, teniendo como única existencia leyes y reglamentos pre-estructurados y esquematizados. Una de las pretensiones de este paradigma es sostener que las predicciones es una explicación del hecho.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente estudio se desarrolla en base a los siguientes códigos y normas:

Constitución Política 2008 de la República del Ecuador.

- Capítulo segundo: derecho del buen vivir.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

- Capítulo sexto: derechos de libertad

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

2. El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

- Capitulo séptimo: derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 395.-La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Ley de Aguas

Art. 13.- Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde al Consejo Nacional de Recursos Hídricos:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;
- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas;
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004.)

- Capítulo Segundo: prevención y control de la contaminación de las aguas

Art. 6.-Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 9.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

Instituto ecuatoriano de normalización-INEC-1992

Código ecuatoriano de la construcción (CEC). Normas para estudio y diseño de sistemas de Agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS)

Libro VI - Anexo 1.- Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

Tabla 1: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aldehídos		mg/l	2,0
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
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		¹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ =	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	oC		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

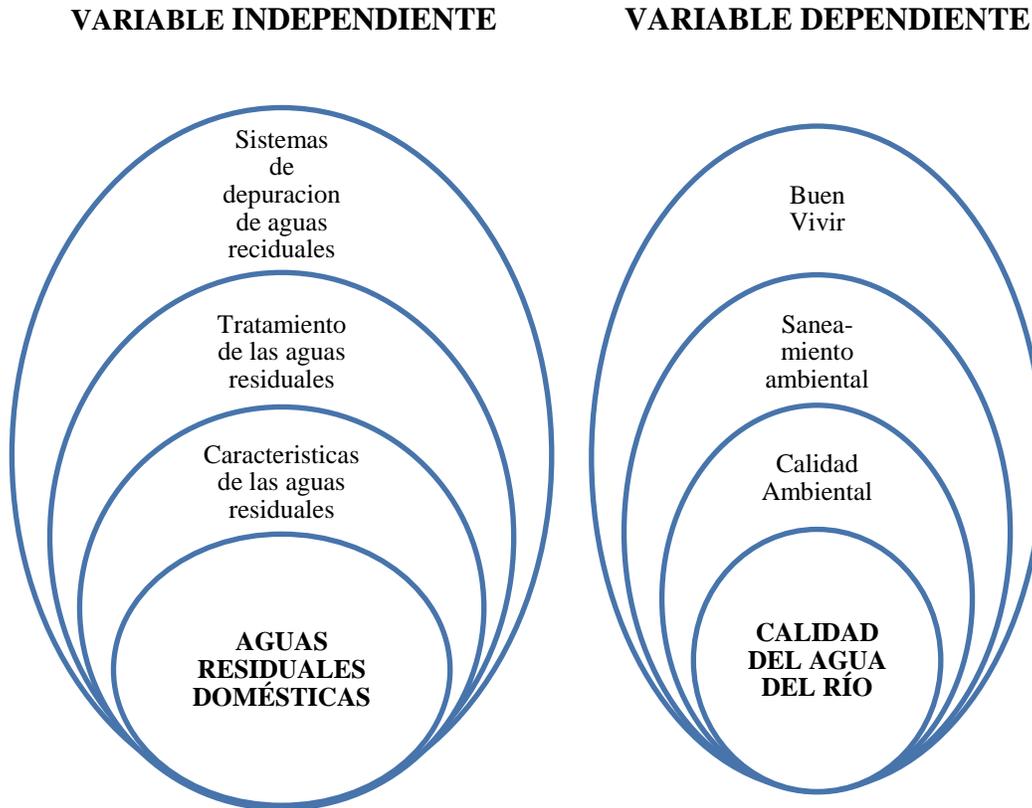
Tabla 2: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100
Ácidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.		mg/l	Cero
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Barío	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg/l	0,1
Caudal máximo l/s	1.5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.		
Cianuro total	CN-	mg/l	1,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20

Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO ₄ =	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg/l	1,0
Compuestos organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,05
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforadosy carbamatos totales.	mg/l	0,1
Vanadio	V	mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	10

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1.- SUPRA ORDINACIÓN DE VARIABLES



2.4.2 DESGLOSE DE LAS DEFINICIONES SUPRAORDINACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.

2.4.2.1 Aguas residuales domésticas

Las aguas residuales domésticas son aquellas generadas en viviendas, lugares comerciales o públicos, caracterizadas por la presencia de heces fecales y restos de moléculas producto de actividades de limpieza. Estas aguas son potencialmente peligrosas, por sus efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Los constituyentes encontrados en las aguas residuales pueden ser clasificados como: físicos, químicos y biológicos. Los constituyentes importantes y el porqué de su importancia en las aguas residuales son presentados en la tabla 3; de los numerados en esta tabla los sólidos suspendidos, los compuestos orgánicos biodegradables y los organismos patógenos son de mayor importancia y por ello la mayoría de instalaciones de manejo de aguas residuales son diseñadas para su remoción. Aunque los otros constituyentes también sean de interés, la necesidad de su remoción debe ser estudiada caso por caso.

Tabla 3: Principales constituyentes de interés en el tratamiento de aguas residuales

Constituyentes	Razones de interés
Sólidos suspendidos totales	Formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias.
Compuestos orgánicos biodegradables	Agotamiento del oxígeno en fuentes naturales y desarrollo de condiciones sépticas.
Constituyentes inorgánicas disueltos (p.ej. sólidos disueltos totales)	Constituyentes inorgánicos adicionados por el uso. Aplicaciones en el reciclaje y en la reutilización de aguas residuales.
Metales pesados	Constituyentes metálicos adicionados por el uso. Muchos metales se clasifican como polutantes de prioridad.
Nutrientes	Crecimiento excesivo de la vida acuática indeseable, eutrofización, concentración de nitratos en agua para consumo.
Patógenos	Transmisión de enfermedades.
Polutantes orgánicos prioritarios	Sospechosos de ser carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos de toxicidad aguda alta. Muchos polutantes prioritarios son resistentes a los métodos de tratamiento convencionales (conocidos como compuestos orgánicos refractarios).

Fuente: Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.

2.4.2.2 Características de las aguas residuales

Características físicas

Las principales son el contenido de sólidos, distribución de partículas por tamaño, turbiedad, color, olor, temperatura y densidad.

Sólidos.- las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Al conjunto de todos los sólidos se les denomina sólidos totales y pueden clasificarse a su vez según diversos criterios. Pueden dividirse, por ejemplo, en sólidos en suspensión y sólidos filtrables.

Los sólidos en suspensión son aquellos que flotan en el agua. Incluyen partículas de gran tamaño tales como los sólidos fecales, papeles, maderas, restos de comida, basura y materiales similares. La mayoría de los sólidos en suspensión son orgánicos y son los que dan lugar al aumento de turbidez en las aguas receptoras. Pueden ser eliminados por métodos físicos o mecánicos, tales como: dejando que se depositen o filtrándolos. Se pueden dividir a su vez en sedimentables y no sedimentables.

El otro gran grupo de sólidos son los sólidos filtrables. La fracción filtrable de los sólidos corresponde a los sólidos disueltos y a los sólidos coloidales. Los sólidos disueltos están compuestos por moléculas orgánicas e inorgánicas junto con iones en disolución en el agua. Por ejemplo, cuando se mezcla azúcar con agua caliente, el azúcar se disuelve en el agua. El azúcar es ahora un sólido disuelto.⁴

Distribución de partículas según el tamaño.- el tamaño de las partículas es de gran importancia al evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento. Dado que las

⁴Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.

partículas, la determinación de este parámetro es cada vez más importante en especial si se tiene en cuenta la tendencia a reutilizar con frecuencia los efluentes tratados.

La información del tamaño de las partículas orgánicas biodegradables es de importancia desde el punto de vista del tratamiento, debido a que la velocidad de degradación biológica de estas partículas depende de su tamaño.⁵

Color.- es causado por los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. Si el color es café claro, el agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga. Un color gris claro es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en los sistemas de recolección. Si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias (en ausencia de oxígeno).⁶

Olor.- una gran variedad de compuestos malolientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas residuales. El principal compuesto de olor indeseable es el sulfuro de hidrogeno. Los olores pueden ser medidos mediante métodos sensoriales e instrumentales.

Temperatura.- la temperatura del agua residual es por lo general mayor que la del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. Su medición es importante, ya que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura. La temperatura del agua residual varía dependiendo de su estación y posición geográfica. En regiones frías está en un rango de 7 a 18°C, mientras que en regiones cálidas la variación está entre 13 y 30°C.

⁵⁻⁶ Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.

La temperatura es un parámetro que afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos.

Densidad.- la densidad del agua residual se define como su masa por unidad de volumen y se expresa en kg/m^3 . La densidad del agua residual domestica que no contiene cantidades significativas de desecho es prácticamente de igual valor a la del agua a una misma temperatura.⁷

Características químicas

Los constituyentes químicos de las aguas residuales son con frecuencia clasificados en inorgánicos y orgánicos. Los inorgánicos incluyen 1) elementos individuales como calcio (Ca), cloruro (Cl), hierro (Fe), cromo (Cr) y zinc (Zn) y 2) una amplia variedad de compuestos como nitratos (NO_3) y sulfatos (SO_4). Los constituyentes orgánicos de mayor interés en las aguas residuales se clasifican como agregados e individuales. Los constituyentes orgánicos agregados comprenden un número de compuestos que no pueden ser distinguidos en forma separada; de gran interés en el tratamiento, vertimiento y reutilización de aguas residuales al igual que los constituyentes orgánicos específicos. La materia orgánica en aguas residuales se constituye básicamente de proteínas, carbohidratos grasas y aceites; además contienen pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas, con estructuras que van desde las más simples hasta las extremadamente complejas.

Los análisis de compuestos orgánicos agregados se hacen para caracterizar aguas residuales tratadas y no tratadas, para estimar el desempeño de los procesos de tratamiento y estudiar su comportamiento en las fuentes receptoras. En la actualidad, los métodos de laboratorio comúnmente usados para medir cantidades de materia

⁷Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.

orgánica (en general mayores a 1 mg/L) en aguas residuales incluyen:

1. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).- parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO₅). En la prueba estándar de DBO, una pequeña muestra de agua residual se coloca en una botella (volumen de 300 ml). La botella se completa a volumen usando agua saturada con oxígeno y con los nutrientes requeridos para crecimiento biológico. Antes de tapar la botella se mide la concentración de oxígeno. Después de incubar la botella por cinco días a 20°C, la concentración de oxígeno disuelto se mide de nuevo. La DBO de la muestra es la diferencia entre los valores de concentración de oxígeno disuelto. El valor calculado de DBO se conoce como la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días y 20°C.

2. Demanda química de oxígeno (DQO).-es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación.

3. Carbono orgánico total (COT).- la prueba es usada para medir el carbono orgánico total presente en una muestra acuosa. Los métodos para la prueba del COT utilizan oxígeno y calor, radiación ultravioleta, oxidantes químicos o alguna combinación de éstos para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono, el cual se mide con un analizador infrarrojo o por otros medios. El COT de determinada agua residual puede usarse como medida de su polución y en algunos casos ha sido posible relacionar este parámetro con la DBO y la DQO. La ventaja que el COT tiene a su favor radica en que el ensayo sólo tarda de 5 a 10 minutos. Si se puede obtener una relación válida entre los resultados del COT y la DBO en agua residual, entonces se recomienda el uso del COT para control de los procesos.

Características biológicas

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano, y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los principales grupos de organismos presentes en aguas superficiales y aguas residuales están conformados por bacterias, hongos, algas, protozoos, plantas, animales y virus.⁸

2.4.2.3 Tratamiento de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso complejo, exige un importante esfuerzo para la evaluación de las necesidades de depuración, tales como la caracterización de las aguas residuales. Esto último se logra a partir de diversas mediciones físicas, químicas y biológicas.

Procesos físicos

Los procesos físicos de tratamiento de aguas residuales son todos aquellos en los que se emplean las fuerzas físicas para el tratamiento. En general, las operaciones físicas se emplean durante todo el proceso del tratamiento de las aguas residuales, aunque algunas son casi exclusivamente operaciones de pre tratamiento (desbaste y homogenización de caudales).

Los principales procesos físicos son los siguientes:

⁸ Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.

- Desbaste
- Evaporación
- Homogenización de caudales
- Mezclado
- Flocculación
- Sedimentación
- Flotación
- Filtración

Desbaste.- La operación de desbaste consiste en la eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por retención en las superficies.

Los elementos utilizados para el desbaste son las rejillas y los tamices. Las rejillas presentan aberturas mayores de 25 mm mientras que en los tamices no serán superiores a 6mm. Las rejillas se utilizan para separar los sólidos grandes, que puedan producir daños y obstrucciones en bombas, válvulas, conducciones u otros elementos. El tamiz se usa tanto para el tratamiento primario como para la eliminación de sólidos en suspensión en el tratamiento secundario. La limpieza de las rejillas y tamices se puede realizar mecánicamente o manualmente.

Homogenización de caudales.- la homogenización de caudales se realiza en el tratamiento de aguas residuales para tener caudales de tratamiento iguales y concentraciones de contaminantes mucho más homogéneas. Esta operación produce una mayor efectividad en los tratamientos posteriores.

La ubicación de los homogenizadores en una planta depende del tipo de planta que se tenga pero, de una forma general, podemos decir que se encuentran entre el desarenador y el tratamiento primario. En algunos casos puede ser interesante situarlos entre el tratamiento primario y el secundario.

Mezclado.- se utiliza cuando sea necesario que una sustancia determinada, se homogenice totalmente en el seno de otra. Debe realizarse el mezclado en la precipitación química; en los procesos biológicos el aire se debe mezclar con los fangos activados; en el proceso de desinfección, las aguas procedentes del último tratamiento se deben mezclar con el cloro o el hipoclorito sódico.

Floculación.- La floculación es la operación en que las partículas en suspensión aumentan su superficie de contacto. Este aumento de la superficie de contacto es debido a la adición de productos químicos en los procesos de precipitación química o químicamente asistida. Debido a la floculación las partículas se agregan en partículas mayores y alcanzan la masa suficiente para sedimentar.

Sedimentación.- es la separación de los componentes del agua en dos fases, una fase sólida, que corresponde a los fangos y que está formada por partículas de sólidos suspendidos más pesados que el agua, que, por gravedad se depositan en el fondo, y una fase líquida formada por el agua y compuestos en disolución.

Se emplea en el desarenador, en el tanque de decantación primaria, después del proceso biológico, después del tratamiento químico de precipitación con coagulantes y en la concentración de sólidos en los espesadores de fangos.

Flotación.- es una alternativa a la sedimentación, utilizada en el tratamiento de algunas aguas residuales, en la que se fuerza la entrada de aire en las mismas, a presiones de entre 1.75 y 3.5 kg por cm. La flotación puede eliminar más de un 75 % de los sólidos en suspensión.

Filtración.- la operación de filtración permite la eliminación de sólidos en suspensión, procedentes las aguas después del tratamiento y sedimentación biológica, así como de la precipitación química.

La filtración se realiza, generalmente a través de los lechos filtrantes, compuestos de material granular, con o sin adición de productos químicos. También se pueden utilizar micro tamices. La filtración en medios granulados se realiza a través de varios mecanismos de eliminación tales como el tamizado, interceptación, impacto, sedimentación y adsorción.⁹

Procesos químicos

Son todos aquellos procesos en los que la eliminación de los contaminantes del agua residual se lleva a cabo mediante la adición de reactivos químicos o bien mediante las propiedades químicas de diversos compuestos. Los procesos químicos se utilizan en la depuración de aguas junto a operaciones físicas y procesos biológicos; los principales procesos químicos son los siguientes:

- Precipitación química
- Transferencia de gases
- Adsorción
- Desinfección
- Decloración
- Eliminación de sustancias inorgánicas disueltas
- Intercambio iónico
- Ósmosis inversa
- Ultrafiltración

Precipitación química.- consiste en añadir ciertos productos químicos al agua residual para conseguir que éstos alteren el estado físico de los sólidos disueltos o en suspensión y se produzca una eliminación por sedimentación.

⁹ Sans, (1999). Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La precipitación química puede ser el principal y único método de depuración de aguas residuales industriales; en otros casos puede ayudar a la operación de sedimentación cuando exista una gran concentración de sólidos disueltos y en suspensión, y se pueda utilizar como un tratamiento anterior o un proceso biológico.

Mediante la precipitación química puede obtenerse un agua casi exenta de sólidos en suspensión y en estado coloidal. En general se elimina del 80 al 90 % de la materia total en suspensión, del 40 al 70% de la DBO, del 30 al 60 % de DQO y del 80 al 90 % de bacterias. Tiene especial interés la eliminación del fósforo y de sustancias orgánicas disueltas.

Transferencia de gases.- es el proceso mediante el cual el gas es transferido de una fase a otra. En el tratamiento de aguas residuales, la transferencia se hace generalmente desde el gas al líquido, excepto en casos donde nos interesa eliminar el gas que se produce en un tratamiento determinado.

En las plantas de tratamiento de aguas residuales la aireación se realiza introduciendo aire en el agua hasta diversas profundidades. Los sistemas de aireación están formados por placas y tubos porosos, tubos perforados y difusores. También se utilizan aparatos de cizalladura hidráulica y mezcladores de turbina. Otra forma de aireación es con los denominados aireadores de superficie que introducen grandes cantidades de oxígeno en las aguas y que consisten en turbinas de alta velocidad que giran en la superficie del líquido parcialmente sumergidas. Estos aireadores cumplen la doble misión de introducir oxígeno en el agua y mezclar el líquido en el tanque.

Adsorción.-proceso por el cual los iones, o las moléculas, son retenidos sobre la superficie de un sólido. En el tratamiento de aguas residuales el proceso de flotación puede considerarse una adsorción, en donde el adsorbente son los sólidos en suspensión y el adsorbato es el aire o el gas utilizado.

El carbón activo es el adsorbente más utilizado en el tratamiento de aguas residuales. Los procesos de adsorción en el tratamiento de aguas residuales son, por lo general, muy poco utilizados.

