

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas
y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca,
Ayacucho - 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:
Yemerson Lapa Bendezú**

**Ayacucho – Perú
2020**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
TESIS

**Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de
laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019**

Expedido : 22 de octubre de 2020
Sustentado : 15 de diciembre de 2020
Calificación : Muy bueno
Jurados :



M.Sc. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS (†)
Presidente

A blue ink signature in cursive script.

Ing. HERBERT NÚÑEZ ALFARO
Miembro

A blue ink signature in cursive script.

Ing. VANCE GIORGIO FERNÁNDEZ HUAMÁN
Miembro

A blue ink signature in cursive script.

Ing. EDUARDO PACORI QUISPE
Asesor



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

“Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho – 2019”

Autor : Yemerson Lapa Bendezú

Asesor : Eduardo Pacori Quispe

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 16 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 12 de octubre de 2021

Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATED
Presidente de comisión

Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019

por Yemerson Lapa Bendezú

Fecha de entrega: 11-oct-2021 08:16p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1671541299

Nombre del archivo: TESIS_YEMERSON.pdf (3.47M)

Total de palabras: 28424

Total de caracteres: 149506

Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	cdigital.uv.mx Fuente de Internet	1%
5	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1 %
11	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	MARCO ANTONIO CUENCA RUIZ. "Selección de un sistema de desinfección en proyectos de reutilización de las aguas residuales"	<1 %

tratadas", Universitat Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

20	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
22	purl.org Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
24	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

30	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
35	citychlor.eu Fuente de Internet	<1 %
36	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	studylib.es Fuente de Internet	<1 %
38	investigacion.izt.uam.mx Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
41	id.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

42

tobias-lib.ub.uni-tuebingen.de

Fuente de Internet

<1 %

43

dspace.esoch.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

44

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado

A Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Albino Lapa y Rosa Bendezú, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mis hermanos: Yudy, Adbiel, Andeson, Amilcar, Mehitabel y Smith por confiar y estar siempre presentes en mi vida.

A mi hijo Yemerson Kendryc y para mi esposa, por darme fuerzas y su comprensión durante el desarrollo de mi trabajo de investigación y ser parte de mi vida.

A mis familiares: tíos, primos y sobrinos, quienes de manera desinteresadamente me dieron sus palabras de motivación y aliento.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater en educación superior de nuestra región; por acogerme en sus ambientes universitarios.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por acogerme durante mi formación profesional y personal.

Al Ing. Eduardo Pacori Quispe, asesor de la presente investigación, por las sugerencias y consejos impartidas hacia mi persona con su amplio conocimiento en el desarrollo de la presente investigación.

A toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola quienes contribuyeron con sus enseñanzas y conocimientos durante el proceso de mi formación profesional.

A todos mis amigos, quienes de una u otra manera han colaborado de forma desinteresada durante el presente trabajo de investigación y por compartir conocimientos en la vida universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes del trabajo	4
1.2. Las aguas residuales	5
1.2.1. Tipos de aguas residuales	5
1.2.2. Composición de las aguas residuales	6
1.2.3. Parámetros principales de las aguas residuales	7
1.2.4. Usos y destinos de las aguas residuales tratadas	11
1.2.5. Estudios de impacto ambiental (EIA).....	15
1.2.6. Plan de manejo ambiental (PMA)	16
1.3. Tratamiento de aguas residuales.....	17
1.3.1. Pretratamiento.....	17
1.3.2. Tratamiento primario.....	20
1.3.3. Tratamiento secundario	22
1.3.4. Tratamiento terciario	23
1.4. Lagunas de estabilización.....	24
1.4.1. Tipos de lagunas de estabilización	24
1.4.2. Régimen de flujo en lagunas de estabilización.....	28
1.4.3. Determinación del régimen de flujo	31
1.4.4. Evaluación hidráulica de lagunas de estabilización	33
1.4.5. Principales parámetros de control.....	39
1.4.6. Factores importantes que influyen en el proceso.....	39
1.4.7. Ventajas y desventajas de la laguna de estabilización.....	42
1.5. Base legal	43
1.5.1. Ley N° 28611. (Ley general del ambiente)	43

1.5.2.	Ley N° 29338.- (Ley de recursos hídricos)	44
1.5.3.	Reglamento de la Ley N° 29338 (Ley de recursos hídricos).....	45
1.5.4.	Ley N° 27972 -ley orgánica de municipalidades	45
1.5.5.	D.S. N°003-2010-minam. límites máximos permisibles para efluentes ...	46
1.5.6.	R.M. 273-2013-vivienda. protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes.....	47
1.5.7.	Norma OS. 090. plantas de tratamiento de aguas residuales.....	47
1.6.	Entidades vinculadas a la fiscalización ambiental de las aguas residuales municipales en el Perú.....	48
1.6.1.	Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.....	48
1.6.2.	Autoridad nacional del agua (ANA).....	48
1.6.3.	Gobiernos locales	48
1.6.4.	Organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA)	48
1.6.5.	Otras entidades vinculadas al control de las aguas residuales en el Perú..	49
CAPÍTULO II.....		50
METODOLOGÍA.....		50
2.1.	Ubicación del estudio	50
2.1.1.	Ubicación geográfica.....	50
2.1.2.	Ubicación política.....	50
2.2.	Materiales y equipos.....	52
2.2.1.	Materiales	52
2.2.2.	Equipos	53
2.2.3.	Herramientas.....	53
2.2.4.	Indumentaria.....	54
2.3.	Procedimiento.....	54
2.3.1.	Determinación de la capacidad de remoción.....	54
2.3.2.	Comparación de capacidad de remoción de temporadas de lluvia con estiaje.....	62
2.3.3.	Rediseño de la planta de tratamiento PTAR.....	63
CAPÍTULO III.....		67
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		67
3.1.	Capacidad de remoción físico, químico y biológico por laguna de estabilización	67
3.1.1.	Descripción del PTAR pichiwillca existente	67
3.1.2.	Caracterización físico químico y biológico del PTAR Pichiwillca.....	68

3.1.3. Capacidad de remoción de aguas residuales de la PTAR Pichiwillca.....	77
3.2. Capacidad de remoción en temporadas de lluvia y sequía de la PTAR	80
3.2.1. Agrupación de datos para su análisis.....	80
3.2.2. Remoción en temporadas de sequía y lluvia de laguna de estabilización de Pichiwillca	82
3.3. Propuesta del rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca.....	86
3.3.1. Estudios básicos para el rediseño.	86
3.3.2. Diseño de población futura y caudales de trabajo	88
3.3.3. Diseño de pretratamiento (procesos físicos).....	90
3.3.4. Diseño de lagunas de estabilización (procesos biológicos).....	94
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	101
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Grados de caracterización de agua residual doméstica.....	7
Tabla 1.2. Clasificación de Tipos de agua residual por su biodegradabilidad.....	8
Tabla 1.3. Clasificación de los modelos de flujo	31
Tabla 1.4. Profundidades y TRH recomendables según tipo de laguna	37
Tabla 1.5. Tipos de Régimen hidráulico	37
Tabla 1.6. Eficiencia de remoción según temperatura del agua.....	42
Tabla 1.7. LMP para los efluentes de una PTAR.....	47
Tabla 1.8. Frecuencia de monitoreo de una PTAR	47
Tabla 2.1. Frecuencia de monitoreo para el caso de la investigación.....	55
Tabla 3.1. Concentraciones de parámetros medidos en el Afluente	68
Tabla 3.2. Concentraciones según parámetro de medición en el efluente	73
Tabla 3.3. Parámetros que definen la capacidad de remoción de un PTAR.....	77
Tabla 3.4. Porcentaje de remoción de laguna en épocas de sequía.....	81
Tabla 3.5. Porcentaje de remoción de laguna en épocas de lluvia.....	81
Tabla 3.6. Resumen de eficiencia de remoción en temporadas de sequía y lluvia	82
Tabla 3.7. Medición de caudales <i>in situ</i>	89
Tabla 3.8. Cantidad de material cribado en función al espaciamiento entre barras.....	91
Tabla 3.9. Dimensiones del medidor Parsall propuesto en centímetros	93
Tabla 3.10. Resumen de dimensiones de lagunas facultativas	94
Tabla 3.11. Principales características de diseño	95

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Clasificación de partículas sólidas de agua residual, según su diámetro..	10
Figura 1.2. Coliformes termotolerantes <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Klebsiella</i>	11
Figura 1.3. Riego de zonas públicas	12
Figura 1.4. Sistema de refrigeración	12
Figura 1.5. Riego agrícola.....	13
Figura 1.6. Humedales naturales y/o artificiales.....	14
Figura 1.7. Recarga de acuíferos mediante canales de infiltración.....	14
Figura 1.8. Equipo aforrador Parshall.....	19
Figura 1.9. Trampa aceites y grasas	20
Figura 1.10. Sedimentación Primaria.....	21
Figura 1.11. Esquema del tanque Imhoff.....	21
Figura 1.12. Esquema representativa de lodos activados.....	22
Figura 1.13. Sistema UASB.....	23
Figura 1.14. Proceso de remoción anaeróbica	24
Figura 1.15. Diagrama de una laguna anaerobio	25
Figura 1.16. Oxidación biológica aerobia.....	26
Figura 1.17. Relación simbiótica algas-bacterias	26
Figura 1.18. Diagrama de laguna facultativo	27
Figura 1.19. Nomograma de flujo disperso	30
Figura 1.20. Ciclo de producción fotosintética	39
Figura 2.1. Mapa político del Perú.....	51
Figura 2.2. Mapa regional de Ayacucho	51
Figura 2.3. Mapa provincial de La Mar	51
Figura 2.4. Centro Poblado de Pichiwillca	52
Figura 2.5. Ubicación del PTAR Pichiwillca.....	52
Figura 2.6. Determinación de pH en campo	56
Figura 2.7. Determinación de temperatura en campo	57
Figura 2.8. Medición del caudal (método del vertedero).....	58
Figura 2.9. Etiquetado de las muestras	59
Figura 2.10. Extracción de muestras del afluente	60
Figura 3.1. Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el afluente	69
Figura 3.2. Variación mensual de la concentración de pH en el afluente.....	69

Figura 3.3.	Variación mensual de la temperatura en el afluente.....	70
Figura 3.4.	Variación mensual de la concentración de coliformes termotolerantes en el afluente	70
Figura 3.5.	Variación mensual de la concentración de DBO5 en el afluente	71
Figura 3.6.	Variación mensual de la concentración de DQO en el afluente	72
Figura 3.7.	Variación mensual de la concentración de STS en el afluente.....	72
Figura 3.8.	Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el efluente	73
Figura 3.9	Variación mensual de la concentración de pH en el efluente.....	74
Figura 3.10.	Variación mensual de la concentración de temperatura en el efluente.....	74
Figura 3.11.	Variación mensual de la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente	75
Figura 3.12.	Variación mensual de la concentración de DBO5 en el efluente	76
Figura 3.13.	Variación mensual de la concentración de DQO en el efluente	76
Figura 3.14.	Variación mensual de la concentración de STS en el efluente.....	77
Figura 3.15.	Remoción de DBO5 del PTAR Pichiwillca existente	78
Figura 3.16.	Remoción de C.T. del PTAR Pichiwillca existente.....	79
Figura 3.17.	Parámetro aceites y grasas en épocas de sequía y lluvia.....	83
Figura 3.18.	Parámetro de C. T. en épocas de sequía y lluvia	83
Figura 3.19.	Parámetro de DBO5 en épocas de sequía y lluvia.....	84
Figura 3.20.	Parámetro de DQO en épocas de sequía y lluvia.....	84
Figura 3.21.	Parámetro de STS en épocas de sequía y lluvia	85