Desinfección.- consiste en la eliminación de los organismos presentes en las aguas que pueden producir enfermedades. Se debe diferenciar entre la desinfección y la esterilización, ya que esta última implica la destrucción total de los organismos, mientras que la primera implica la destrucción de organismos que, por ingestión, pueden producir enfermedades en los hombres o en los animales.

La desinfección puede realizarse fundamentalmente mediante productos químicos y agentes físicos.

Los productos químicos más utilizados como desinfectantes son el cloro y sus compuestos, el ozono y el agua oxigenada. Los agentes físicos, son el calor, la luz y la radiación ultravioleta.

Decloración.- consiste en la eliminación de todo el cloro residual combinado. Los mejores agentes de decloración son el dióxido de azufre y el carbón activo. También se puede utilizar el sulfito sódico y el metabisulfito sódico.

Eliminación de sustancias inorgánicas disueltas.-se puede realizar con las operaciones siguientes: precipitación química, intercambio iónico, ósmosis inversa ultrafiltración; quizá la de mayor aplicación sea la precipitación química, los demás procesos son usados en tratamientos que permiten la reutilización de estas aguas.

Procesos biológicos

El tratamiento biológico de las aguas residuales se puede realizar en todo tipo de aguas y es generalmente un tratamiento secundario. Tiene como misión la coagulación y

eliminación de sólidos coloidales no sedimentables en la decantación primaria así como la estabilización de la materia orgánica.

Se consigue biológicamente utilizando una variedad de microorganismos principalmente bacterias.

Clasificación de los procesos biológicos:

Procesos de tratamiento aerobio de cultivo en suspensión.- se utilizan generalmente para eliminar la materia orgánica y para la nitrificación de las aguas residuales domésticas. Los tipos de tratamiento más ampliamente utilizados son:

- **Lodo activado.-** Se trata de un proceso aeróbico en el que partículas gelatinosas de lodo quedan suspendidas en un tanque de aireación y reciben oxígeno. Las partículas de lodo activado, llamadas floc, están compuestas por millones de bacterias en crecimiento activo aglutinadas por una sustancia gelatinosa. El floc absorbe la materia orgánica y la convierte en productos aeróbicos. La reducción de la DBO fluctúa entre el 60 y el 85 %.
- **El proceso de nitrificación.-** Son procesos llevados a cabo por determinados grupos de microorganismos bacterianos se utilizan en aquellas plantas de tratamiento de aguas residuales, donde aparte de la eliminación de la materia orgánica se persigue la eliminación de nitrógeno.
- **Estanque de estabilización o laguna.-** requiere una extensión de terreno considerable y, por tanto, suelen construirse en zonas rurales. Las lagunas opcionales, que funcionan en condiciones mixtas, son las más comunes, con una profundidad de 0.6 a 1.5 m y una extensión superior a una hectárea. En la zona del fondo, donde se descomponen los sólidos, las condiciones son anaerobias, la zona próxima a la superficie es aeróbica, permitiendo la oxidación de la materia orgánica disuelta y coloidal. Puede lograrse una reducción de la DBO de un 75 a un 85%.

Procesos anaerobios de tratamiento

Los procesos anaerobios son utilizados para la estabilización de fangos, en estos procesos se produce la descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno.

Los procesos anaerobios se dividen en cultivos en suspensión y cultivos fijos. Los principales procesos de cultivo en suspensión son: digestión anaerobia y procesos anaerobios de contacto.

- **Digestión anaerobia.-** En este proceso, la materia orgánica contenida en los fangos primarios y biológicos se convierte biológicamente, bajo condiciones anaerobias, en metano y dióxido de carbono.

El fango tratado no es putrescible y su contenido en organismos patógenos es muy bajo. Se utilizan dos tipos de digestores: baja carga y alta carga. El reactor de baja carga tiene tiempos de digestión altos y no se calienta ni se agita. El reactor de alta carga se calienta y agita, dando tiempos de retención mucho menores. Se puede utilizar también una combinación de ambos.

- **Proceso anaerobio de contacto.-** Este proceso se puede utilizar para aguas residuales industriales con alta carga de DBO. El agua residual se mezcla con fango recirculado y se digiere en un reactor anaerobio. Tras la digestión se realiza el mezclado completo del reactor y se separan los fangos en un clarificador o unidad de flotación al vacío. El sobrenadante se vierte como fluente y los fangos sedimentados se recirculan a la entrada. El exceso de fangos es pequeño.¹⁰

¹⁰ Sans, (1999). Sistemas de tratamiento de aguas residuales.

2.4.3 DESGLOSE DE LAS DEFINICIONES SUPRAORDINACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.

2.4.3.1 Calidad del agua

La calidad del agua de los ríos está muy influenciada por el uso al que se someta, de tal modo que este uso irá degradándola.

Los parámetros de calidad exigible a cada tipo de agua como: subterráneas, continentales, marítimas, etc. son variables, siendo distinto el comportamiento de cada una frente a la contaminación, pero en cualquier caso, la naturaleza de los cauces tiende a eliminar las sustancias contaminantes por sí mismas.

En el caso de los ríos como aguas superficiales, poseen unos índices de calidad que disminuyen con la proximidad a los núcleos de población, donde disminuirá su caudal y aumentarán los vertidos. El mayor foco de degradación es los vertidos de aguas residuales sin depurar, vertidos industriales, etc.

El agua de los tramos altos de los ríos es de buena calidad; apenas existen vertidos y su capacidad de autodepuración es alta por sus aguas rápidas y oxigenadas. Por el contrario, la calidad de la misma agua en los tramos bajos es mucho menor; presenta mayor cantidad de vertidos, tanto urbanos como industriales. La capacidad de autodepuración es menor debido a la lentitud y poca oxigenación de las aguas, así como al exceso de contaminantes.

Auto depuración.- la auto depuración de las aguas es un conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el curso del agua de modo natural y que provocan la destrucción de materias extrañas incorporadas a un río. Principalmente son las bacterias aerobias, que consumen materia orgánica con ayuda del oxígeno disuelto en el agua. Además, hay que añadir las plantas acuáticas, que

asimilan algunos componentes en forma de nutrientes, así como otros procesos fotoquímicos, diluciones, etc.

La capacidad de auto regeneración de un río depende de los siguientes aspectos principales; el caudal, que permitirá diluir el vertido y facilitar su posterior degradación, la turbulencia del agua, que aportará oxígeno diluido al medio, favoreciendo la actividad microbiana y, la naturaleza y tamaño del vertido.

En este sentido, la presencia en el agua de altas concentraciones de contaminantes, tanto biodegradable como elementos artificiales no biodegradables, anula el proceso de autodepuración, se rompe el equilibrio y queda una zona contaminada que resultará difícil recuperar si no es de forma lenta y/o artificial. Además hay que añadir que muchos plaguicidas, fertilizantes, metales pesados, etc. no desaparecen de los ambientes acuáticos sino que cambian de lugar. Se acumulan en el fondo de ríos y mares, se incorporan a las plantas, y de ahí, se incorporan a las cadenas tróficas, etc.

En el caso de vertidos de sustancias biodegradables, siempre existe la autodepuración. Aun así, la auto regeneración total depende de la cantidad de contaminantes, la naturaleza de los contaminantes, el vertido esporádico o permanente de efluentes, la temperatura, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, y la capacidad de diluir los distintos materiales que afectan el ambiente acuático.

En los mecanismos naturales de autodepuración de un río se distingue cuatro zonas según su contaminación y fase de depuración.

1. **Zona de degradación próxima al vertido.**- desaparecen las formas de vida más delicadas; algunos peces y algas, y aparecen otras más resistentes. El aspecto del agua es sucio, disminuye el contenido en oxígeno y aumenta la DQO. Comienza la degradación por parte de la flora microbiana.

2. En la **zona de descomposición activa**.- aparecen aguas sucias, ennegrecidas, con espumas, y malolientes. Existe una descomposición anaerobia que provoca un desprendimiento de gases.
3. La tercera **zona es la de recuperación**.- reaparecen los vegetales y el agua se clarifica. Todo ello debido a la presencia de oxígeno disuelto o procedente de la actividad fotosintética de los vegetales, que ayuda a degradar los compuestos contaminantes.
4. Por último, la **zona de aguas limpias**- donde se dan las características físico-químicas y la presencia de animales y vegetales acorde con la naturaleza del cauce.

A pesar de contar con la particularidad de la auto regeneración de las aguas, los grandes caudales de aguas residuales, tanto urbanas como industriales, vertidos sobre los ríos hace necesaria la instalación de depuradoras, evitando así la contaminación de los cauces.¹¹

2.4.3.2 Calidad ambiental

Es el conjunto de características (ambientales, sociales, culturales y económicas) que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región.

Es uno de los componentes de la calidad de vida en una comunidad, ya que dependiendo del estado de los recursos naturales renovables que la rodean, se

¹¹ Ambientum, edicion 2002. *Auto depuraciòn de los rios*. [en línea]. Disponible en: http://www.ambientum.com/revista/2002_11/AUTDPRCNGS2.asp

recibirán sus invaluable beneficios o caso contrario, sus efectos que se reflejarán en un impacto nocivo para la salud especialmente sobre la niñez y la tercera edad, adicionalmente de la flora y fauna del ecosistema alterado.

Uno de los objetivos principales de la calidad ambiental es conservar un medio ambiente sano, para lo cual es necesario que los recursos naturales receptores de los vertimientos, residuos y emisiones de las actividades humanas, a saber, el agua, el suelo y el aire, conserven unas condiciones de cantidad y calidad, que les permitan recibir determinado nivel de contaminantes y tener la capacidad de auto depurarlos de tal forma que se conserve un medio ambiente adecuado para la vida tanto de las personas como de las diferentes especies de fauna y flora que conforman nuestros ecosistemas.¹²

2.4.3.3 Saneamiento ambiental

El saneamiento ambiental se define como el conjunto de intervenciones dedicadas a mejorar el manejo de las excretas y desechos además del abastecimiento de agua.

Como práctica, el saneamiento ambiental consiste en el mantenimiento de los elementos del medio ambiente (tanto naturales como aportados por el hombre) en condiciones aptas para el desarrollo del ser humano tanto en lo individual como en lo colectivo. Estas prácticas son ejecutadas por los gobiernos e instituciones a través de obras, servicios, técnicas, dispositivos como respuesta a las necesidades sanitarias de las comunidades o pueblos.

Importancia del saneamiento ambiental

Se puede puntualizar en las siguientes razones:

¹² CDMV (Septiembre 2013). *Sistemas de información ambiental - calidad ambiental*, [en línea]. Disponible en: <http://www.cdmv.gov.co/web/index.php/calidad-ambiental.html>

- Calidad de vida: El hombre requiere del constante abastecimiento de agua potable para vivir. Sin una fuente de agua potable se incrementan las enfermedades infecciosas, se promueve el desaseo y se limitan todas las funciones sociales.
- Espacio: El hombre necesita área suficiente para vivir y para la realización de sus actividades; por ello, es negativo que haya un ambiente congestionado, superpoblado.
- Salud: Para el mantenimiento de la salud es indispensable que el ambiente tenga siempre suficiente aire puro, agua limpia no contaminada. Además se debe contar con los sistemas adecuados para la eliminación de aguas negras, excretas y desechos.

La evacuación de excretas es una parte muy importante del saneamiento ambiental. En muchas regiones del mundo, la evacuación higiénica de excretas constituye uno de los más apremiantes problemas sanitarios. La insuficiencia y la falta de condiciones higiénicas de los medios de evacuación de heces infectadas provocan la contaminación del suelo y de las aguas.

2.4.3.4 Buen vivir

El buen vivir, es la satisfacción plena de las necesidades básicas de toda la población, propone un modelo de vida mucho más justo y equitativo para todos. Nos invita a no consumir más de lo que el ecosistema puede soportar, a evitar la producción de residuos que no podemos absorber con seguridad y nos incita a reutilizar y reciclar todo lo que hemos usado. En esta época de búsqueda de nuevos caminos para la humanidad la idea del «buen vivir» tiene mucho que enseñarnos.

El mundo, que antes era lleno de naturaleza y vacío de gente, hoy es lleno de gente y cada vez más vacío de naturaleza. Lo que busca el buen vivir es que el mundo tenga naturaleza y gente pero en equilibrio, propone la incorporación de la naturaleza al

interior de la historia, no como factor productivo ni como fuerza productiva, sino como parte inherente al ser social.¹³

2.5 HIPÓTESIS

Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo, inciden en la calidad del agua del Río Pindo Grande de la Ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo

2.6.2 Variable Dependiente

Calidad del agua del Río Pindo Grande de la Ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza.

¹³ Gutiérrez F. (2012). *Que entendemos por el buen vivir*. [en línea]. Disponible en: <http://juansegarrafont.wordpress.com/2012/06/29/que-se-entiende-por-el-buen-vivir-2/>

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación sobre las aguas residuales y su incidencia en el río Pindo Grande es de carácter cualitativo y cuantitativo.

Cualitativo porque se trata de un fenómeno exploratorio de indagación que busca una comprensión de los hechos, utiliza técnicas de observación y análisis; y es cuantitativo puesto que permite conocer la probabilidad de que un hecho suceda a partir de seleccionar una muestra representativa y confiable, o si queremos saber la eficacia de un material o de una estrategia metodológica y también explica las técnicas empleadas en la investigación.

3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de campo.- es la intervención directa del investigador, desde la zona de afectación, en nuestro caso el barrio El Recreo, con la finalidad de obtener información real del sitio del proyecto.

Investigación aplicada.- se utilizara los conocimientos adquiridos anteriormente para ser aplicados en la investigación en proceso, con el objeto de traer beneficios a la sociedad.

Investigación bibliográfica.- se realiza la evaluación y análisis de normas, artículos, códigos, revistas, etc. para la información necesaria para la realización del estudio en curso.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación exploratoria.-se desarrollara para reunir datos preliminares y entendimiento sobre la verdadera naturaleza del problema, además de tratar de descubrir nuevas ideas o situaciones. El análisis de información primaria es cualitativo y los resultados que arroja este tipo de investigación son preliminares.

Investigación descriptiva.- se procurara describir de modo sistemático las características de la población, situación y área de interés. Se recogerá datos sobre la base de una hipótesis y luego serán analizados minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACION

Para la presente investigación se considera como población a todos los habitantes del barrio El Recreo.

Tabla 4: Habitantes del Barrio El Recreo

Numero de predios	263
Predios con edificaciones	86
Número de habitantes por cada edificación	4
Total de habitantes actuales	344

Fuente: Gad municipal de Pastaza

3.4.2 MUESTRA

Se procede a calcular el tamaño de la muestra mediante la siguiente formula:

$$n = \frac{N p q}{i^2(N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

i²= margen de error en este caso 0.05

Z= Para un margen de error del 5% el valor de Z= 1.96

E= error admisible

p= probabilidad de confianza (0.5)

q= probabilidad de fracaso (0.5)

$$n = \frac{344 \times 0.50 \times 0.50}{0.05^2 (344 - 1) + 1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}$$

n = 48 personas

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5: Variable independiente

Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Las aguas residuales domésticas son desechos provenientes de residencias, edificios e instituciones; principalmente de origen del metabolismo humano, contienen diversas sustancias de origen natural o artificial que pueden ser más o menos dañinas para el hombre, los animales y el ambiente.	Aguas residuales	Depuración de aguas residuales	¿Qué sistema de depuración de aguas residuales es el más óptimo para mejorar la calidad del agua del Río Pindo Grande?	La técnica a aplicarse es la observación de campo, laboratorio y directa no estructurada.
	Contaminación de ríos			

Elaborado por: Janina López S.

Tabla 6: Variable dependiente

**Calidad del agua del Río Pindo Grande de la Ciudad de Puyo, Provincia de
Pastaza.**

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La calidad del agua puede definirse como la composición físico-químico-biológica que la caracteriza y recordado el hecho de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso.	Alteración del ecosistema	Normas y reglamentos ambientales	¿Cuáles son los parámetros biológicos mínimos aceptables que debe tener un cuerpo de agua?	La técnica a aplicarse es la observación de campo, laboratorio y directa no estructurada.
	Calidad ambiental			

Elaborado por: Janina López S.

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 7: Plan de recolección de información

Preguntas Básicas	Explicación
¿Para qué?	- Evaluar el estado actual de los habitantes del sector. - Determinar el grado de contaminación del río.
¿Cuál es la población u objeto?	- Los habitantes del sector en estudio.
¿Sobre qué aspectos?	- Contaminación de las aguas del río Pindo Grande y las consecuencias causadas a la población aledaña.
¿Quién lo realiza?	- La persona que desarrolla la investigación.
¿Dónde procede?	- En el barrio El Recreo.
¿Qué técnicas de recolección se utilizan?	- La observación, de campo, laboratorio y directa no estructurada.

Elaborado por: Janina López S.