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	104
Anexo 2. Registro de datos de campo y muestreo de agua residual del PTAR Pichiwillca.....	111
Anexo 3. Resultados de análisis de muestras de agua residual del PTAR Pichiwillca.....	140
Anexo 4. Evaluación de Impacto Ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales existentes en Pichiwillca	166
Anexo 5. Informe de gestión de riesgos del PTAR Pichiwillca existente	185
Anexo 6. Estudio topográfico de la planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca	200
Anexo 7. Estudio de geología, geotecnia y mecánica de suelos.....	213
Anexo 8. Propuesta de diseño de la PTAR Pichiwillca.....	268
Anexo 9. Aspectos prácticos de diseño y construcción del PTAR Pichiwillca.....	300
Anexo 10. Manual de operación y mantenimiento de lagunas de estabilización facultativas del PTAR Pichiwillca	321
Anexo 11. Planos de diseño.....	343

RESUMEN

El Centro Poblado de Pichiwillca cuenta con una laguna de estabilización para el tratamiento de aguas residuales domésticas, del cual, la estructura física de la laguna se encuentra deteriorado por la socavación del riachuelo que circula muy cerca de la laguna, además, por no presentar mantenimiento desde su construcción, el volumen de la laguna ha disminuido considerablemente por la acumulación de materia fecal, arenas, malezas, ramas, plásticos entre otros, producido por las escorrentías, ya que la laguna no cuenta con zanjas de evacuación de agua de lluvia. Por otro lado, la emisión del olor fétido permanente, la contaminación río abajo es más notorio, razón por la cual, la población muestra incomodidad sobre el proyecto. Los objetivos planteados fueron: evaluar la capacidad de remoción de aguas residuales de la PTAR en un periodo determinado, comparando la capacidad de remoción en épocas de lluvia y estiaje y proponer el rediseño mediante lagunas de estabilización. Para ello, se ha evaluado la capacidad de remoción de la laguna existente y se comparó con los límites máximos permitidos establecidos por el D.S. N°003-2010-MINAM. Se determinó la capacidad de remoción media de la laguna, siendo 20.50% de DBO₅ y 87.50% de CF. Mientras la capacidad de remoción en épocas de lluvia es inferior a épocas de sequía. Para ello se plantea el rediseño del PATR, que cuenta con pretratamiento de cámara de rejillas, desarenador y medidor Parshall, como tratamiento biológico se consideró dos lagunas facultativas con la configuración: facultativa – facultativa de 1.02 hectáreas (total + 15%). La primera laguna facultativa consta de 0.52 hectáreas, de longitud 98.00m y ancho de 53.00 m a nivel de corona. Mientras la segunda laguna facultativa consta de 0.37 hectáreas, de longitud 82.00m y ancho de 45.00m a nivel de corona de la laguna, ambas lagunas con una profundidad útil de 1.50m.

Palabras clave: Capacidad de remoción, aguas residuales y laguna de estabilización

INTRODUCCIÓN

Los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales que existen en nuestro país, muchos de ellos son vertidos a cauces naturales de agua y vienen produciendo contaminación reduciendo la calidad del agua.

Existen diversos métodos y formas de tratamiento de aguas residuales, sean físicas, químicos y biológicas, la más recomendables y más usado en nuestro país son las lagunas de estabilización para pequeños pueblos que generan aguas residuales biodegradables. Como no incluir también a ciudades grandes que se encuentran en climas cálidos y que tengan terrenos amplios y de bajo costo. En cambio, los otros métodos de tratamiento de aguas residuales resultan mejor pero más costo tiene.

En la presente investigación se realizó el diagnóstico de la laguna de estabilización de Pichiwillca, para determinar la capacidad de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales y el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos por normas vigentes, como resultado de la evaluación se obtuvo deficiente en su capacidad de remoción. Por otro lado, se ha comparado resultados de la evaluación en dos temporadas tanto en épocas de lluvia como en sequía obteniendo como resultado mejor el tratamiento en épocas de sequía que en épocas de lluvia debido por muchos factores. Con los parámetros obtenidos durante la evaluación y adicionados estudios básicos, se plantea el rediseño del sistema de tratamiento mediante lagunas de estabilización facultativas primaria y secundaria, con la finalidad de mejorar la capacidad de remoción y cumplir con los límites máximos permisibles establecidos por las normas vigentes, de esta manera se estaría mejorando la calidad de agua en el efluente y con ello la calidad ambiental.

Por las consideraciones expuestas, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la capacidad de remoción físico químico y biológico de agua residual en temporadas de lluvia - estiaje y proponer el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, por lagunas de estabilización, de Pichiwillca - Samugari - La Mar - Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la capacidad de remoción físico, químico y biológico de aguas residuales de laguna de estabilización, bajo estándares de calidad ambiental D.S. N°003-2010-MINAM.
2. Comparar la capacidad de remoción en temporadas de lluvia y sequia de la PTAR por laguna de estabilización, en Pichiwillca – Samugari – La Mar – Ayacucho.
3. Proponer el rediseño de laguna de estabilización mediante una hoja de cálculo, Pichiwillca – Samugari – La Mar - Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO

El tratamiento de aguas residuales ha sido de mucha importancia desde años más anteriores, debido a que se relaciona directamente con nuestra salud.