3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información se realizará a través de observaciones de campo que se desarrolla en el lugar donde ocurren los hechos o fenómenos investigados, en este caso son las descargas de las aguas residuales al río Pindo Grande. También se realizara observación de laboratorio con el fin de obtener análisis del agua del río.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

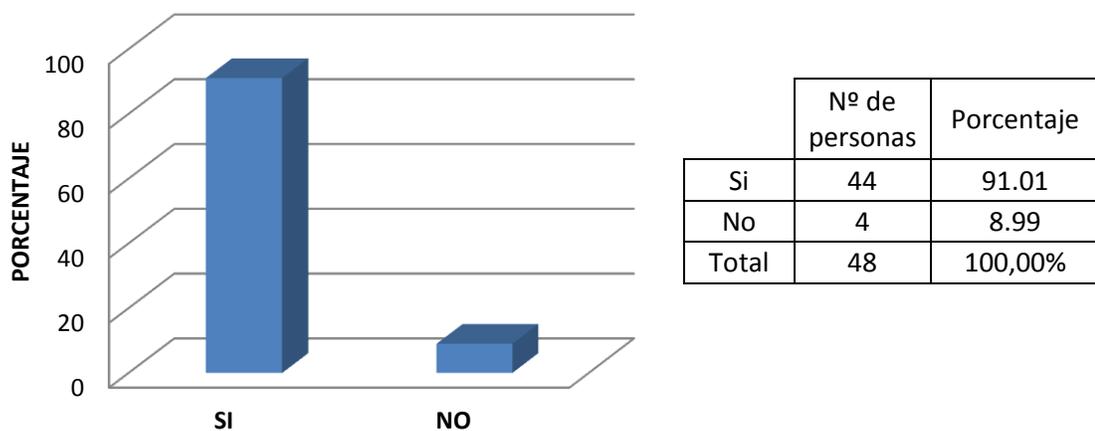
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Análisis de la ficha ambiental

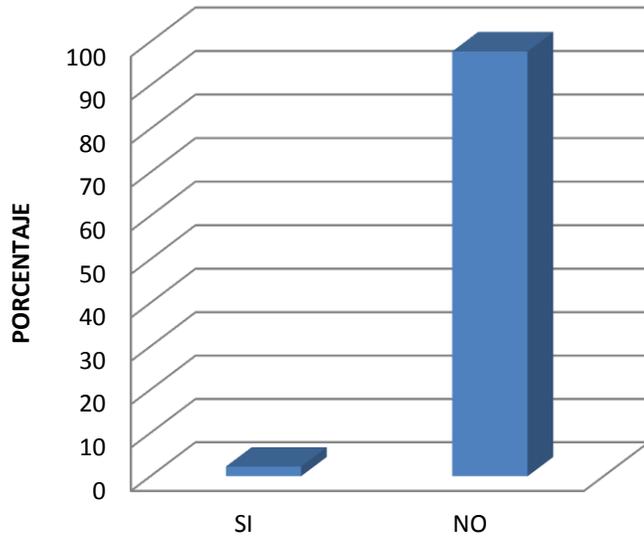
Mediante la observación de campo ejecutada en el lugar de estudio se pudo recolectar información a través de una ficha ambiental, en donde se reflejan datos claros sobre el entorno en el que vive una población considerable, además de datos de como aporta dicha población a la contaminación del río Pindo Grande y a su vez las consecuencias que ello conlleva a la misma población aledaña y la existente aguas abajo.

Además con las encuestas ejecutadas se pudo constatar la necesidad de los habitantes de realizar un proyecto de tratamiento de las aguas servidas domésticas. A continuación se presentan los resultados obtenidos en una muestra de 89 habitantes.

Pregunta 1: El barrio el Recreo cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario

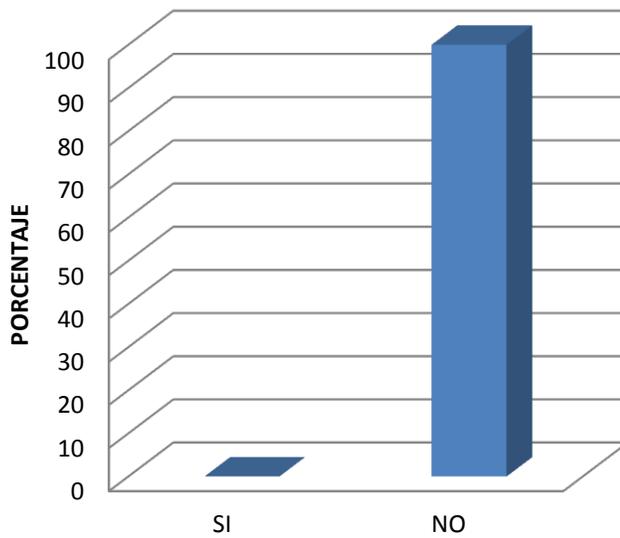


Pregunta 2: Este sistema dispone de un tratamiento de aguas residuales domésticas



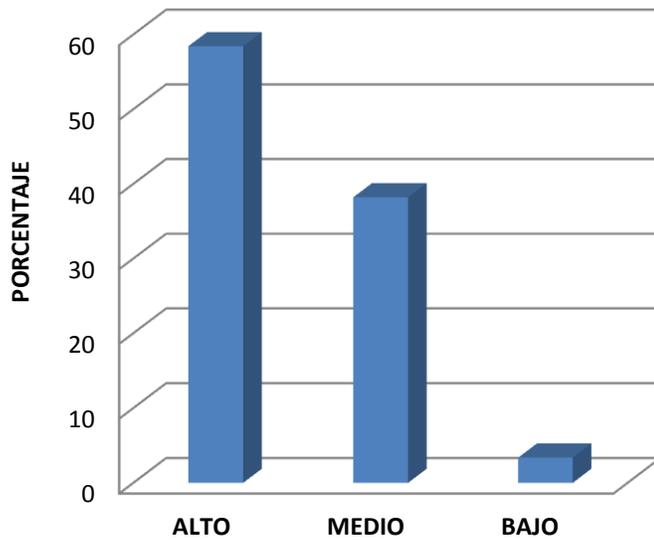
	Nº de personas	Porcentaje
Si	1	2,25
No	47	97,75
Total	48	100,00%

Pregunta 3: Brinda usted algún tipo de tratamiento a las aguas residuales producidas en su vivienda



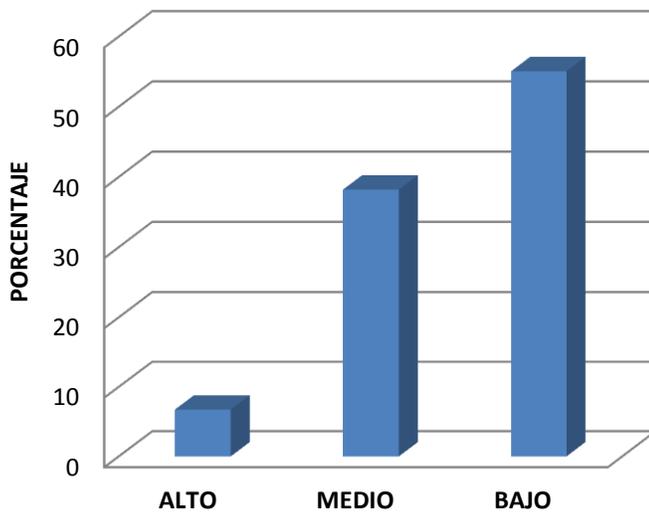
	Nº de personas	Porcentaje
Si	0	0
No	48	100
Total	48	100,00%

Pregunta 4: Como considera el nivel de contaminación del rio Pindo Grande debido a la descarga de las aguas residuales domésticas



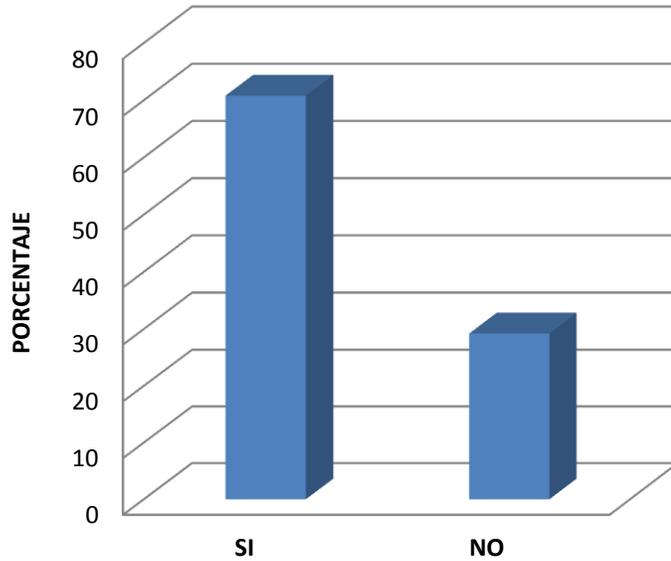
	Nº de personas	Porcentaje
Alto	28	58,43
Medio	18	38,20
Bajo	2	3,37
Total	48	100,00%

Pregunta 5: Como considera la cantidad de fauna acuática típica de rio Pindo Grande



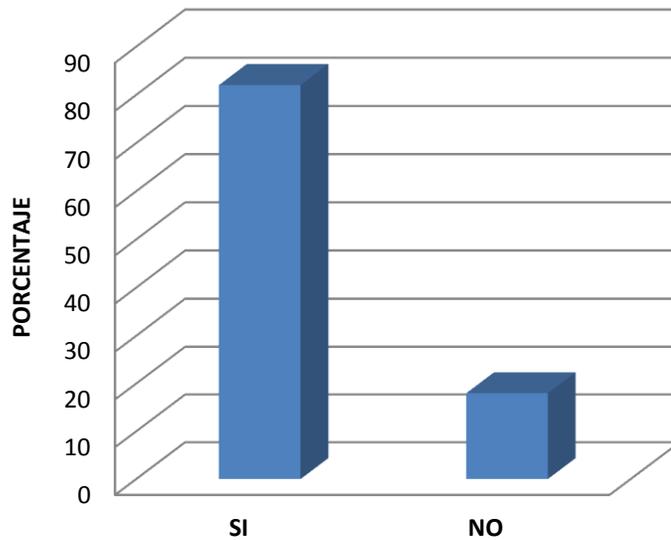
	Nº de personas	Porcentaje
Alto	3	6,74
Medio	18	38,20
Bajo	27	55,06
TOTAL	48	100,00%

Pregunta 6: Considera usted que es necesario el tratamiento de las aguas residuales domésticas



	Nº de personas	Porcentaje
Si	46	95,51
No	2	4,49
Total	48	100,00%

Pregunta 7: Cree usted que la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales mejorara la calidad del agua del río Pindo Grande



	Nº de personas	Porcentaje
Si	39	82,02
No	9	17,98
Total	48	100,00%

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Después de la visita técnica a los sitios de descarga del barrio El Recreo en el río Pindo Grande, de haber cumplido con la ficha ambiental que se anexa al final y de haber realizado la encuesta correspondiente, queda claro que la descarga directa de las aguas residuales domésticas es un foco fundamental en la contaminación del agua del río Pindo Grande, puesto que se pudo observar que el agua tenía cierta turbiedad, era sucia y mal oliente, existe baja cantidad de fauna acuática, mientras que la flora existente no es la que comúnmente se ve en un río no contaminado sino más bien son especies que se generan y son resistentes al tipo de agua contaminada que se genera en el lugar; además se pudo mantener un diálogo con las personas que habitan junto al río y manifestaron que era un gran problema sobre todo en épocas de estiaje debido a que el caudal del río disminuye y pierde su capacidad de autodepuración, por ende se incrementa la proliferación de insectos y de este modo se generan enfermedades que afectan fundamentalmente a niños y ancianos.

4.3 VERIFICACION DE LA HIPOTESIS

4.3.1 Hipótesis

Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo, inciden en la calidad del agua del Río Pindo Grande de la Ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza.

4.3.2 Verificación de la hipótesis

Evaluando la ficha ambiental, la encuesta realizada conjuntamente con la observación que se realizó, se comprueba que las aguas residuales domésticas descargadas al río Pingo Grande inciden de forma directa en la calidad del agua del mismo, debido a que no existe un sistema de tratamiento anterior a la descarga.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Debido al crecimiento poblacional del barrio El Recreo la contaminación del río Pindo Grande también ha incrementado, por lo que es necesaria la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas servidas domésticas.
- La implementación de un sistema de tratamiento de aguas servidas domesticas no solo evita la contaminación del río, sino también mejora la calidad de vida de las habitantes aguas abajo.
- Es fundamental dar tratamiento a las aguas servidas domesticas para mitigar la proliferación de insectos y bacterias y de este modo evitar la aparición de enfermedades infecciosas en la población aledaña.
- La recuperación de cierto grado de pureza de las aguas del rio ayudaran a rescatar la flora y fauna típica del lugar al igual que se podrá considerar como un sitio turístico y de recreación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es fundamental que en la ciudad se realice una planificación previo a dar paso a edificar en las zonas donde se está expandiendo la ciudad con la finalidad de evitar futuros problemas como la contaminación con la descarga directa de las aguas residuales domésticas.
- Realizar campañas de concientización a la ciudadanía con la finalidad de crear una cultura de protección a los sistemas de alcantarillado.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PARA EL BARRIO EL RECREO DE LA CIUDAD DE PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Demografía

Según el censo de población del 2010, la ciudad de Puyo tiene 33.557 habitantes.

6.1.2 Economía

La ciudad es el mayor centro económico y comercial de la provincia de Pastaza. Alberga grandes organismos financieros y comerciales del país. Su economía se basa en el comercio, el turismo y la agricultura.

6.1.3 Ubicación geográfica

El rio Pindo Grande atraviesa junto al barrio El Recreo perteneciente a la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, aproximadamente a 924m sobre el nivel del mar, a una latitud de 0° 59' -1" S y a una longitud de 77° 49' 0" W.

6.1.4 Transporte

Gran parte de las calles de la ciudad están asfaltadas y adoquinadas aunque algunas están desgastadas y otras de las calles son lastradas. Para ingresar al barrio El Recreo tenemos dos accesos, la Av. Tarqui y la Calle 9 de Octubre, ambas asfaltadas.

6.1.5 Clima

El clima es cálido húmedo, la temperatura varía entre los 18° y 33° C. debido a su altitud (924 msnm.)

6.1.6 Pluviometría

Según datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Río Amazonas, la ciudad de Puyo presenta una precipitación mensual promedio de 447.22mm mensuales, tomando en cuenta que los meses de abril, mayo y junio son los que presentan mayor intensidad de lluvia, llegando a lecturas entre 500 y 700mm; mientras tanto los meses de agosto y septiembre son de bajas precipitaciones de entre 300 y 400mm.

6.1.7 Características del río Pindo Grande

El río Pindo Grande es uno de los principales ríos de la ciudad de Puyo, su temperatura aproximada es de 22°C, se caracteriza por ser medianamente caudaloso y atraviesa por la parte sur de la ciudad; debido a su topografía favorable las poblaciones se han establecido en sus cercanías.

De acuerdo al código de regulación urbana de la ciudad de Puyo, que se presenta a continuación, el río Pindo Grande tiene un caudal superior a los 1000lt/seg.

Tabla 8: Clasificación de ríos, esteros y riachuelos

Clasificación	Definición	Ancho promedio del cauce en época seca (referencial)	Caudal promedio mínimo (referencial)	Ejemplos
Estero principal	Segmentos hídricos formados por la unión de cuatro esteros	Entre 5.1 y 12 metros	Mayor a 20lt/s y menor a 100lt/s	San Pedro, Citayacu, Talanga, Palimbe, Cristalino
Riachuelo	Segmentos hídricos formados por la unión de más de cuatro esteros		Mas de 100lt/s y menor a 500lt/s	Jatunyasu, Chilcayacu, Salomé
Ríos secundarios de segundo orden	Segmentos hídricos formados por tres riachuelos	Entre 13m y menor a 20m	Entre 500lt/s y menor a 1000lt/s	Pambay, Pindo chico, Sandalias
Ríos secundarios de primer orden	Segmentos hídricos formados por más de tres riachuelos	Igual o mayor a 20m	Mayor a 1000lt/s	Pindo Grande
	Segmento hídrico principal en la micro cuenca			Río Puyo

Fuente: código de regulación urbana de la ciudad de Puyo

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El GAD Municipal del Cantón Pastaza se ve en la necesidad de ejecutar los estudios correspondientes al tratamiento de las aguas residuales domesticas como parte fundamental para la recuperación de las características de calidad del agua de los ríos y que estos continúen siendo atractivos turísticos, que permitan rescatar la flora y fauna del lugar al igual que ayuden a disminuir la proliferación de enfermedades a los habitantes en las zonas aledañas a los ríos aguas debajo de la descarga.

6.3 JUSTIFICACION

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas tienen como pilar fundamental, mejorar las características de las aguas residuales previas a la descarga a cualquier fuente hídrica cercana; esto hace que sean unidades fundamentales para no alterar el ecosistema del sector. Por lo que el presente proyecto está enfocado en la recuperación de la flora y fauna de las aguas del río Pindo Grande y mejorar a la vez la calidad de vida de los habitantes de la zona.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Identificar un sistema de depuración de aguas residuales óptimo para descontaminar al ecosistema del rio Pindo Grande en el Barrio El Recreo de la Ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza

6.4.2 Específicos

- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.
- Crear una cultura de desarrollo sostenible y sustentable.

- Transformar los residuos retenidos en lodos estables y velar porque sean utilizados correctamente.
- Obtener un agua efluente de mejores características de calidad y cantidad, tomando como base ciertos parámetros normalizados.
- Recuperar la belleza escénica del río Pindo Grande, fortaleciendo actividades de esparcimiento y turismo.

6.5 ANALISIS DE FACTIBILIDAD

Para el sistema de tratamiento que se proponga se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- El área de implantación de las unidades de tratamiento debe ser mínima
- El sistema debe ser de fácil operación y mantenimiento, con la finalidad de que en casos extremos o de emergencia, esta, pueda ser puesta en marcha y se pueda reparar o realizar la limpieza por una persona que no necesariamente tenga un conocimientos avanzados sobre de la misma.
- Se debe tomar en cuenta la factibilidad constructiva. En este caso hablaremos de la parte económica, esta debe estar dentro de un rango que sea accesible al presupuesto del GAD Municipal del Cantón Pastaza.
- Se debe realizar un estudio adicional del impacto ambiental.

6.6 FUNDAMENTACION

El presente proyecto está basado en las normas EX – IEOS, al código ecuatoriano de la construcción (CEC), así como también varios de los parámetros de diseño serán tomados en base a los ensayos de laboratorio ejecutados, entre ellos:

- Solidos totales
- Solidos totales disueltos

- Demanda química de oxígeno
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Entre otros

Además es necesario indicar que las unidades de tratamiento que se diseñan en el presente proyecto son determinadas de acuerdo a los resultados de los análisis de las aguas residuales.