Según (SUNASS) con la Cooperación Alemana de Desarrollo (GTZ/PROAGUA) el 70% de las aguas residuales en el Perú no son tratados; del mismo modo, las 143 plantas de tratamiento residual que existen en el Perú, solo el 14% son bien tratados cumpliendo así la normativa vigente. Así mismo: según la información del 2009, de 786 millones de m³ (MMC) de Aguas Residuales Domesticas (ARD), 511 MMC se encontraban sin tratamiento, de las cuales corresponden a Lima y Callao 325 MMC. De un total de 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTAR), solo el 4.9% (7 plantas) estaba operando en niveles óptimos (SUNASS, 2008).

En el año 2005 se realizó un trabajo de investigación en, análisis y diseño del sistema de laguna de estabilización y biodigestores anaeróbicos, esquema comparativo, en la localidad de Limatambo del distrito de Kimbiri de la provincia la Convención – Cuzco – Ayacucho. Según este trabajo de investigación el tratamiento de aguas residuales de Limatambo no cumple los valores máximos permisibles de la Ley General de Aguas.

En el año 2008 se realizó un trabajo de investigación en, diseño hidráulico de lagunas de estabilización en el distrito de Pichari de la provincia de convención – Cuzco – Ayacucho, donde se desarrolló una evaluación de las lagunas de estabilización, de Santa Rosa del distrito de Sivia de la provincia de Huanta – Ayacucho, además de evaluar la misma planta de tratamiento de aguas residuales existente de Pichari, también se evaluó la planta de tratamiento de aguas residuales de Tribuline del distrito de Sivia de la provincia de Huanta – Ayacucho. El resultado de la evaluación de las plantas de

tratamiento de aguas residuales, ninguna de ellas cumple los valores máximos permisibles de la Ley General de Aguas. (Quispe, 2008)

El Centro Poblado de Pichiwillca, cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales por laguna de estabilización, ejecutado en el año del 2004, con un periodo de diseño de 20 años, es quien en la actualidad está causando daños al ambiente por la emisión de olores fétidos debido a la deficiencia en la remoción de la laguna, inadecuado operación y casi nada de mantenimiento de la PTAR. En otros centros poblados y/o comunidades ya se ha realizado estudios similares con la finalidad de evaluar las variaciones de caudal, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno, los resultados que obtuvieron son desastrosos que atenta a la degradación del ambiente.

1.2. LAS AGUAS RESIDUALES

Aguas residuales provenientes de descargas de uso municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticas, así como las combinaciones o mezclas de ellos (Romero, 1999).

Considerándose así las aguas residuales provenientes de residencias o viviendas como aguas residuales domésticas, mientras las descargas que son transportados mediante alcantarillas de ciudades o urbanizaciones son consideradas aguas residuales municipales (Romero, 1999).

1.2.1. Tipos de aguas residuales

1.2.1.1. Aguas de lluvia o blancas

Son aguas de poca contaminación que provienen de escorrentías superficiales y drenajes pluviales que dan grandes aportaciones en caudal con menos contaminación (León y Lucero 2009).

1.2.1.2. Aguas residuales domésticas

Son aguas que provienen de actividad humana originándose en viviendas y comercios que generalmente contienen desechos fisiológicos entre otros, este tipo de agua residual se debe disponer en plantas de tratamiento de agua residual (OEFA, 2014).

1.2.1.3. Aguas residuales industriales

Este tipo de agua residual son descargados de actividad minera, de las industrias entre otras, donde las descargas son contaminadas con materiales tóxicos, para ello las industrias deben tener un tratamiento preliminar antes de descargas a las redes de alcantarillas (OEFA, 2014).

1.2.1.4. Aguas residuales agrícolas

Son aguas que contienen desechos provenientes de actividades de agricultura y ganadería del sector rural (León y Lucero 2009).

1.2.1.5. Aguas residuales municipales

Las descargas que son transportados mediante alcantarillas de ciudades o urbanizaciones son consideradas como aguas residuales municipales, que pueden drenar aguas residuales combinadas con aguas de lluvia o de las industrias previamente tratados según norma (OEFA, 2014).

1.2.2. Composición de las aguas residuales

Para caracterizar el agua residual es necesario realizar un muestreo y análisis de laboratorio teniendo en cuenta los parámetros y estándares de calidad de agua residual, siguiendo un programa de monitores en el afluente y efluente de una planta de tratamiento de agua residual, este programa de muestreo debe tener un propósito definido. (Romero, 1999).

Tabla 1.1. Grados de caracterización de agua residual doméstica

Constituyente	Metcalf y Eddy (2004)			Romero
	Fuerte	Media	Débil	-1999
Sólidos totales:	1230	720	390	720
Disueltos totales	860	500	270	500
Fijos	520	300	160	300
Volátiles	340	200	110	200
En suspensión totales	400	210	120	220
Fijos	85	50	25	55
Volátiles	315	160	95	165
Sólidos sedimentables, mL/L	20	10	5	10
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	350	190	110	220
Carbono Orgánico Total (COT)	260	140	80	160
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	800	430	250	500
Nitrógeno (total como N):	70	40	20	40
Orgánico	25	15	8	15
Amoníaco libre	40	25	12	25
Nitritos	0	0	0	8
Nitratos	0	0	0	0
Fósforo (total como P):	12	7	4	8
Orgánico	4	2	1	3
Inorgánico	8	5	3	5
Cloruros	90	50	30	50
Sulfatos	50	30	20	-
Alcalinidad (como CaCO ₃)	-	-	-	100
Grasas y aceites	100	90	50	100
Compuestos orgánicos volátiles, (µg/L)	100	90	50	-
Coliformes totales (No./100 mL)	107- 1010	107-109	106-108	-
Coliformes fecales (No./100 mL)	105-108	104-106	103-105	-

Fuente: Eddy, 2004 y Romero, 1999.