6.7 METODOLOGIA

El sistema que se propone es de acuerdo a los resultados del análisis de las aguas, además del análisis de factibilidad. Por lo que se propone un sistema compuesto por las siguientes unidades:

- Una rejilla
- Un desarenador
- Una batería de reactores
- Un filtro biológico de flujo ascendente
- Para el tratamiento de lodos, se ubicaran dos unidades de secado

6.7.1 Parámetros de diseño

- Periodo de diseño = 25 años
- Culminación de vida útil del proyecto = 2039
- Población futura = 2658 hab
- Área del estudio = 13.15 ha
- Densidad poblacional = 26.15 hab
- Profundidad de tubería = 1.20 m

6.7.2 Caudal de diseño

$$Qd = Q_{med\ a.s.} * M + q_{inf}$$

Donde:

Qd = caudal de diseño

Qmed a.s. = caudal medio de agua potable para aguas servidas

M = factor de mayoración o simultaneidad de Babbit

Qinf =caudal de infiltración (de los cálculos hidráulicos)

$$Q_{med\ a.s.} = f * \frac{Pd * Df}{86400}$$

f = factor para aguas servidas = 0.80

$$Q_{med\ a.s.} = 0.80 * \frac{2658hab * 200\ lt/hab.\ dia}{86400seg}$$

$$Q_{med\ a.s.} = 4.43\ lt/seg$$

$$M = \frac{4}{Pm^{0.2}}$$

Pm = población de diseño en miles

$$M = \frac{4}{2658^{0.2}}$$

$$M = 2.65$$

$$Q_{A.S.} = Q_{med\ a.s.} * M$$

$$Q_{A.S.} = 4.43 \frac{lt}{seg} * 2.65$$

$$Q_{A.S.} = 11.74 \frac{lt}{seg}$$

$$Qd = Q_{A.S} + q_{inf}$$

$$Qd = 11.74 \frac{lt}{seg} + 0.328 \frac{lt}{seg}$$

$$Qd = 12.07 \text{ lt/seg}$$

6.7.3 Diseño de las unidades de tratamiento

- Diseño de la rejilla

$$Qd = 3.2 * b * (C * K * L)^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

Q = caudal de ingreso a la rejilla (m³/s)

K = coeficiente que reduce el área total a área efectiva disponible para el paso del agua y está dado por:

$$K = (1 - f) * \frac{s}{s + t}$$

Donde:

f = % de la superficie que queda obstruida por las arenas, gravas y basuras que se incrustan entre los barrotes, recomendando un valor entre 10% - 30%, se ha adoptado un f = 20%.

s = espaciamiento entre barrotes = 2cm adoptado.

t = ancho de la rejilla, se utilizara platinas de 25*6mm.

e = espesor del barrote = 6cm.

C = coeficiente de contracción que depende de la inclinación de la rejilla (β = 20°)

$$C = C_o - 0.325 * i$$

$$i = \text{tg}(\beta) = \text{tg}(20) = 0.36$$

C_o = coeficiente que depende de la relación e/s

Para e/s > 4; $C_o = 0,60$

Para e/s < 4; $C_o = 0,50$

$$C_o = \frac{6cm}{2cm}$$

$$C_o = 3 < 4; C_o = 0.50$$

b = ancho de la rejilla perpendicular a las aguas que llegan.

L = longitud de la rejilla.

Calculo de las dimensiones de la rejilla:

$$Q_d = 12.07 \text{ lt/seg}$$

$$Q_d = 0.01207 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$b = \frac{Q_d}{3.20 * (C * K * L)^{3/2}}$$

$$b = \frac{0.01207}{3.20 * (C * K * L)^{3/2}}$$

$$b = \frac{0.00377}{(C * K)^{3/2} * L^{3/2}}$$

$$K = (1 - f) * \frac{s}{s + t}$$

$$K = (1 - 0.20) * \frac{2cm}{2cm + 2.5cm}$$

$$K = 0.35$$

Calculo de C:

$$C = C_o - 0.325 * i$$

$$C = 0.50 - 0.325 * 0.36$$

$$C = 0.383$$

Entonces:

$$b = \frac{0.00377}{(0.383 * 0.35)^{3/2} * L^{3/2}}$$

$$b = \frac{0.0768}{L^{3/2}}$$

Por tanteo tenemos los siguientes valores:

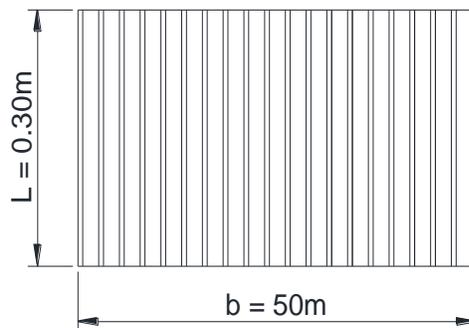
Si $L = 0.15\text{m}$ $b = 1.32\text{m}$

Si $L = 0.20\text{m}$ $b = 0.86\text{m}$

Si $L = 0.25\text{m}$ $b = 0.61\text{m}$

Si $L = 0.30\text{m}$ $b = 0.47\text{m}$

Esquema de la rejilla:



La rejilla tendrá 20 platinas, separadas 2cm entre sí.

Calculo del calado:

$$H_o = \left(\frac{Q}{m * b} \right)^{2/3}$$

m = coeficiente = 1.84

$$H_o = \left(\frac{0.01207 \text{ m}^3/\text{seg}}{1.84 * 0.50 \text{ m}} \right)^{2/3}$$

$$H_o = 0.0556 \text{ m}$$

$$H_o = 5.56 \text{ cm}$$

Comprobación del caudal que pasa por la rejilla:

$$Q = 2.55 * C * K * L * b * (H_o)^{0.5}$$

$$Q = 2.55 * 0.383 * 0.35 * 0.30 * 0.50 * (0.0556)^{0.5}$$

$$Q = 0.01209 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 12.09 \text{ lt}/\text{seg} > 12.07 \text{ lt}/\text{seg}$$

Es seguro que el caudal para el que está diseñada la rejilla va a atravesar por la misma.

Nota: la rejilla tendrá el mismo ancho que el desarenador para evitar que se obstruya el flujo del agua.

- Diseño del desarenador

Se consideran los siguientes aspectos:

1. El nivel del agua de la cámara se considera horizontal
2. La distribución de sedimentos se asume de acuerdo a un diagrama rectangular.
3. La turbiedad del agua que ingresa al desarenador es constante.
4. La velocidad media del flujo se asume constante y que no varía a lo ancho de la cámara ni en el tiempo.
5. El lavado de los sedimentos se produce en régimen de flujo uniforme.

6. Las variaciones de velocidad de sedimentación en función de las variaciones de temperatura del agua se consideran despreciables.

Datos para el cálculo del desarenador:

Tabla 9: Velocidades límites para sedimentación

Tipo de material	V limite (m/seg)
Para la arcilla	0.081
Para la arena fina	0.160
Para la arena gruesa	0.216

Tabla 10: Velocidades de sedimentación

Nº	Diámetro de partícula (mm)	Velocidad de caída w (cm/seg)
1	0.05	0.178
2	0.10	0.692
3	0.15	1.560
4	0.20	2.160
5	0.25	2.700
6	0.30	3.240
7	0.35	3.780
8	0.40	4.320
9	0.45	4.860
10	0.50	5.400
11	0.55	5.940
12	0.60	6.480
13	0.70	7.320
14	0.80	8.070
15	1.00	9.440
16	2.00	15.290
17	3.00	19.250
18	5.00	24.900

Tamaño de las partículas a ser retenidas:

Según las normas de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento (MIDUVI), el desarenador debe tener la capacidad de retener partículas mayores a 0.20mm de diámetro, ya que estas representan el 30% del total de sedimentos.

Caudal de diseño:

Anteriormente se ha establecido un caudal de diseño $Q_d = 12.07 \text{lt/s} = 0.01207 \text{m}^3/\text{s}$

Velocidad de sedimentación:

Se toma de la tabla 10, en base al diámetro mínimo de partículas a ser removidas, para ello se toma la partícula N° 4 y su velocidad de caída es igual a 2.160m/s

Profundidad media del desarenador:

Se debe tomar en cuenta que este tipo de desarenador requiere de operaciones de limpieza hidráulica, por lo que se recomienda cámaras de mediana profundidad, con la finalidad de facilitar el desalojo de los materiales depositados en ellas.

Velocidad de lavado:

Para tener una limpieza adecuada, la velocidad debe ser mayor a 2m/s y el caudal para lavado de la cámara debe ser $0.3Q_d$.

Calculo del desarenador:

Se considera que el desarenador sea de una sola cámara por el caudal, así como por la alimentación a los reactores debe ser continua y no debe interrumpirse por ningún motivo su funcionamiento.

Datos:

$$Q_d = 12.07 \text{ lt/s} = 0.01207 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tamaño de mínimo de la partícula a ser retenida = 0.2mm

Calculo del área del desarenador:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Q = caudal de diseño

V = velocidad horizontal del flujo en el desarenador = 0.16 m/s (Tabla 9).

$$A = \frac{0.01207 \text{ m}^3/\text{s}}{0.16 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.075 \text{ m}^2$$

El área hidráulica es igual a $A = B \cdot h$

Donde;

$$\frac{B}{h} \geq 10.50 \Rightarrow h = \frac{B}{10.50}$$

El ancho B de la cámara será igual a:

$$A = \frac{B \cdot B}{10.50}$$

$$B = (10.50 \cdot 0.075)^{0.5}$$

$$B = 0.889 \text{ m}$$

$$B \approx 0.90 \text{ m}$$

Calculo de la altura del agua:

$$h_{camara} = \frac{Q_{camara}}{B_{camara} * V_{horizontal}} = \frac{Qd}{B_{camara} * V_{horizontal}}$$
$$h_{camara} = \frac{0.01207 m^3/s}{0.90m * 0.16 m/s}$$
$$h_{camara} = 0.0838m = 8.38cm$$

Revisión de la velocidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$
$$V = \frac{0.01207 m^3/s}{0.90m * 0.0838m}$$
$$V = 0.16 m/s$$

Calculo de la longitud del desarenador:

$$L_{util} = K * H_{util} * \frac{V}{W}$$

K = coeficiente e seguridad. Se asume entre 1.20 a 1.50

W = velocidad de sedimentación de las partículas a ser atrapadas.

A mayor temperatura mayor velocidad de sedimentación.

$$L_{util} = 1.50 * 0.0838m * \frac{0.16 m/s}{0.0216 m/s}$$

$$L_{util} = 0.93m$$

$$L_{desarenador} = 1.0m$$

En resumen: B = 0.90m
 L = 1.00m
 h = 0.0838m

Calculo de la transición:

$$\text{Longitud de transición } L_t = \frac{B_d - B_c}{2 \tan 12.50}$$

$$\text{Longitud de transición } L_t = \frac{0.90 - 0.30}{2 \tan 12.50}$$

$$\text{Longitud de transición } L_t = 1.35\text{m}$$

Calculo del vertedero de salida:

Debido a que se ha considerado tres unidades de tratamiento, por lo que el caudal de diseño será:

$$Q_d = \frac{12.07 \text{ lt/seg}}{2}$$

$$Q_d = 6.035 \text{ lt/seg}$$

$$Q_d = 0.006035$$

L = ancho del vertedero

$$H_{\max} = \left[\frac{Q_d}{1.84 * L} \right]^{2/3}$$

$$H_{\max} = \left[\frac{0.006035 \text{ m}^3/\text{seg}}{1.84 * 0.30\text{m}} \right]^{2/3}$$

$$H_{\max} = 0.0493\text{m}$$

$$H_{\max} = 4.93\text{cm}$$

Dimensiones del vertedero:

$$L = 0.30\text{m}$$

$$H_{\max} = 4.93\text{cm}$$

$$HT = 0.05m$$

Calculo de la cámara para lodos:

Datos:

$$Q = 12.07lt/seg = 1042.85m^3/día$$

$$\text{Concentración de solidos (C)} = 100mg/lt$$

$$\text{Peso específico de los sólidos} = 1890 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Producción de solidos } X_{ss} = Q * C$$

$$X_{ss} = 1042.85 \frac{m^3}{día} * \left(100 \frac{mg}{lt}\right) * \left(\frac{1kg}{10^6 mg}\right) * \left(1000 \frac{lt}{m^3}\right)$$

$$X_{ss} = 104.285 \text{ kg/día}$$

Volumen de sólidos producidos:

$$V_{ss} = \frac{X_{ss}}{\text{Peso.especifico}}$$

$$V_{ss} = \frac{104.285 \text{ kg/día}}{1890 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{ss} = 0.055 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Si se considera que el periodo de lavado recomendado es cada 15 días:

$$VT = V_{ss} * t$$

$$VT = (0.055 \text{ m}^3 / \text{día}) * 15 \text{ dias}$$

$$VT = 0.825 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la cámara de destinada para lodos tendrá las siguientes dimensiones:

$$L = 1.00m$$

$$B = 0.90\text{m}$$

$$\text{Pendiente} = 5\%$$

Calculo de la altura h1:

$$h1 = L * \text{pendiente}$$

$$h1 = 1.0\text{m} * 0.05$$

$$h1 = 0.05\text{m}$$

$$h1 = 5\text{cm}$$

Calculo de la altura para lodos H:

$$H = \frac{VT}{L * B}$$

$$H = \frac{0.825\text{m}^3}{1.0\text{m} * 0.90\text{m}}$$

$$H = 0.92\text{m}$$

Altura total del desarenador HT:

$$HT = ht + h1 + H$$

Donde;

ht = altura del canal de transición

h1 = debido a la pendiente del fondo que es del 5%

H = altura para almacenamiento de lodos

$$HT = 0.40\text{m} + 0.05\text{m} + 0.92\text{m}$$

$$HT = 1.37\text{m}$$

$$HT = 1.40\text{m} \quad \text{adoptado por razones constructivas}$$

Debido a que los vertederos rectangulares de ingreso a los reactores son de las siguientes medidas:

$$B = 0.30\text{m}$$

$$H = 0.10\text{m}$$

$$h_1 = 4.93\text{cm}$$

- **Diseño del reactor anaerobio de flujo ascendente**

Fundamento de la digestión anaerobia.- es un proceso fermentativo al que están expuestos los diferentes tipos de residuos.

Diseño del tratamiento:

Datos:

$$P_d = 2658\text{hab.}$$

$$n = 25 \text{ años}$$

$$\text{Dotación de agua potable} = 200\text{lt/hab.día}$$

$$Q_{m\ as} = 4.43 \text{ lt/seg} = 382.75\text{m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{max. Diario}} = 12.07 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{\text{trat.}} = 12.07 \text{ lt/seg} = 1042.85 \text{ m}^3/\text{día} = 43.45 \text{ m}^3/\text{hora} \text{ (caudal crítico)}$$

$$DQO = 460 \text{ mg/lt}$$

$$DBO_5 = 265 \text{ mg/lt}$$

Calculo de la carga orgánica doméstica (LD):

$$LD = K * D_f * P_f$$

$$LD = 265 \text{ mg/lt} * 200 \text{ lt/hab.dia} * 2658 \text{ hab} * \left(\frac{1 \text{ gr}}{1000 \text{ mg}} \right) * \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \right)$$

$$LD = 140.87 \text{ Kg} - \text{DBO5} / \text{dia}$$

Calculo de la carga orgánica total:

$$LT = LD + Li$$

Donde $Li = 0$; en vista de que no se tiene carga industrial.

$$LT = 140.87 + 0$$

$$LT = 140.87 \text{ Kg} - \text{DBO5} / \text{dia}$$

$$Fo = \text{DBO5}$$

$$Fo = 0.265 \text{ kg} - \text{DBO5} / \text{m}^3$$

Recomendaciones de las Normas Ex IEOS:

1. La carga hidráulica o superficial $< 0.77 \text{ m}^3 / \text{m}^2 * \text{hora}$
2. La carga de diseño $\leq 1.00 \text{ kg DBO5} / \text{m}^3$
3. Retención hidráulica de 7 a 17 horas.

Dimensionamiento del reactor:

Numero de reactores = 2.0 unidades

Tiempo de retención hidráulica = 7.10 horas

$$VT = TRH * QT$$

$$VT = 7.10 \text{ horas} * 43.45 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

$$VT = 308.50 \text{ m}^3$$

La altura del reactor varía de 2.50 a 3.50m, por lo tanto tomamos un valor promedio para que el costo no sea muy elevado.

$$H = 3m$$

Calculo del área total (AT) del reactor:

$$Area = \frac{VT}{H}$$

$$Area = \frac{308.50m^3}{3m}$$

$$Area = 102.83m^2$$

Calculo del área de cada reactor (Ar):

$$Ar = \frac{Atotal}{Numerodereactores}$$

$$Ar = \frac{102.83m^2}{2}$$

$$Ar = 51.42m^2$$

Las dimensiones del reactor son:

La relación L/B 1.50 a 2.00

$$L = 2.00B$$

$$Area = B * L$$

$$Area = B * 2B$$

$$Area = 2B^2$$

$$51.42m^2 = 2B^2$$

$$B = 5.07m \approx 5.10m$$

$$L = 2 * 5.10m$$

$$L = 10.20m$$

Por lo tanto las dimensiones del reactor serán:

$$L = 10.20\text{m}$$

$$B = 5.10\text{m}$$

$$H = 3.0\text{m}$$

El volumen del reactor será = 156.06m^3

Verificación de la velocidad superficial:

$$CS = \frac{Qd}{Ar}$$

$$CS = \frac{1042.85\text{m}^3/d}{2 * 52.02\text{m}^2}$$

$$CS = 10.02 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * d$$

$$CS = 0.418 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * h < 0.77 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * h \Rightarrow OK$$

Verificación de la carga de diseño:

$$CD = \frac{Fo * Qr}{Vr}$$

$$CD = \frac{(0.265\text{kgDQO5}/\text{m}^3) * 1042.85\text{m}^3/d}{308.50\text{kgDQO5}/\text{m}^3.d}$$

$$CD = 0.89\text{kgDQO5}/\text{m}^3.d$$

$$CD < 1.0 \quad \Rightarrow \quad OK$$

Cálculo del tiempo de retención hidráulico:

$$TRH = \frac{Vr}{Qr}$$

$$TRH = \frac{156.06m^3}{521.43m^3/d}$$

$$TRH = 0.299días$$

$$TRH = 7.18horas > 7horas \Rightarrow OK$$

- **Producción de fangos**

Para el cálculo de la producción de fango digerido, se recomienda tomar una producción de 0.26 lt/hab*día, por lo tanto se tiene:

Producción de fango digerido (Fd) = 0.26 lt/hab*día

Población de diseño (Pd) = 2658hab

Producción total (Ft)

$$Ft = Fd * Pd$$

$$Ft = 0.26 \frac{lt}{hab} dia * 2658hab * \left(\frac{1m^3}{1000lt} \right)$$

$$Ft = 0.69m^3/día$$

El fango por reactor será:

Numero de reactores (N) = 2unidades

Volumen de fangos por reactor (F/r)

$$F / r = \frac{Ft}{N}$$

$$F / r = \frac{0.69m^3/día}{2}$$

$$F / r = 0.35m^3/día$$

Si consideramos que el lodo para que esté estabilizado requiere de un tiempo de 55 días y que está en función de la temperatura en el interior del reactor que es aproximadamente de 15 grados centígrados, calculamos la producción de fangos en ese tiempo:

Calculo del volumen de fangos digeridos en este periodo:

Volumen de fangos por reactor (F/r) = $0.35m^3/día$

Tiempo de estabilización (T) = 55 días

$$V_f = F / r * T$$

$$V_f = 0.35m^3/día * 55días$$

$$V_f = 19.25m^3$$

Calculo de la altura de fangos digeridos:

Volumen de fangos digeridos (Vf) = $19.25m^3$

Area del reactor (Ar) = $52.02m^2$

Altura de fangos digeridos (Hf)

$$H_f = \frac{V_f}{A_r}$$

$$H_f = \frac{19.25m^3}{52.02m^2}$$

$$H_f = 0.37m$$

Calculo del periodo de descarga al lecho de lodos:

Si se tiene que en 55 días el fango digerido está en condiciones de ser descargado, además la altura que alcanzaría el fango en el reactor es de 0.37m, si duplicamos la altura del fango, se tendría un periodo mayor para la estabilización del fango, por lo

que la altura máxima a la que llegaría el fango sería 0.74m, para ello debe transcurrir un periodo de 110 días.