1.2.3. Parámetros principales de las aguas residuales

1.2.3.1. Parámetros químicos de agua residual

La materia orgánica biodegradable, presente en agua residual, se mide a través de la DBO₅ (demanda bioquímica de oxígeno) quien es medido en 5 días para oxidar la materia biodegradable y estabilizar.

La cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica oxidable presente en el agua residual mide la demanda química de oxígeno (DQO).

La biodegradabilidad de las aguas residuales, es medido por la relación (DBO/DQO) que en la tabla 1.2, indica tipo de aguas residual según su biodegradabilidad en relación de DBO/DQO.

Tabla 1.2. Clasificación de tipos de agua residual por su biodegradabilidad

Tipo de agua residual	DBO/DQO
Cruda	0.3 a 0.8
Después de sedimentación primaria	0.4 a 0.6
Efluente final	0.1 a 0.3

Fuente: Eddy y Metcalf, 2004

Con relación de mayor o igual a 0.5 significa que es biodegradable con facilidad, mientras cuando es menor o igual a 0.3, la biodegradable no es fácil, que podría incluso contener en su composición material tóxico (Metcalf y Eddy, 2004).

El agua residual generalmente está en la relación de 6 a 9 en el rango de pH quien mide el grado de acidez en las aguas residuales, además en este rango permite la actividad microbiana.

Así como el pH hay otros parámetros químicos que pueden ayudar o interrumpir el tratamiento de agua residual como es el caso de nitrógeno y el fosforo indican la cantidad de nutrientes presentes en agua y su facilidad de descomposición.

Para el uso de la agricultura es necesario saber básicamente los cloruros presentes en agua residual, mientras la presencia de los sulfatos en el agua residual nos indica a través de los malos olores que imite de la planta de tratamiento de aguas residuales. (Eddy y Metcalf, 2004).

1.2.3.2. Parámetros físicos de agua residual

Este parámetro es necesario entender para determinar los procesos que se aplicaran al someter el tratamiento de agua residual y así determinar sus componentes unitarios más adecuados para su correcto tratamiento, se clasifican en fijos y volátiles además como disueltos y suspendidos.

La materia orgánica presente en el agua residual, es caracterizada por la relación de (sólidos volátiles) / (sólidos fijos). La actividad biológica en el agua residual es interrumpida por la presencia de aceites y grasas, por ello es necesario construir trampa de grasas si es necesario. (Eddy y Metcalf, 2004).

Temperatura de agua residual

El proceso de la degradación de la materia orgánica, por la acción de las bacterias microbianas la temperatura de agua residual se incrementa por la energía liberada en el balanceo de la ecuación bioquímica.

Turbidez

El agua residual generalmente es turbia, y esta es un indicador de la calidad del mismo, el cual es medido por los rayos de la luz, la transmisión, que determina la turbidez del agua residual sobre la materia suspendida. (Eddy y Metcalf, 2004).

Color

La coloración del agua residual generalmente es gris, luego que las bacterias y otros van descomponiendo la materia orgánica, el color del agua residual cambia a negro, llamándose así agua séptica. Por ello se puede decir que el color de agua residual es un indicador para medir la edad del agua. (Metcalf y Eddy, 2004).

Olor

Es uno más de los indicadores que mide la calidad del agua residual, debido a la liberación de ácido sulfúrico como también de sustancias volátiles. El olor del agua en un comienzo es menos desagradable que cuando está en estado séptico. (Metcalf y Eddy, 2004).

Sólidos totales

Otro de los parámetros físicos de agua residual es que contenga sólidos suspendidos y sólidos filtrables ambos llamados sólidos totales, son importantes la medición de estos parámetros ya que nos indican por ejemplo para determinar los componentes de pretratamiento como tratamiento primario. (Metcalf y Eddy, 2004).

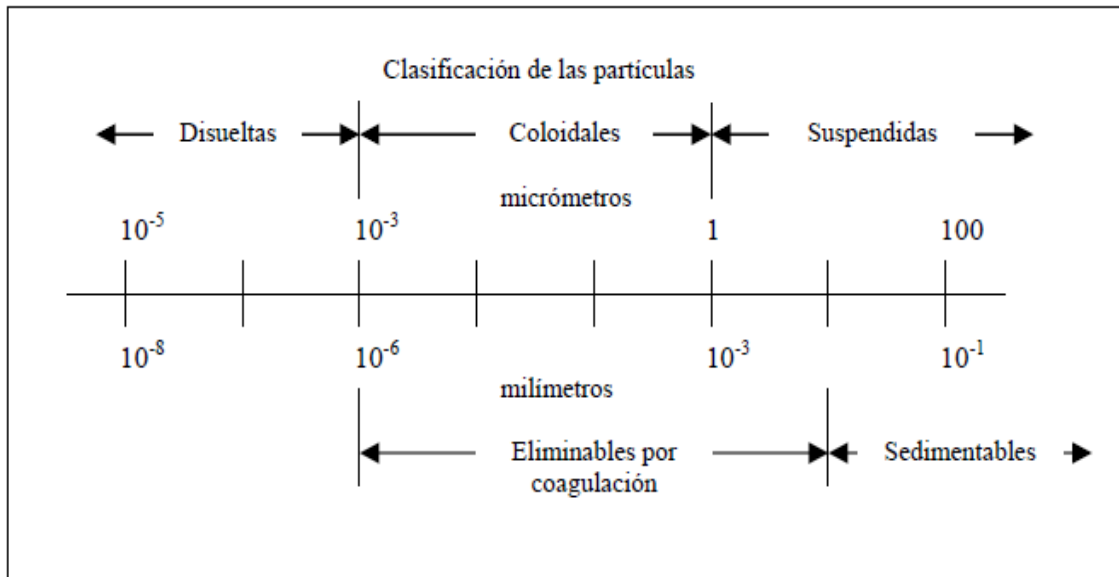


Figura 1.1. Clasificación de partículas sólidas de agua residual, según su diámetro

1.2.3.3. Parámetros biológicos

Los parámetros biológicos son indicadores principales que se mide a través de las bacterias que se dividen en bacterias coliformes totales y termotolerantes. En los análisis se mide los coliformes totales para saber la presencia de bacterias y la efectividad de su tratamiento. (Metcalf y Eddy, 2004).

Coliformes totales

Los coliformes totales generalmente llamados (*Enterobacteriaceae* lactosa-positivas), son bacterias que en función de presencia en agua residual mide la calidad de agua residual en el efluente de las plantas de tratamiento de agua residual conteniendo las siguientes características.

- ❖ Capacidad para fermentar la lactosa
- ❖ Producen ácido y gas
- ❖ Temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C
- ❖ Tiempo de incubación 24 - 48h

Coliformes termotolerantes

Son una subdivisión de los coliformes totales, Están formados principalmente por: *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*. Se originan en los excrementos de los animales de sangre caliente y rara vez se encuentran en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo

de contaminación fecal, presentes siempre en grandes cantidades, otros autores también lo llaman coliformes fecales. Como son un sub grupo de coliformes totales, entonces comparten las mismas características de los coliformes totales, con excepción de fermentar la lactosa a 44.5°C.



Figura 1.2. Coliformes termotolerantes *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*

1.2.4. Usos y destinos de las aguas residuales tratadas

Es común que en los países desarrollados en su mayoría reutilizan el agua residual casi en un 70% obviamente con tratamiento, sin importar la cantidad de agua dulce en su territorio, mientras en los países medios alcanzan en su reutilización de un 28% a 38% del total de agua residual en sus países, y por último en países pobres sub desarrollados pues solo reutilizan el 8% del total de agua residual. (Sato, et al., 2013).

1.2.4.1. Reutilización en el medio urbano

La reutilización más común de las aguas residuales tratadas, en zonas urbano se pueden mencionar lo siguiente:

- ❖ Regadío y limpieza de áreas verdes en espacios públicos, parques y jardinerías, campos deportivos, áreas verdes de edificaciones públicas, áreas residenciales, polígonos industriales, campos de golf, etc.
- ❖ Usos comerciales: bañado de automóviles, limpieza de mamparas y cristalerías de edificios grandes y pequeños.
- ❖ Además, en usa en decorativos y ornamentales como: fuentes de agua y estanques de agua.
- ❖ Redes de agua para uso de contra incendios.



Figura 1.3. Riego de zonas públicas

1.2.4.2. Reutilización industrial

En la industria en países desarrollados se reutiliza frecuentemente y se aplican en:

- ❖ Enfriamiento de equipos o áreas.
- ❖ Alimentación de agua en calderas
- ❖ En los procesos que se utiliza agua

Este tipo de uso de agua residual que se aplica en diferentes sistemas, equipos o en procesos dentro de una industria, exige la calidad de tratamiento para evitar así la corrosión de tuberías, presencia de espumas, producción de costras, obstrucciones, entre otros.

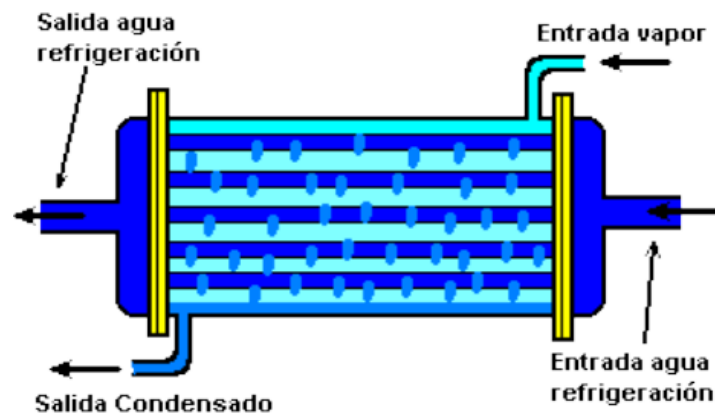


Figura 1.4. Sistema de refrigeración

1.2.4.3. Reutilización agrícola

Hoy en día la utilización de agua a nivel mundial en la agricultura es 10 veces mayor el de cualquier otro uso que se le da. En ese sentido es evidente el ahorro de agua dulce con la reutilización de agua residual en actividades agrícolas. El uso de la reutilización de agua residual en actividades agrícolas además de contribuir en la conservación de recursos hídricos, nos da muchas ventajas uno de ellos es que el costo de agua es menor en comparación con sistemas de tratamiento comercial donde el agua es costosa, además en tiempos de sequía es de mucha vitalidad para las plantas, al contribuir el aporte de nutrientes a través de riego nos ayuda en el ahorro de fertilizantes. Aspectos importantes que deben tener en cuenta en cualquier uso de agua, con más razón si se trata de agua residual tratada:

- ❖ Necesidades de agua de riego.
- ❖ Calidad de agua requerida.
- ❖ Consideraciones acerca del diseño del sistema.