A partir de que el fango alcance esta altura, se proyecta descargar cada 3 meses 0.20m, lo que equivale a un volumen de $10.40m^3$ de fango del reactor, este volumen se distribuye a los dos lechos de secados y se tendrá la siguiente altura:

Volumen de fango a descargar (V_f):

$$V_f = A_r * H_f$$

$$V_f = (5.10m * 10.20m) * 0.20m$$

$$V_f = 10.40m^3$$

Este volumen se descarga en un tiempo (T) = 3 meses.

En base al volumen de fango que se descargará a los dos lechos de secado, determinamos la altura que alcanzara el fango a fin de comparar con la altura recomendada para los lechos antes indicados.

$$H_{fls} = \frac{V_f}{A_{ls}}$$

$$H_{fls} = \frac{10.40m^3}{52.02m^2} \quad \text{Esta dentro del rango } 0.20 - 0.40m \text{ recomendado.}$$

$$H_{fls} = 0.20m \Rightarrow OK$$

Calculo de la altura de la tolva para lodos

El fondo del reactor debe tener una pendiente $> 5\%$ para que los lodos puedan asentarse.

Tomamos $i = 8\%$

$$H_{lodos} = i * \frac{B}{2}$$

$$H_{lodos} = 0.08 * \frac{5.10m}{2}$$

$$H_{lodos} = 0.20m$$

La altura para lodos H = 0.20m

Calculo del volumen de lodos

1. Datos de diseño:

Los datos de los análisis de laboratorio arrojan los siguientes datos:

pH = 7.31

Demanda química de oxígeno DQO = 460 mg/lit

Demanda bioquímica de oxígeno DQO5 = 265 mg/lit

Población de diseño = 2658 hab

X = concentración de sólidos suspendidos volátiles (SSV) en el reactor, hasta 50 kg/m³ * día. Se adopta 50 kg SSV/m³ * día

So = concentración sustrato afluente DQO = 460 mg/lit

Lx = factor de carga = 0.40 kgDBO5/kg SSV*día

2. Calculo

$$V_{SSV} = \frac{Q * S_o}{L_x * X}$$

$$V_{SSV} = \frac{1042.85 \text{ m}^3/\text{día} * 0.46 \text{ kg}/\text{m}^3}{(0.40 \text{ kg}/\text{kg SSV} * \text{día}) * (50 \text{ kgSSV}/\text{m}^3 * \text{día})}$$

$$V_{SSV} = 23.99 \text{ m}^3$$

$$\frac{V_{SSV}T}{\text{reactor}} = \frac{23.99 \text{ m}^3}{2} = 12.00 \text{ m}^3$$

$$V_{SSV}T = 12.00 \text{ m}^3/\text{día}$$

Altura de lodos (hl):

$$h_{\text{lodos}} = \frac{V_{SSV}T}{Ar}$$

$$h_{\text{lodos}} = \frac{12.0 \text{ m}^3}{10.20 \text{ m} * 5.10 \text{ m}}$$

$$h_{\text{lodos}} = 0.23 \text{ m} \approx 0.25 \text{ m}$$

Se adopta una altura de hl = 0.25m por razones constructivas

Calculo de la cámara para la interface líquido – gas:

Ancho de la cámara (B1):

$$B1 = \frac{B_{\text{REACTOR}} - B_{\text{SEDIMENTADOR}}}{2}$$

$$B1 = \frac{5.10 \text{ m} - 3.40 \text{ m}}{2}$$

$$B1 = 0.85 \text{ m}$$

Espesor de la pared e = 0.15m

Ancho libre de la cámara B1 = 0.85m – 0.15m; **B1 = 0.70m**

Cálculo de la altura de la cámara para la interface liquido – gas:

Según la literatura en un proceso de digestión anaerobia la producción de gas es de 400lt a 700lt por cada kilogramo de materia orgánica destruida, según las características del influente.

$$A_{interface} = 10.20m * 0.70m * 2$$

$$A_{interface} = 14.28m^2$$

Tomamos un volumen de **500lt gas/kg DBO = 0.500m³/kg DBO**

DBO del influente = 265mg/lt = 0.265kg/m³

$$V_{gas} = Produccion.gas * DBOinf luente$$

$$V_{gas} = 0.500 * 0.265 * 86.5$$

$$V_{gas} = 11.46m^3/día$$

Volumen de gas por reactor:

$$V_{gas-reactor} = \frac{V_{gas}}{2}$$

$$V_{gas-reactor} = \frac{11.46m^3/día}{2}$$

$$V_{gas-reactor} = 5.73m^3/día$$

Altura para gases:

$$H_{gas} = \frac{V_{gas-reactor}}{Ar}$$

$$H_{gas} = \frac{V_{gas-reactor}}{Ar}$$

$$H_{gas} = \frac{5.73 m^3/día}{10.2m * 0.70m * 2}$$

$$H_{gas} = 0.41m \approx 0.45m$$

Cálculo del sedimentador:

Ancho del sedimentador B = 5.1m – (2 * 0.85m) = 3.40m

La altura del sedimentador H varía de 1.50m a 2.0m

Criterios de diseño:

Velocidad de la abertura:

Para: Qmed < 2.30 m/h

Qmax < 4.20 m/h

Mediante iteraciones determinamos la abertura para que cumpla con la velocidad en el sedimentador. Para ello tomamos el caudal medio de aguas servidas que ingresa a cada reactor, Qm as = 4.43 lt/seg. Y el caudal de tratamiento, Qtrat. = 12.07 lt/seg.

Qmed (lt/s)	Qmax (lt/s)	L (m)	B (m)	A = B*L (m2)	V1 (m/h)	V2 (m/h)
2,22	6,04	10,2	0,5	5,1	1,57	4,26
2,22	6,04	10,2	0,51	5,202	1,54	4,18
2,22	6,04	10,2	0,52	5,304	1,51	4,1
2,22	6,04	10,2	0,53	5,406	1,48	4,02
2,22	6,04	10,2	0,54	5,508	1,45	3,95
2,22	6,04	10,2	0,55	5,61	1,42	3,88
2,22	6,04	10,2	0,56	5,712	1,4	3,81

OK

Por razones constructivas

Cálculo de la altura del sedimentador:

1. Se adopta el criterio que la altura H_{min} del sedimentador debe ser = 1.50m
2. Se calcula el ángulo de inclinación de la tolva (β).

El ancho (B)

$$B = \frac{3.40m}{2} - 0.275m$$

$$B = 1.425m$$

$$\tan\beta = \frac{H}{B}$$

$$\beta = \arctan \frac{H}{B} \quad \sim$$

$$\beta = \arctan \frac{1.50m}{1.425m}$$

$$\beta = 46.47^\circ$$

Chequeo de la velocidad superficial:

Para caudal máximo:

$$V_s = \frac{Q_{max}}{2Ar}$$

$$V_s = \frac{1042.85 \text{ m}^3/\text{dia}}{2 * (3.40m * 10.20m)}$$

$$V_s = 15.04m/d$$

$$V_s = 0.63m/hora < 4.20m/hora \Rightarrow OK$$

Para caudal medio:

$$V_s = \frac{Q_{med}}{2Ar}$$

$$V_s = \frac{382.75 \text{ m}^3/\text{día}}{2 * (3.40 \text{ m} * 10.20 \text{ m})}$$

$$V_s = 5.52 \text{ m/d}$$

$$V_s = 0.23 \text{ m/hora} < 2.30 \text{ m/hora} \Rightarrow OK$$

Calculo del tiempo de retención hidráulico

Para el caudal máximo:

Para el sedimentador (A_s)

$$A_s = \frac{B_1 + B_2}{2} * H_{s1} + (B * H_{s2})$$

$$A_s = \frac{3.40 \text{ m} + 0.55 \text{ m}}{2} * 1.50 \text{ m} + (3.40 \text{ m} * 0.30 \text{ m})$$

$$A_s = 3.98 \text{ m}^2$$

Volumen del sedimentador (V_s)

$$V_s = A_s * L$$

$$V_s = 3.98 \text{ m}^2 * 10.20 \text{ m}$$

$$V_s = 40.60 \text{ m}^3$$

Tiempo de retención hidráulica

$$THR = \frac{V_s}{Q_r}$$

$$THR = \frac{40.60 \text{ m}^3}{521.43 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$THR = 0.07 \text{ día}$$

$$THR = 1.87 \text{ horas} > 1 \text{ hora} \Rightarrow OK$$

Por lo tanto la altura del reactor será:

$$Hr = h_{digestor} + h_{lodos} + h_{sedimentador} + h_{gas}$$

$$Hr = 3.0m + 0.20m + 1.80m + 0.45m$$

$$Hr = 5.45m$$

$$HTreactor = 5.45m$$

Por lo tanto las dimensiones del sedimentador será:

$$L = 10.20 \text{ m}$$

$$B = 3.40 \text{ m}$$

$$H = 1.80 \text{ m}$$

- **Diseño del filtro biológico**

Datos de diseño

Población = 2658 hab

Dotación de agua potable = 200lt/hab.día

$Q_{med} = 4.43 \text{ lt/seg} = 382.75 \text{ m}^3/\text{día}$

$Q_{max} \text{ Diario} = 12.07 \text{ lt/seg}$

$Q_{trat} = 12.07 \text{ lt/seg} = 1042.85 \text{ m}^3/\text{día} = 43.45 \text{ m}^3/\text{hora}$ (caudal critico)

Cálculo del volumen del filtro:

$$V = 1.60 * Q_{med} * Tr$$

$$Tr = 8 \text{ horas} = 0.33 \text{ dias}$$

$$V = 1.60 * 382.75 \text{ m}^3/\text{dia} * 0.33 \text{ dias}$$

$$V = 204.13 \text{ m}^3 \text{ .dia}$$

Cálculo del área requerida del filtro:

$$A_{\text{filtro}} = \frac{Q_{\text{med}}}{V}$$

$$A_{\text{filtro}} = \frac{382.75 \text{ m}^3/\text{día}}{4 \text{ m}^3/\text{d} * \text{m}^2}$$

$$A_{\text{filtro}} = 95.69 \text{ m}^2/\text{día}$$

Se adopta una altura del filtro $H = 1.80\text{m}$

Calculo del volumen total del filtro:

$$VT = Af * H$$

$$VT = 95.69\text{m}^2 * 1.80\text{m}$$

$$VT = 172.24\text{m}^3$$

Criterios de diseño:

Diámetro del filtro max = 0.95m a 5.40m

Medio de soporte mínimo = 1.20m

Profundidad útil mínima = 1.80m

Velocidad superficial $< 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{hora}$ (máximo)

Se asume el diámetro max = 5.40m

El filtro cuenta con 4 unidades

Chequeo de la tasa de aplicación hidráulica:

$$TAH = \frac{Q_{as}}{4 * Af}$$

$$TAH = \frac{382.75 m^3 / día}{4 * 22.90 m^2}$$

$$TAH = 4.18 m^3 / m^2 * día$$

$$TAH = 0.174 m^3 / m^2 * hora < 1 m^3 / m^2 * hora \Rightarrow OK$$

Cálculo del volumen de vacíos:

Medio de soporte $\geq 1.20m$

Porosidad (p) = 0.4 – 0.5

DBO% total = 265 mg/lit

Tiempo de detención hidráulica td:

Para concentración DBO5 total (mg/lit) entre: 80 – 300

El TRH varía entre: 2.5 – 12 horas

El tiempo recomendado **td = 5.25 horas**

$$V_{vacios} = td * P * D * f$$

Donde: P = población de diseño

D = dotación de agua potable

f = coeficiente de aguas servidas

$$V_{vacios} = 5.25 horas * 2658 hab * 200 lt / hab * dia * 0.8 * \left(\frac{1 día}{24 horas} \right) * \left(\frac{1 m^3}{1000 lt} \right)$$

$$V_{vacios} = 93.03 m^3$$

Volumen del empaçado total:

La porosidad del material empaçado varía de 0.40 a 0.50; por lo que se adopta 0.5

$$V_{TOTAL-EMPACADO} = \frac{V_{vacios}}{p}$$

$$V_{TOTAL-EMPACADO} = \frac{93.03m^3}{0.45}$$

$$V_{TOTAL-EMPACADO} = 206.73m^3$$

Volumen de empaque por filtro:

$$V_{empaques\ filtro} = \frac{206.73m^3}{\# \text{ filtros}}$$

$$V_{ef} = \frac{206.73m^3}{4}$$

$$V_{ef} = 51.68m^3$$

La profundidad del empaque de grava:

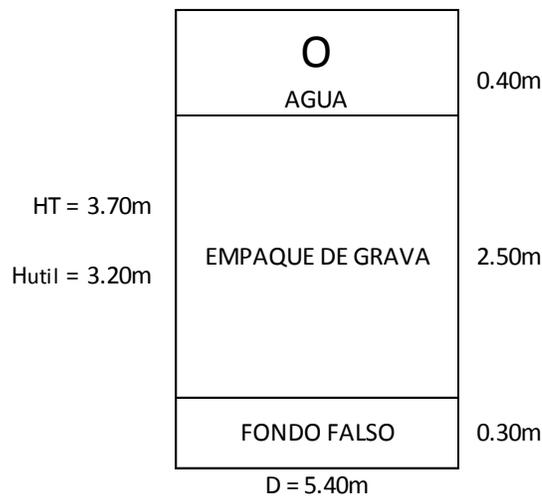
$$h_{empaques} = \frac{V_{ef}}{A_f}$$

$$h_{empaques} = \frac{51.68m^3}{22.90m^2}$$

$$h_{empaques} = 2.26m \approx 2.50m$$

La grava esta entre 40mm – 70mm

La altura total del filtro será:



Chequeo del tiempo de retención hidráulica (TRH):

$$TRH = \frac{4 * Vf}{Qas}$$

$$TRH = \frac{4 * (22.90m^2 * 3.20m)}{382.75 m^3/día}$$

$$TRH = 0.77 días > 0.75 días$$

Volumen de empacado real:

$$V_{emp-real} = Af * h_{emp}$$

$$V_{emp-real} = 22.90m^2 * 2.50m$$

$$V_{emp-real} = 57.25m^3$$

- **Diseño del lecho de lodos**

Los constituyentes del agua residual eliminados en las plantas de tratamiento incluyen basuras, arenas, espumas y fango. El fango producido en las operaciones y procesos de tratamiento suelen ser un líquido o líquidos semisólidos con un contenido de sólidos variable entre el 0.25 y el 12% en peso.

Los problemas derivados del manejo de los lodos o fangos son complejos, debido a que el fango está formado por sustancias responsables del carácter desagradable de las aguas residuales no tratadas, la fracción de fango a evacuar generada en el tratamiento biológico del agua residual está compuesta principalmente de materia orgánica presente en aquella, aunque en forma diferente a la forma original, que también está sujeta a procesos de descomposición que la puede hacer indeseable y solo una parte del fango está compuesta por materia sólida.

Cálculo de los sólidos que ingresa al lecho de lodos:

$$C = Q * SS * 0.0864$$

Donde: SS = sólidos en suspensión en el agua residual cruda en mg/l

Q = caudal promedio de aguas residuales

$$C = \frac{\text{población} * \text{cont. percap.}}{1000}$$

$$C = \frac{2658 \text{ hab} * 100 \text{ grSS} / (\text{hab. día})}{1000}$$

$$C = 265.80 \text{ grSS} / \text{día}$$

Cálculo de la masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en kg SS/día):

$$Msd = 0.325C$$

$$Msd = 0.325 * 265.80 \text{ grSS} / \text{día}$$

$$Msd = 86.39 \text{ grSS} / \text{día}$$

Calculo del volumen diario de lodos digeridos (V_{ld}, en lt/día):

$$V_{ld} = \frac{Msd}{p_{lodo} * (\% \text{ sólidos} / 100)}$$

Donde: p lodo = densidad de lodos igual a 1.04 kg/lt

% sólidos = % de sólidos contenidos en el lodo, varia del 8% al 12%.

Tomamos un porcentaje de sólidos del 10%.

$$V_{ld} = \frac{86.39}{1.04 * 10 / 100} = 830.67 \text{ lt} / \text{día}$$

Cálculo del volumen de lodos a extraerse del tanque (V_{le} , en m^3):

$$V_{le} = \frac{V_{ld} * Tr}{1000}$$

El Tr está en función de la temperatura del sector, por lo tanto para temperaturas entre 15° y 20° , el tiempo de digestión es de 55 días.

$$V_{le} = \frac{830.67 \text{ lt/día} * 55 \text{ días}}{1000}$$

$$V_{le} = 45.69 m^3$$

Calculo del área del lecho de secado (A_{LS} , en m^2):

$$A_{LS} = \frac{V_{LE}}{Ha}$$

Ha = es la profundidad de aplicación, que está entre 0.20 y 0.40m. Por lo tanto se asume un valor de Ha = 0.40m

$$A_{LS} = \frac{45.69 m^3}{0.40 m}$$

$$A_{LS} = 114.23 m^2$$

El ancho del lecho de secado varia de 2 a 6m, sin embargo para instalaciones grandes puede supera los 10m, para el presente proyecto tomamos un valor de B = 6.00m y calculamos la longitud L:

$$A_{LS} = 2 * B * L$$

$$114.23 m^2 = 2 * 6 m * L$$

$$L = 9.52 m \approx 10.0 m$$

Por lo tanto las dimensiones de los lechos de secado son:

$$B = 6.0 \text{ m}$$

$$L = 10.0 \text{ m}$$

$$Ha = 0.40\text{m}$$

6.8 ADMINISTRACION

El presente proyecto estará a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza, que tiene como objetivo primordial recuperar la pureza del agua de los ríos y de este modo los sitios turísticos, además de garantizar el buen vivir de los habitantes de Pastaza.

6.9 PREVENCION DE LA EVALUACIÓN

La parte fundamental de un proyecto es contar con los recursos económicos, para ello es necesaria la elaboración de un presupuesto en base a los costos unitarios, mismos que se presentan en el anexo 2.

BIBLIOGRAFÍA

- Cevallos F, (2012). *Información sobre la contaminación del agua*, [en línea]. Disponible en: <http://www.contaminacionpedia.com/informacion-contaminacion-agua/#9034>
- Castro A. (2002). *Impactos ambientales - tratamiento de aguas servidas*, [en línea]. Disponible en: http://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Tratamiento_de_aguas_servidas_y_lodo
- Valverde R. (1998). *La contaminación ambiental en Puyo*, [en línea]. Disponible en: <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/la-contaminacion-ambiental-en-puyo-comenzo-hace-30-anos-94053.html>
- Crites – Tchobanoglous, (2000). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones.
- Sans, (1999). Sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Ambientum, edicion 2002. *Auto depuración de los rios*. [en línea]. Disponible en: http://www.ambientum.com/revista/2002_11/AUTDPRCNGS2.asp
- CDMV (Septiembre 2013). *Sistemas de información ambiental - calidad ambiental*, [en línea]. Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/web/index.php/calidad-ambiental.html>
- Gutiérrez F. (2012). *Que entendemos por el buen vivir*. [en línea]. Disponible en: <http://juansegarrafont.wordpress.com/2012/06/29/que-se-entiende-por-el-buen-vivir-2/>

ANEXOS

- ANEXO 1

FICHA AMBIENTAL

Identificación Del Proyecto

Nombre del Proyecto: Las aguas residuales domésticas del barrio El Recreo y su incidencia en la calidad del agua del río Pindo Grande de la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza	Código: -
	Fecha: 14/04/2014

Localización del Proyecto:	Provincia:	Pastaza
	Cantón:	Pastaza
	Parroquia:	Puyo
	Barrio:	El Recreo

Auspiciado por:	<input type="checkbox"/> Ministerio de:	
	<input type="checkbox"/> Gobierno Provincial:	
	<input checked="" type="checkbox"/> Gobierno Municipal:	
	<input type="checkbox"/> Org. de inversión/desarrollo:	
	(especificar)	
	<input checked="" type="checkbox"/> Otro: (especificar)	El Autor
Tipo del Proyecto:	<input type="checkbox"/> Abastecimiento de agua	
	<input type="checkbox"/> Agricultura y ganadería	
	<input type="checkbox"/> Amparo y bienestar social	
	<input type="checkbox"/> Protección áreas naturales	
	<input type="checkbox"/> Educación	
	<input type="checkbox"/> Electrificación	
	<input type="checkbox"/> Hidrocarburos	
	<input type="checkbox"/> Industria y comercio	
	<input type="checkbox"/> Minería	
	<input type="checkbox"/> Pesca	
	<input type="checkbox"/> Salud	
	<input checked="" type="checkbox"/> Saneamiento ambiental	
	<input type="checkbox"/> Turismo	
	<input type="checkbox"/> Vialidad y transporte	
	<input type="checkbox"/> Otros: (especificar)	

Descripción resumida del proyecto:
En el presente proyecto se desarrolla un estudio minucioso de cuáles son las características de las aguas residuales domésticas y como estas influyen en la contaminación del río Pindo Grande cuando son descargadas sin un tratamiento previo.

Características del Área de Influencia
Caracterización del Medio Físico

Localización

Región geográfica:	<input type="checkbox"/> Costa <input type="checkbox"/> Sierra <input checked="" type="checkbox"/> Oriente <input type="checkbox"/> Insular
Altitud:	<input type="checkbox"/> A nivel del mar <input type="checkbox"/> Entre 0 y 500 msnm <input checked="" type="checkbox"/> Entre 501 y 2.300 msnm <input type="checkbox"/> Entre 2.301 y 3.000 msnm <input type="checkbox"/> Entre 3.001 y 4.000 msnm <input type="checkbox"/> Más de 4000 msnm

Clima

Temperatura	<input type="checkbox"/> Cálido-seco <input checked="" type="checkbox"/> Cálido-húmedo <input type="checkbox"/> Subtropical <input type="checkbox"/> Templado <input type="checkbox"/> Frío <input type="checkbox"/> Glacial	Cálido-seco (0-500 msnm) Cálido-húmedo (500-1000 msnm) Subtropical (1000-2.300 msnm) Templado (2.300-3.000 msnm) Frío (3.000-4.500 msnm) Menor a 0 °C en altitud (>4.500 msnm)
--------------------	---	---

Hidrología

Fuentes	<input checked="" type="checkbox"/> Agua superficial <input type="checkbox"/> Agua subterránea <input type="checkbox"/> Agua de mar <input type="checkbox"/> Ninguna	
Nivel freático	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Profundo	
Precipitaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Altas <input type="checkbox"/> Medias <input type="checkbox"/> Bajas	Lluvias fuertes y constantes Lluvias en época invernal o esporádicas Casi no llueve en la zona

Aire

Calidad del aire	<input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Buena	No existen fuentes contaminantes que lo alteren El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.
-------------------------	--	--

	<input type="checkbox"/>	Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.
Recirculación de aire:	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Buena	Brisas ligeras y constantes Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire
	<input type="checkbox"/>	Buena	Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.
	<input type="checkbox"/>	Mala	
Ruido	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.
	<input type="checkbox"/>	Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.
	<input type="checkbox"/>	Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.

Caracterización del Medio Biótico del lugar en estudio

Flora

Tipo de cobertura Vegetal:	<input checked="" type="checkbox"/>	Bosques
	<input type="checkbox"/>	Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/>	Pastos
	<input type="checkbox"/>	Cultivos
	<input type="checkbox"/>	Matorrales
	<input type="checkbox"/>	Sin vegetación
Importancia de la Cobertura vegetal:	<input checked="" type="checkbox"/>	Común del sector
	<input type="checkbox"/>	Rara o endémica
	<input type="checkbox"/>	En peligro de extinción
	<input type="checkbox"/>	Protegida
	<input type="checkbox"/>	Intervenida
Usos de la vegetación:	<input type="checkbox"/>	Alimenticio
	<input type="checkbox"/>	Comercial
	<input type="checkbox"/>	Medicinal
	<input type="checkbox"/>	Ornamental
	<input type="checkbox"/>	Construcción
	<input type="checkbox"/>	Fuente de semilla
	<input type="checkbox"/>	Mitológico
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguno

Fauna silvestre

Tipología	<input checked="" type="checkbox"/>	Microfauna
	<input checked="" type="checkbox"/>	Insectos
	<input checked="" type="checkbox"/>	Anfibios

	<input type="checkbox"/> Peces <input type="checkbox"/> Reptiles <input checked="" type="checkbox"/> Aves <input type="checkbox"/> Mamíferos
Importancia	<input checked="" type="checkbox"/> Común <input type="checkbox"/> Rara o única especie <input type="checkbox"/> Frágil <input type="checkbox"/> En peligro de extinción

Caracterización del Medio Socio-Cultural

Demografía

Nivel de consolidación Del área de influencia:	<input checked="" type="checkbox"/> Urbana <input type="checkbox"/> Periférica <input type="checkbox"/> Rural
Tamaño de la población	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 habitantes <input checked="" type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 habitantes <input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 habitantes <input type="checkbox"/> Más de 100.00 habitantes
Características étnicas de la Población	<input checked="" type="checkbox"/> Mestizos <input type="checkbox"/> Indígena <input type="checkbox"/> Negros <input type="checkbox"/> Otro (especificar):

Infraestructura social

Abastecimiento de agua	<input checked="" type="checkbox"/> Red de Agua potable <input type="checkbox"/> Agua de lluvia <input type="checkbox"/> Grifo público <input type="checkbox"/> Servicio permanente <input type="checkbox"/> Racionado <input type="checkbox"/> Tanquero <input type="checkbox"/> Acarreo manual
Evacuación de aguas Servidas	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantari. sanitario <input type="checkbox"/> Alcantari. Pluvial <input checked="" type="checkbox"/> Fosas sépticas <input type="checkbox"/> Letrinas <input type="checkbox"/> Ninguno
Tratamiento de las aguas servidas	<input type="checkbox"/> Procesos físicos <input type="checkbox"/> Procesos químicos <input type="checkbox"/> Procesos biológicos <input type="checkbox"/> Procesos combinados <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno

Evacuación de aguas Lluvias	<input type="checkbox"/> Alcantari. Pluvial <input type="checkbox"/> Drenaje superficial <input type="checkbox"/> Ninguno
Desechos sólidos	<input checked="" type="checkbox"/> Barrido y recolección <input type="checkbox"/> Botadero a cielo abierto <input type="checkbox"/> Relleno sanitario <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
Electrificación	<input checked="" type="checkbox"/> Red energía eléctrica <input type="checkbox"/> Plantas eléctricas <input type="checkbox"/> Ninguno
Transporte público	<input checked="" type="checkbox"/> Servicio Urbano <input type="checkbox"/> Servicio inter cantonal <input type="checkbox"/> Rancheras <input type="checkbox"/> Canoa <input type="checkbox"/> Otro (especifique):
Vialidad y accesos	<input type="checkbox"/> Vías principales <input type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input checked="" type="checkbox"/> Vías urbanas <input type="checkbox"/> Otro (especifique):
Telefonía	<input checked="" type="checkbox"/> Red domiciliaria <input type="checkbox"/> Cabina pública <input type="checkbox"/> Ninguno

Actividades socio-económicas

Aprovechamiento y uso de la tierra	<input checked="" type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Recreacional <input type="checkbox"/> Productivo <input type="checkbox"/> Baldío <input type="checkbox"/> Otro (especificar):
Tenencia de la tierra:	<input checked="" type="checkbox"/> Terrenos privados <input type="checkbox"/> Terrenos comunales <input type="checkbox"/> Terrenos municipales <input type="checkbox"/> Terrenos estatales

Contaminación del rio y efectos

Niveles de contaminación del río	<input checked="" type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo
---	---

Principales contaminantes del agua	<input type="checkbox"/> Liberación de residuos - basura <input checked="" type="checkbox"/> Descarga de aguas residuales <input type="checkbox"/> Desechos químicos e industriales <input type="checkbox"/> Desechos de animales <input type="checkbox"/> Petróleo <input type="checkbox"/> Otros (especificar)
Tipos de contaminación	<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismos patógenos <input checked="" type="checkbox"/> Desechos orgánicos <input type="checkbox"/> Sustancias químicas inorgánicas <input type="checkbox"/> Nutrientes vegetales inorgánicos
Efectos de la contaminación del río	<input checked="" type="checkbox"/> En la salud pública <input checked="" type="checkbox"/> A la flora <input checked="" type="checkbox"/> A la fauna <input type="checkbox"/> Otros
Enfermedades producto de la contaminación	<input checked="" type="checkbox"/> Cólera <input checked="" type="checkbox"/> Dengue <input checked="" type="checkbox"/> Diarrea <input checked="" type="checkbox"/> Hepatitis <input checked="" type="checkbox"/> Tifoidea – fiebre <input type="checkbox"/> Otros

ANEXO 2

PRECIOS UNITARIOS

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 20

RUBRO : BD331

UNIDAD: M2

DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACIÓN

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
SUBTOTAL M					0,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
ALBAÑIL/CARPINTERO	1,00	3,05	3,05	0,100	0,31
PEON	1,00	3,01	3,01	0,100	0,30
SUBTOTAL N					0,61

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
MADERA, PUNTALES	ML	0,250	0,40	0,10
MADERA, TABLA ENCOFRADO/ 20 CM	U	0,015	1,80	0,03
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	0,010	2,10	0,02
SUBTOTAL O				0,15

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,79
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,93
VALOR UNITARIO	0,93

OBSERVACIONES: Sin aparatos de topografía
SON: NOVENTA Y TRES CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ

ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 20

RUBRO : SA056

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION A MAQUINA EN SUELO NATURAL

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
EXCAVADORA DE ORUGA 128 HP	1,00	30,00	30,00	0,073	2,19
SUBTOTAL M					2,22

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	2,00	3,01	6,02	0,073	0,44
OPERADOR EQUIPO PESADO 1	1,00	3,38	3,38	0,073	0,25
SUBTOTAL N					0,69

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,91
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,43
VALOR UNITARIO	3,43

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 20

RUBRO : BD321

UNIDAD: M3

DETALLE : RELLENO COMPACTADO (EN CAPAS DE 20 CM)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,34
COMPACTADOR (SAPO)	1,00	5,00	5,00	0,250	1,25
SUBTOTAL M					1,59
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	2,286	6,88
SUBTOTAL N					6,88
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
PÉTREOS,	M3	1,050	10,00	10,50	
SUBTOTAL O				10,50	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	18,97
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	22,38
VALOR UNITARIO	22,38

SON: VEINTE Y DOS DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 20

RUBRO : BD112
DETALLE : EMPEDRADO

UNIDAD: M2

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,10
SUBTOTAL M					0,10

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,460	1,38
ALBAÑIL/CARPINTERO	1,00	3,05	3,05	0,230	0,70
SUBTOTAL N					2,08

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
PÉTREOS,	M3	0,050	10,00	0,50
PÉTREOS, PIEDRA BOLA-EMPEDRADO	M3	0,180	10,42	1,88
SUBTOTAL O				2,38

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,56
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,38
VALOR UNITARIO	5,38

SON: CINCO DÓLARES CON TREINTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 20

RUBRO : BD335
DETALLE : REPLANTILLO DE H.SIMPLE

UNIDAD: M3

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,83
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	0,700	3,50
SUBTOTAL M					5,33

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA C	1,00	3,38	3,38	0,100	0,34
ALBAÑIL/CARPINTERO	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
PEON	1,00	3,01	3,01	9,000	27,09
SUBTOTAL N					36,58

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
CEMENTO PORTLAND	SACO	5,000	6,55	32,75
PÉTREOS, ARENA NEGRA	M3	0,440	10,42	4,58
PÉTREOS, RIPIO TRITURADO	M3	0,710	16,00	11,36
AGUA	M3	0,110	1,00	0,11
SUBTOTAL O				48,80

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	90,71
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	107,04
VALOR UNITARIO	107,04

SON: CIENTO SIETE DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 20

RUBRO : E1260

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGON CICLOPEO CON ENCOFRADO f'c 180 kg/cm2

ESPECIFICACIONES: 60 % HORMIGON SIMPLE Y 40 % PIEDRA BOLA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					3,20
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
SUBTOTAL M					10,70

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	5,00	3,01	15,05	3,000	45,15
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
ENCOFRADOR	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA C	1,00	3,38	3,38	0,150	0,51
SUBTOTAL N					63,96

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
PIEDRA BOLA	M3	0,400	10,42	4,17
CEMENTO PORTLAND	SACO	3,600	6,55	23,58
ARENA	M3	0,390	8,93	3,48
RIPIO	M3	0,570	16,00	9,12
AGUA	M3	0,140	1,00	0,14
TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 m	U	7,530	2,58	19,43
ALFAJIAS 5x5x240 cm	U	3,740	1,60	5,98
CLAVOS 2 1/2"	KG	0,500	2,10	1,05
SUBTOTAL O				66,95

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	141,61
INDIRECTOS (%)	18,00% 25,49
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	167,10
VALOR UNITARIO	167,10

OBSERVACIONES: R=1.5

SON: CIENTO SESENTA Y SIETE DÓLARES CON DIEZ CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 20

RUBRO : E1268

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGON S. f'c=210 kg/cm² EN MUROS INC. ENCOFRADO

ESPECIFICACIONES: ENCOFRADO 2 LADOS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					3,43
CONCRETERA 1 SACO	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
VIBRADOR	1,00	5,00	5,00	1,500	7,50
SUBTOTAL M					18,43

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	5,00	3,01	15,05	3,000	45,15
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
ENCOFRADOR	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA C	1,00	3,38	3,38	1,500	5,07
SUBTOTAL N					68,52

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND	SACO	7,000	6,55	45,85
ARENA	M3	0,650	8,93	5,80
RIPIO	M3	0,950	16,00	15,20
AGUA	M3	0,221	1,00	0,22
ACEITE QUEMADO	GLN	0,300	3,50	1,05
TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 m	U	7,530	2,58	19,43
ALFAJIAS 5x5x240 cm	ML	20,000	0,67	13,40
CLAVOS 2 1/2"	KG	1,500	2,10	3,15
CAÑA DE GUADUA	ML	36,000	0,40	14,40
SUBTOTAL O				118,50