Figura 1.5. Riego agrícola

1.2.4.4. Gestión de espacios naturales para usos recreativos y ambientales

El uso de agua en distintas actividades deportivas como recreativos y medioambientales es remplazado con agua residual tratada tales como: los campos de golf se pueden regar con agua residual tratada, creación de hábitat para vida silvestre en humedales, fabricación de nieve artificial, producción de plantas ornamentales y entre otros. Debido que hay mucha posibilidad de usar agua residual tratada en actividades recreativas y medioambientales, es posible que los gobiernos generen proyectos de inversión de carácter recreativo ya que es de menor costo y de esta forma aportaría en la

conservación del medio ambiente. Los proyectos de carácter recreativo se mencionan a continuación:

- ❖ Creación, ampliación y mejoramiento de humedales artificiales.
- ❖ Creación de áreas recreativas, estéticas, entre otros
- ❖ Mantenimiento de cauces naturales para la vida silvestre.



Figura 1.6. Humedales naturales y/o artificiales

1.2.4.5. Recarga de acuíferos

Es otra forma de aprovechamiento de agua residual tratada, mediante la infiltración hacia el subsuelo mediante canales o posos artificiales para su depuración a través de la filtración de forma natural que recarga los acuíferos en zonas bajas de la infiltración. Aprovechando, así en la agricultura en zonas bajas.



Figura 1.7. Recarga de acuíferos mediante canales de infiltración

Por otro lado, la recarga con agua residual presenta desventajas operacionales:

- ❖ Se requiere grandes áreas de terreno para aplicar el sistema de recarga de acuíferos mediante la infiltración.
- ❖ La excavación de grandes posos y/o canales de infiltración requiere costos muy elevados para su aplicación.
- ❖ Al recargar acuíferos con agua residual existe la posibilidad de contaminación de acuíferos, al ocurrir la recuperación sería muy costoso y a largo plazo.
- ❖ El agua residual infiltrada no se recuperada al 100%

1.2.4.6. Adaptación a recursos de aguas potables

Esta forma de recuperación de agua residual tratado para el consumo humano es una idea menos desarrollado en la actualidad, debido a que existen muchos controles y la no aceptación de la población en general que más prefieren aplicarlo en otros usos. Hay dos formas de reutilización en este caso, la primera es la reutilización indirecta que consiste en encausar al río el agua ya tratado y captarla aguas abajo teniendo en cuenta que en el curso del río es depurada naturalmente. La otra forma es la reutilización directa, que consiste en captar en el efluente el agua residual tratada y proporcionarle diferentes procesos más rigurosos de tratamiento e incluirlo al sistema de abastecimiento de agua potable. Hasta hoy en día no se ha aplicado el sistema de reutilización directa y quizá si el sistema indirecto, esto por la oposición de la población.

1.2.5. Estudios de Impacto Ambiental (EIA)

Los EIAs son trabajos y/o estudios de la suma de varias disciplinas, que, adiconado la evaluación del mismo, cuenta con objetivos de identificación, predicción, calificación y la valoración de las secuelas o efectos medioambientales que pueden dejar alguna acción o actividad al desarrollar proyectos o en funcionamiento del mismo, esto en la calidad de la vida animas racional e irracional. (Rodríguez, 2009).

Los responsables del estudio de EIAs presentan con sustento y base, declarando o estimando los impactos medioambientales. El documento técnico solo muestra la predicción objetiva sobre cómo puede repercutir el desarrollo de la ejecución de proyectos de diferentes envergaduras.

1.2.5.1. Metodología del Estudio de Impacto Ambiental

Las metodologías del EIAs son diferentes que pueden tomar cada responsable del estudio teniendo en cuenta la realidad de los hechos, pero básicamente la metodología a seguir es primero identificar los hechos existentes o por existir enseguida realizar la evaluación sobre la identificación de los hechos identificados y así realizar la cuantificación y la valoración del mismo para su prevención en el futuro al desarrollar un proyecto o en su funcionamiento. (Rodríguez, 2009).

1.2.5.2. Medio biofísico

Los medios biofísicos son la unión de los componentes biológicos, físicos y socioculturales que conforman el ecosistema. Los tres componentes del sistema que son el biótico, abiótico y el antrópico conforman el medio biofísico, que a su vez se dividen en componentes medioambientales. (Rodríguez, 2009).

1.2.5.3. Sistema abiótico

El sistema abiótico comprende la parte física o inerte de un ecosistema como: terreno, espacio aéreo, los recursos hídricos, entre otros que conforman los ecosistemas.

1.2.5.4. Sistema biótico

El sistema biótico es la parte viva de un ecosistema como: la flora, fauna y los humanos, que si bien es cierto es el complemento de los abióticos para formar un ecosistema.

1.2.5.5. Sistema antrópico

En este sistema esta o comprende la parte donde el ser humano realiza las modificaciones en el ecosistema al realizar las construcciones por las necesidades del mismo.

1.2.6. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Son documentaciones en el cual se detallan tiempos y acciones que se necesita para las prevenciones, mitigaciones, control, correcciones y restaurar los probables impactos medioambientales que su naturaleza pueden ser positivos o negativos que pueden ocurrir en la ejecución de actividades de un proyecto. Generalmente el PMA, está estructurado en sub planes, en función de la tipología de los proyectos (TULAS, 2003).

1.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los tratamientos de vertido adecuado de aguas residuales esta correlacionado con el conocimiento de las partes física, biológica y química de la mencionada agua residual y es más tener el conocimiento de los cuerpos receptores.