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	205,45
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	242,43
VALOR UNITARIO	242,43

OBSERVACIONES: R=1.50

SON: DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 20

RUBRO : BD045

UNIDAD: U

DETALLE : CAJA DE REVISIÓN (0.60X0.60 CON TAPA DE H.A.)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,61
SUBTOTAL M					0,61

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	2,000	6,02
ALBAÑIL/CARPINTERO	1,00	3,05	3,05	2,000	6,10
SUBTOTAL N					12,12

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
CEMENTO PORTLAND	SACO	1,800	6,55	11,79
PÉTREOS, ARENA NEGRA	M3	0,200	10,42	2,08
AGUA	M3	0,043	1,00	0,04
ALAMBRE DE AMARRE-GALVANIZADO	KG	0,050	2,36	0,12
HIERRO ESTRUCTURAL	KG	6,000	1,60	9,60
PÉTREOS, RIPIO TRITURADO	M3	0,250	16,00	4,00
MADERA, TABLA ENCOFRADO/ 20 CM	U	1,650	1,80	2,97
MADERA, LISTONES DE 3CM*3CM	ML	4,800	0,67	3,22
CLAVOS DE 2" A 4"	KG	0,080	2,10	0,17
SUBTOTAL O				33,99

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	46,72
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	55,13
VALOR UNITARIO	55,13

SON: CINCUENTA Y CINCO DÓLARES CON TRECE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 20

RUBRO : E1340

UNIDAD: M2

DETALLE : MALLA HEXAGONAL DE 5/8"

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
SUBTOTAL M					0,03

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,100	0,30
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	0,100	0,31
SUBTOTAL N					0,61

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
MALLA HEXAGONAL DE 5/8"	M2	1,000	5,20	5,20
ALAMBRE NEGRO # 18	KG	0,030	2,31	0,07
SUBTOTAL O				5,27

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5,91
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6,97
VALOR UNITARIO	6,97

SON: SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 20

RUBRO : BD181

UNIDAD: KG

DETALLE : HIERRO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
CIZALLA MANUAL	1,00	1,00	1,00	0,030	0,03
SUBTOTAL M					0,04
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
FIERRERO/PINTOR/PLOMERO	1,00	3,05	3,05	0,030	0,09
PEON	2,00	3,01	6,02	0,030	0,18
SUBTOTAL N					0,27
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
HIERRO ESTRUCTURAL	KG	1,050	1,60	1,68	
ALAMBRE DE AMARRE-GALVANIZADO	KG	0,010	2,36	0,02	
SUBTOTAL O				1,70	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,01
INDIRECTOS (%)				18,00%	0,36
UTILIDAD (%)				0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,37
VALOR UNITARIO					2,37

SON: DOS DÓLARES CON TREINTA Y SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 20

RUBRO : 005

UNIDAD: M2

DETALLE : ENLUCIDO + IMPERMEABILIZANTE

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,51
SUBTOTAL M					0,51

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	1,667	5,02
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	1,667	5,08
MAESTRO MAYOR	1,00	3,38	3,38	0,033	0,11
SUBTOTAL N					10,21

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
CEMENTO PORTLAND TIPO IE	SACO	0,140	6,55	0,92
ARENA NEGRA	M3	0,030	8,93	0,27
CEMENTINA	KG	1,000	0,16	0,16
SUBTOTAL O				1,35

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,07
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,24
VALOR UNITARIO	14,24

SON: CATORCE DÓLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 20

RUBRO : BD265

UNIDAD: M2

DETALLE : PINTURA DE CAUCHO(DOS MANOS/LIMPIEZA)PERMALATEX

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,07
SUBTOTAL M					0,07

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,229	0,69
FIERRERO/PINTOR/PLOMERO	1,00	3,05	3,05	0,229	0,70
SUBTOTAL N					1,39

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
PINTURA/CAUCHO/PERMALAT.BLANCO	GLN	0,040	24,00	0,96
LIJA DE MADERA	HOJA	0,200	0,90	0,18
CEMENTO BLANCO	SACO	0,005	18,75	0,09
SUBTOTAL O				1,23

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,69
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,17
VALOR UNITARIO	3,17

SON: TRES DÓLARES CON DIECISIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 20

RUBRO : BD193

UNIDAD: M

DETALLE : INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE DESAGUE

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,11
SUBTOTAL M					0,11

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,465	1,40
FIERRERO/PINTOR/PLOMERO	1,00	3,05	3,05	0,233	0,71
SUBTOTAL N					2,11

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TUBO P.V.C.DE DESAGUE	ML	1,000	14,90	14,90
POLILIMPIA	1/4 L	0,005	14,00	0,07
POLIPEGA	1/4 L	0,012	16,00	0,19
SUBTOTAL O				15,16

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	17,38
INDIRECTOS (%)	18,00% 3,13
UTILIDAD (%)	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	20,51
VALOR UNITARIO	20,51

SON: VEINTE DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 20

RUBRO : 010

UNIDAD: ML

DETALLE : TUBERIA PVC SUBDRENAJE PERFORADO 110MM

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,05
SUBTOTAL M					0,05

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	0,150	0,46
MAESTRO MAYOR	1,00	3,38	3,38	0,150	0,51
SUBTOTAL N					0,97

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TUBOPVCNOVAFORT,d=110mmPERFORA	M	1,050	10,50	11,03
SUBTOTAL O				11,03

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,05
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,22
VALOR UNITARIO	14,22

SON: CATORCE DÓLARES CON VEINTE Y DOS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 20

RUBRO : AP329

UNIDAD: U

DETALLE : VALVULA DE COMPUERTA H.F. (INC.ACESORIOS)

ESPECIFICACIONES: INCLUYE ACCESORIOS

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,71
SUBTOTAL M					0,71

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PLOMERO	1,00	3,05	3,05	3,000	9,15
PEON	1,00	3,01	3,01	1,500	4,52
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA C	1,00	3,38	3,38	0,150	0,51
SUBTOTAL N					14,18

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
VALVULA COMPUERTA H.F.	U	1,000	234,06	234,06
SUBTOTAL O				234,06

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	248,95
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	293,76
VALOR UNITARIO	293,76

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES DÓLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 20

RUBRO : 007

UNIDAD: M3

DETALLE : PIEDRA PARA FILTRO 20-30cm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,11
SUBTOTAL M					0,11

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,350	1,05
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	0,350	1,07
SUBTOTAL N					2,12

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
PIEDRA BOLA	M3	1,000	10,42	10,42
SUBTOTAL O				10,42

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,65
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,93
VALOR UNITARIO	14,93

SON: CATORCE DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 20

RUBRO : 008

UNIDAD: M3

DETALLE : PIEDRA PARA FILTRO 5 - 15 cm

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,11
SUBTOTAL M					0,11

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	0,400	1,20
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	0,350	1,07
SUBTOTAL N					2,27

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
PIEDRA BOLA	M3	1,000	10,42	10,42
SUBTOTAL O				10,42

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,80
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,10
VALOR UNITARIO	15,10

SON: QUINCE DÓLARES CON DIEZ CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 20

RUBRO : 014
DETALLE : ACCESORIOS

UNIDAD: GBL.

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1,52
SUBTOTAL M					1,52
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	3,01	3,01	5,000	15,05
ALBAÑIL	1,00	3,05	3,05	5,000	15,25
SUBTOTAL N					30,30
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
ACCESORIOS	GBL	1,000	1.500,00	1.500,00	
SUBTOTAL O				1.500,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.531,82
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.807,55
VALOR UNITARIO	1.807,55

SON: UN MIL OCHOCIENTOS SIETE DÓLARES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL BARRIO ELRECREO
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 20

RUBRO : 009

UNIDAD: M3

DETALLE : DESALOJO DE MATERIAL CON MAQUINARIA

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
EXCAVADORA ORUGAS 120HP	1,00	30,00	30,00	0,040	1,20
Volquete 7m3	1,00	3,00	3,00	0,080	0,24
SUBTOTAL M					1,47

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
AYUDANTE DE OPERADOR	1,00	3,01	3,01	0,040	0,12
Chofer tipo d	1,00	3,38	3,38	0,080	0,27
OPERADOR I	1,00	3,38	3,38	0,040	0,14
SUBTOTAL N					0,53

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O				0,00

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,00
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,36
VALOR UNITARIO	2,36

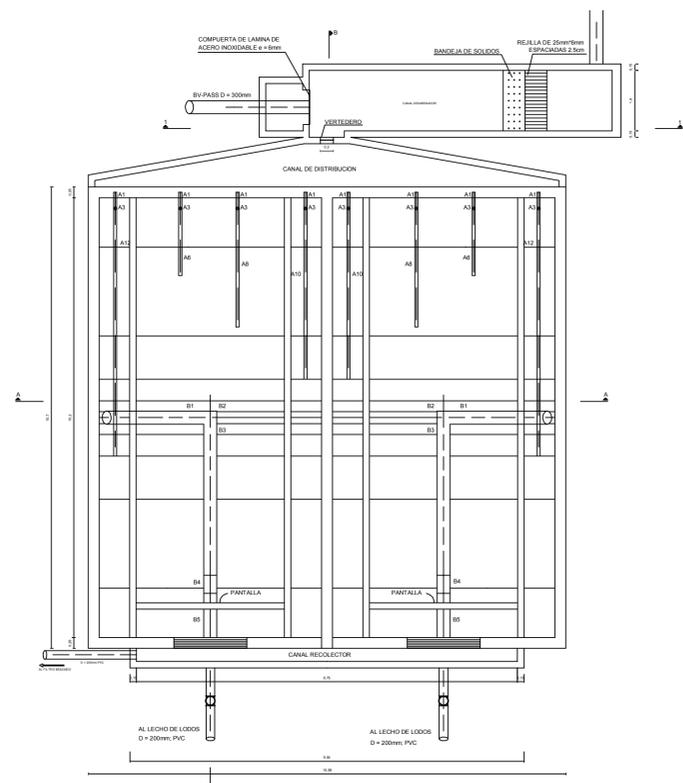
SON: DOS DÓLARES CON TREINTA Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

PUYO, 26 DE SEPTIEMBRE DE 2014

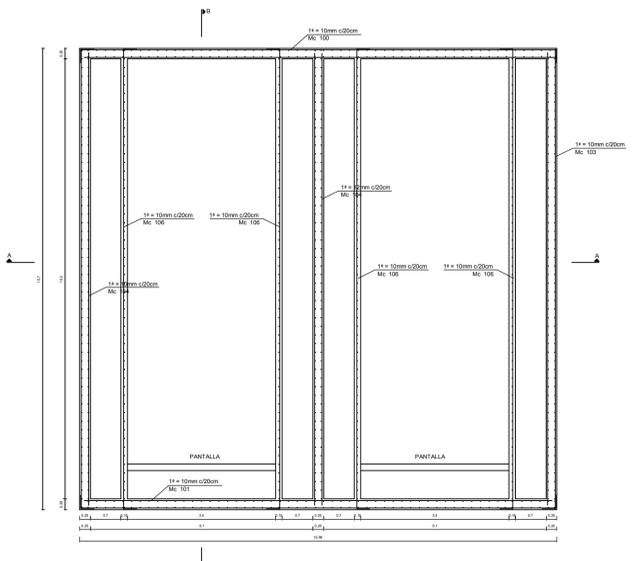
EGDA. JANINA LOPEZ
ELABORADO

ANEXO 3

PLANOS

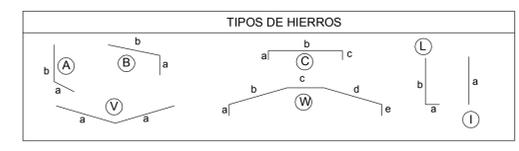


REACTOR ANAEROBIO - PLANTA

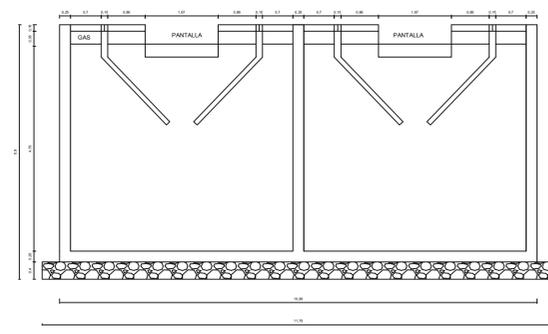


REACTOR ANAEROBIO - PLANTA

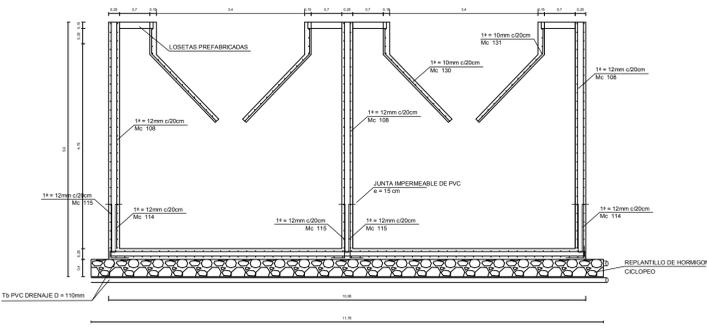
PLANILLA DE HIERROS												
Mc	TIPO	Φ mm	DIMENSIONES					Long. (m)	Nº	L. TOTAL (m)	PESO (kg/m)	P. TOTAL (kg)
			a	b	c	d	e					
100	C	10	0,55	10,90	0,55			12,00	56	672,00	0,617	414,62
101	I	10	10,50					10,50	54	567,00	0,617	349,84
102												
103	C	10	0,60	10,65	0,60			11,85	56	663,60	0,617	409,44
104	I	10	10,30					10,30	108	1112,40	0,617	686,35
105	I	16	10,65	0,20	0,20			11,05	46	508,30	1,578	802,10
106	C	10	0,60	5,90	0,60			7,10	8	56,80	0,617	35,05
107	I	10	5,90					5,90	9	53,10	0,617	32,76
108	I	10	5,80					5,80	364	2111,20	0,888	1874,75
109	L	16	0,35	1,80				2,15	88	189,20	1,58	298,94
110	A	16	0,60	1,80				2,40	92	220,80	1,58	348,86
111	C	12	0,35	3,50	0,35			4,20	88	369,60	0,888	328,20
112	V	16	3,30	3,30				6,60	44	290,40	1,58	458,83
113	I	10	9,15					9,15	37	338,55	0,617	208,89
114	L	12	0,20	2,20				2,40	60	144,00	0,888	127,87
115	L	12	0,60	2,20				2,80	128	358,40	0,888	318,26
116	I	12	0,70					0,70	44	30,80	0,888	27,35
117	C	10	0,35	10,90	0,35			11,60	32	371,20	0,617	229,03
ARMADO DEL CANAL RECOLECTOR												
120	C	10	0,60	8,15	0,60			9,35	5	46,75	0,617	28,84
121	L	10	0,12	0,60				0,72	10	7,20	0,617	4,44
122	I	10	8,65					8,65	9	77,85	0,617	48,03
123	L	10	0,65	0,80				1,45	39	56,55	0,617	34,89
124	L	10	0,12	0,80				0,92	45	41,40	0,617	25,54
125	L	10	0,12	0,65				0,77	37	28,49	0,617	17,58
130	A	10	0,50	1,75				2,25	122	274,50	0,617	169,37
131	A	10	0,50	1,25				1,75	122	213,50	0,617	131,73
132	I	10	1,75					1,75	4	7,00	0,617	4,32
133	I	10	0,20					0,20	14	2,80	0,617	1,73
140	W	10	0,60	4,20	0,80	4,20	0,60	10,40	5	52,00	0,617	32,08
141	I	10	4,20					4,20	8	33,60	0,617	20,73
142	I	10	1,30					1,30	4	5,20	0,617	3,21
143	L	10	0,18	0,70				0,88	92	80,96	0,617	49,95
144	I	10	9,10					9,10	30	273,00	0,617	168,44



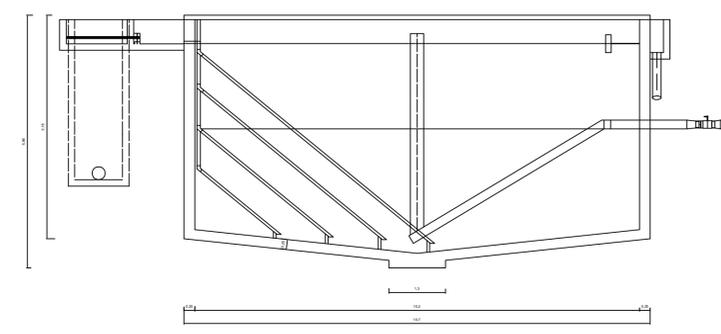
- ESPECIFICACIONES TECNICAS
- 1- El esfuerzo unitario a la fluencia del acero $f_y=4.200\text{kg/cm}^2$
 - 2- El esfuerzo unitario a la compresión del hormigón a los 28 días $f_c=210\text{kg/cm}^2$
 - 3- La capacidad portante del suelo se ha estimado en 10Tm^2 . Particular que es obligación del constructor verificar en el sitio
 - 4- El recubrimiento mínimo en cadenas, columnas, vigas, losas y escaleras será de 2.5cm
 - 5- Cualquier cambio o modificación estructural será realizada previa consulta con el calculista
 - 6- El cambio de suelo será de acuerdo al estudio de suelos.



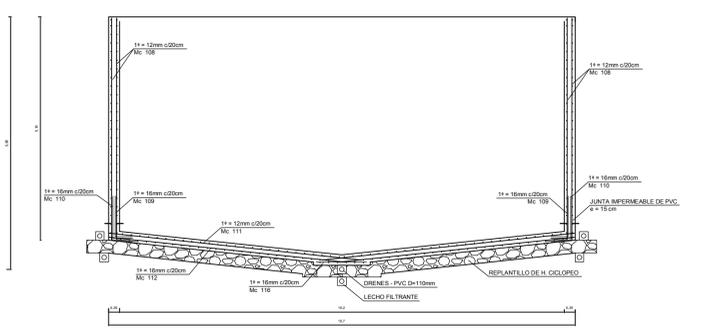
CORTE A-A



CORTE A-A

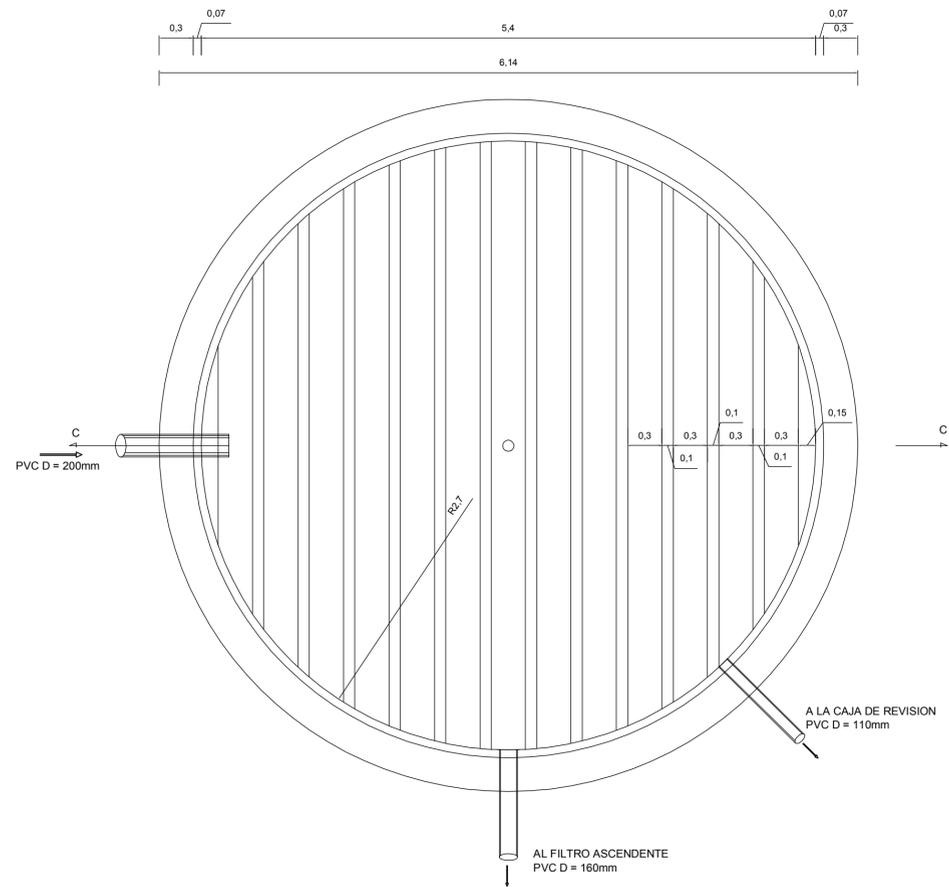


CORTE B-B

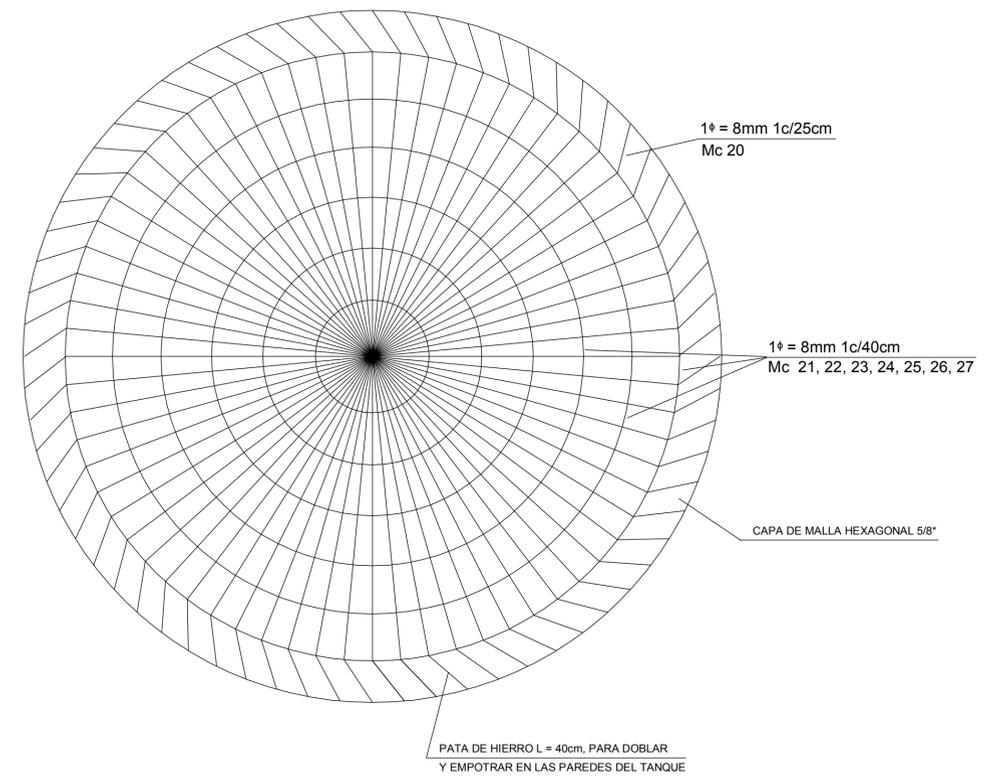


CORTE B-B

PROYECTO:	PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL BARRIO EL RECREO	FECHA:	29 / 09 / 2014
UBICACION:	CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO	ESCALA:	LAS INDICADAS
CONTENIDO:	REACTOR ANAEROBIO, PLANTA CORTES Y PLANO ESTRUCTURAL	LAMINA:	1 / 3



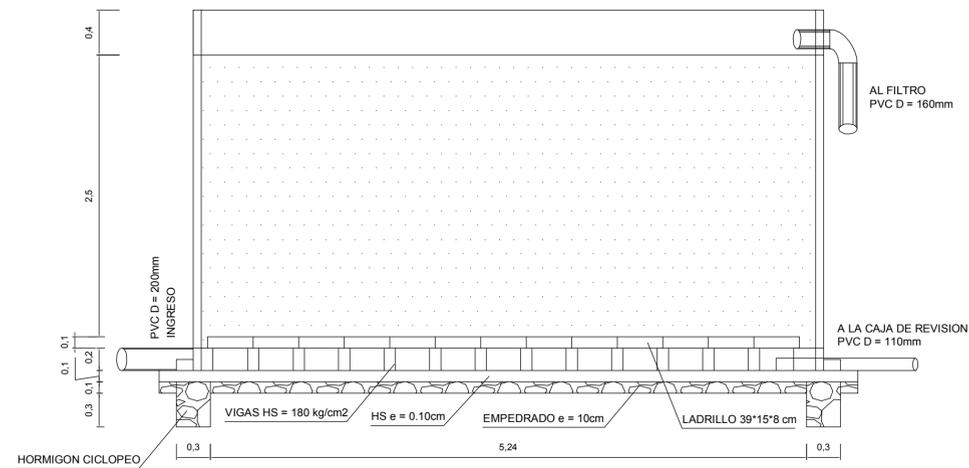
PLANTA DEL FILTRO BIOLÓGICO



ARMADO DE LOSA DEL FONDO

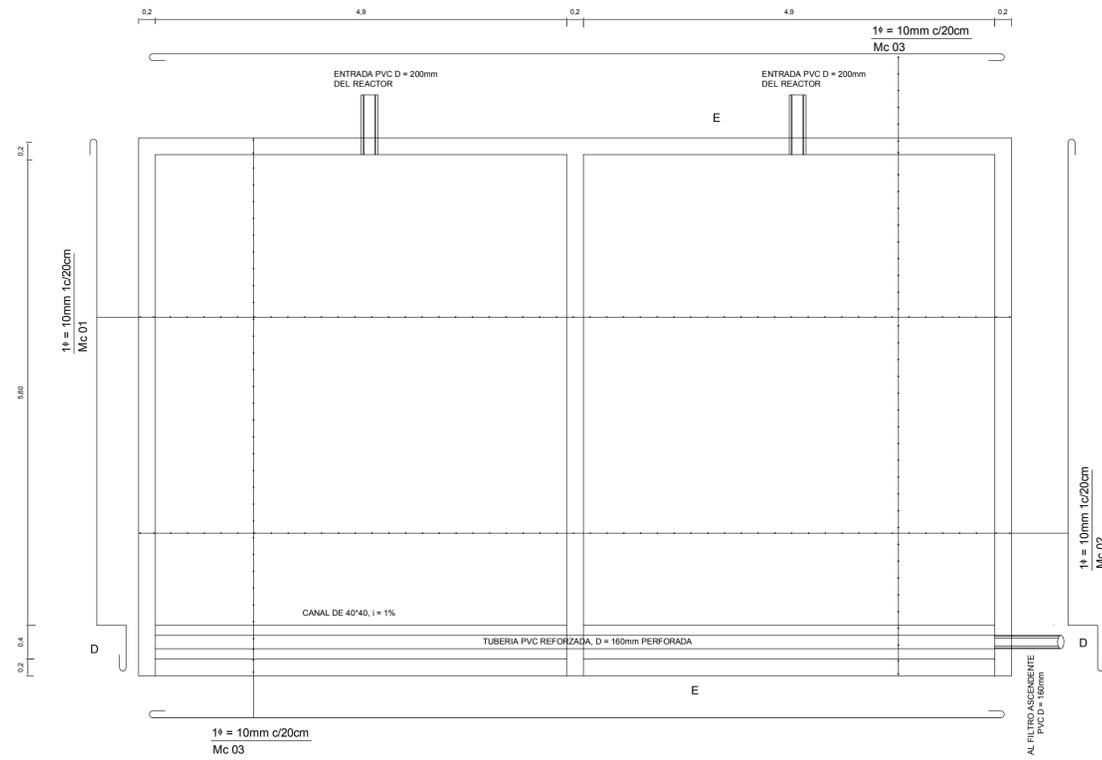
PLANILLA DE HIERROS									
Mc	φ mm	h (m)	CANTIDAD	LONGITUD			Long. (m)	L. TOTAL (m)	AREA TOTAL
				a	b	φ			
MALLA HEXAGONAL									
5/8"	6	1,50	3	6,15	1,50		6,15	18,45	27,68
5/8"	6	1,50	2	4,60	1,50		4,60	9,20	13,80
5/8"	6	1,50	2	17,00	1,50		17,00	34,00	51,00
5/8"	6	1,50	2	17,00	1,00		17,00	34,00	51,00

Mc	φ mm	h (m)	CANTIDAD	LONGITUD				Long. (m)	L. TOTAL (m)	P. TOTAL (kg)
				a	b	c	g			
ACERO										
20	8	L	68	2,55	0,40		2,95	200,60	79,29	
21	8	O	1	1,45	0,40		1,45	1,45	0,57	
22	8	O	1	4,10	1,24		4,10	4,10	1,62	
23	8	O	1	6,75	2,08		6,75	6,75	2,67	
24	8	O	1	9,40	2,92		9,40	9,40	3,72	
25	8	O	1	12,00	3,76		12,00	12,00	4,74	
26	8	O	1	12,00	4,60		12,00	12,00	4,74	
27	8	O	1	12,00	5,44		12,00	12,00	4,74	
28	10	O	12	12,00	5,44		12,00	144,00	56,92	

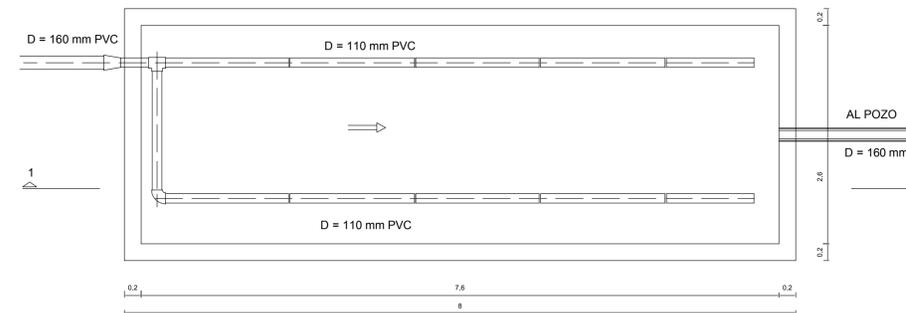


CORTE C-C DEL FILTRO BIOLÓGICO

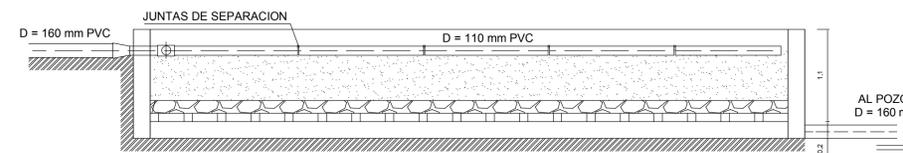
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL BARRIO EL RECREO	FECHA: 29 / 09 / 2014
UBICACION: CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO	ESCALA: LAS INDICADAS
CONTENIDO: FILTRO BIOLÓGICO, PLANTA, CORTES Y PLANO ESTRUCTURAL	LAMINA: 2 / 3



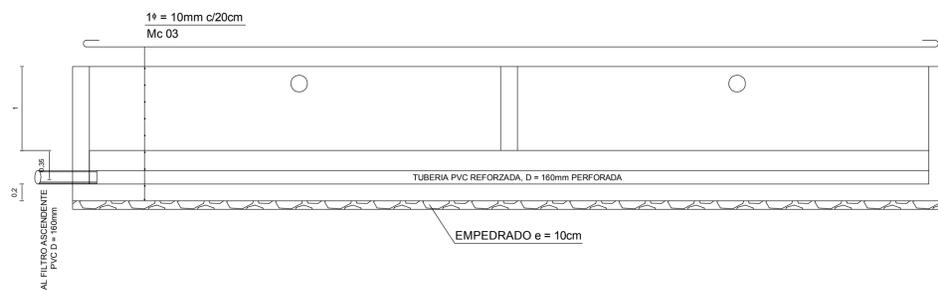
PLANTA = LECHO DE SECADO DE LODOS



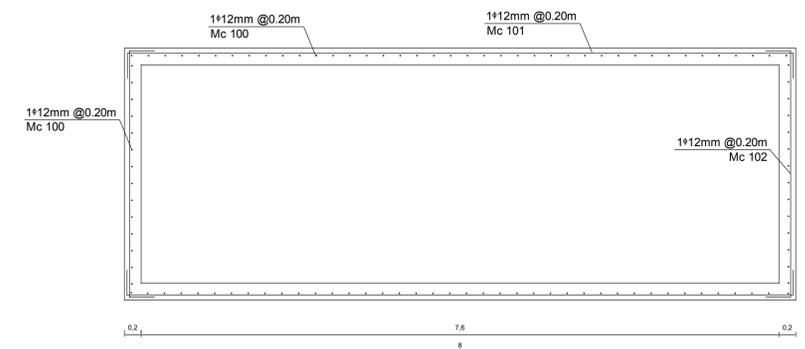
FILTRO DESCENDENTE EN PLANTA



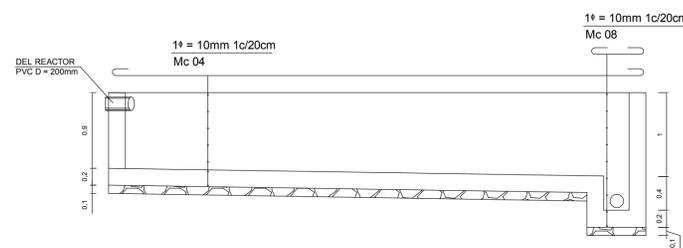
CORTE LOGITUDINAL



CORTE D-D



ARMADO DEL FILTRO



CORTE E-E

PLANILLA DE HIERROS										
Mc	φ mm	TIPO	CANTIDAD	LONGITUD			Long. (m)	L. TOTAL (m)	P. TOTAL (kg)	
				a	b	c				
LECHO DE SECADO DE LODOS										
01	10	Z	40	4,65	0,4	0,6	0,15	5,95	238,0	146,85
02	10	Z	40	4,45	0,4	0,8	0,15	5,95	238,0	146,85
03	10	I	86	7,75			0,15	8,05	692,3	427,15
04	10	I	36	5,25			0,15	5,55	199,8	123,28
05	10	L	80	1,05	0,3		0,15	1,5	120,0	74,04
06	10	L	80	1,55	0,3		0,15	2,0	160,0	98,72
07	10	L	144	1,1	0,3		0,15	1,55	223,2	137,71
08	10	I	8	0,75			0,15	1,05	8,4	5,18
FILTRO DESCENDENTE										
100	12	L	80	1,3	0,2			1,5	120,00	106,56
101	12	C	14	5,95	0,3			6,55	91,7	81,43
102	12	I	14	1,95	0,3			2,55	35,7	31,7

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1- El esfuerzo unitario a la fluencia del acero $f_y=4.200\text{Kg/cm}^2$
- 2- El esfuerzo unitario a la compresión del hormigón a los 28 días $f_c=210\text{Kg/cm}^2$
- 3- La capacidad portante del suelo se ha estimado en 10T/m^2 . Particular que es obligación del constructor verificar en el sitio.
- 4- El recubrimiento mínimo en cadenas, columnas, vigas, losas y escaleras será de 2.5cm
- 5- Cualquier cambio o modificación estructural será realizada previa consulta con el calculista
- 6- El cambio de suelo será de acuerdo al estudio de suelos.

PROYECTO:	PLANTA DE TRATAMIENTO PARA EL BARRIO EL RECREO	FECHA:	29 / 09 / 2014
UBICACION:	CANTON PASTAZA, PARROQUIA PUYO	ESCALA:	LAS INDICADAS
CONTENIDO:	LECHO DE SECADO DE LODOS, FILTRO DESCENDENTE	LAMINA:	3 / 3