Desde los comienzos del año 1900 hasta los mediados del año 1970 el fin del tratamiento de agua residual era principalmente en removerlo el material coloidal tanto suspendida como flotante, además la merita orgánica degradable biológicamente y finalmente la eliminación de los agentes patógenos.

Luego desde los años 1970 hasta 1980 como diez años las preocupaciones ya fuer la parte estética y medioambiental, todo ello sin dejar los fines anteriores sobre la DBO5, SST y agentes patógenos. De este último año de 1980 más atención se ha visto en la remoción de agentes contaminantes que producen daño a la vida humana al medioambiente.

Sobre las formas de tratamiento de agua contaminada se pueden dar en tres etapas de tratamiento, entre ellos tenemos como primero tratamiento físico el cual comprende en remover la parte física de aplicando fuerzas de manera física; y otro es el caso de tratamiento biológico y químico en el cual ya se utilizan los químicos y bilógicos para la remoción de contaminantes. De estos dos últimos la parte biológica se divide en dos sub grupos sistema suspendido y adherido, el primero comprende la remoción de materia orgánica mediante microorganismos como las bacterias que se encuentran suspendidos, mientras la segunda también con microorganismos que están adheridos a las materias, o sea no suspendidos. (Metcalf y Eddy, 2004).

1.3.1. Pretratamiento

Los tratamientos de aguas residuales, en su sistema incluyen el pretratamiento para así remover objetos que puedan dañar a los demás componentes de tratamiento. Esta etapa de tratamiento preliminar comprende los siguientes equipos como: cribas o rejas primarias y secundarias, desarenador, trampa de grasas, entre otros. (Metcalf y Eddy, 2004).

1.3.1.1. Cámara de rejas

La finalidad de este componente es retener los sólidos de tamaños grandes, este componente a su vez puede ser primero una cámara de rejas gruesa luego la fina, esto depende de las circunstancias de diseño. Muchas veces el agua residual viene acompañada con objetos como cabellos, jabones, plásticos, entre otros, que arrojan a los inodoros, fregaderos o directamente al sistema alcantarillado.

Antes de la cámara de rejas generalmente se construye canal de entrada, quien se encarga de encausar el agua con una pendiente y velocidad adecuada para que las rejas cumplan de manera adecuada su fin. El ángulo de inclinación de las rejas se encuentra entre 30° a 60° con respecto a la horizontal. Para evitar la sedimentación de sólidos sedimentables y/o arrastre de los materiales retenidos, la velocidad de ingreso a la cámara se recomienda como mínimo de 0.40 m/s y como máximo de 0.90 m/s.

1.3.1.2. Desarenadores

Cuando al realiza el análisis de agua residual, se nota la presencia de arenas finas o gruesas, se considera un desarenador en este caso de tipo horizontal. El desarenador horizontal está formado por un canal rectangular de ancho mínimo de 0.60 m, la velocidad de sedimentación de las partículas son menores a 0.30 m/s que permite sedimentar partículas de 0.2 mm a mas, además el tiempo que debe retenerse en el desarenador varía de 20 minutos a 1 minuto. Generalmente se considera dos unidades de desarenador de forma paralelo con la finalidad de realizar el mantenimiento durante la operación del sistema. Es necesario considerar un volumen adicional para acumular el material sedimentado en las unidades. (Azevedo, 1975).

1.3.1.3. Medidor Parshall

Es un equipo que sirve para cuantificar el caudal que circula en un cauce natural o canal abierto. Las partes que componen al equipo es la entrada de convergencia con base en nivel, de ahí nace una garganta con base con pendiente hacia abajo, y finaliza con tramo de divergencia con base en pendiente hacia arriba. Estas secciones de divergencia y convergencia generan que el agua circule a una velocidad crítico por la garganta y con ondas estacionarias. (Azevedo, 1975).

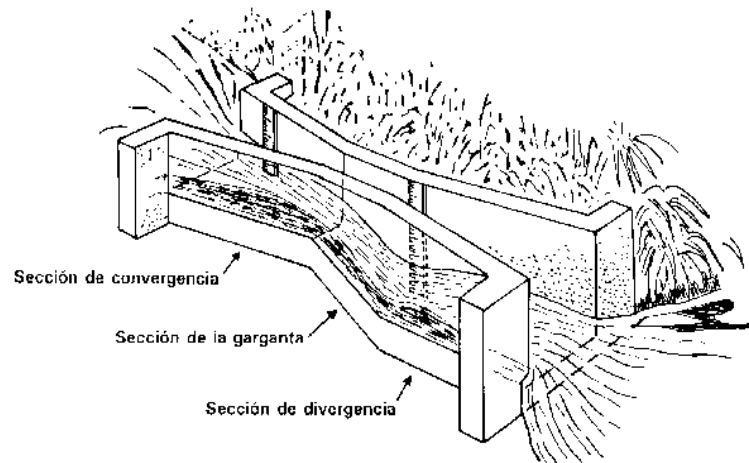


Figura 1.8. Equipo aforador Parshall

El equipo aforador Parshall muestra ventajas como sigue a continuación:

- ❖ El equipo es bastante simple, en consecuencia, su elaboración es menos costosa.
- ❖ El equipo funciona correctamente hasta con gran cantidad de variación del caudal.
- ❖ No muestra azolves, ya que el incremento de la velocidad mantiene fuera de obstrucciones.
- ❖ La velocidad con que se aproxima el agua al equipo no influye en la medición.
- ❖ Es mínima la pérdida de carga.
- ❖ Opera en un rango amplio de flujos.

1.3.1.4. Trampa de aceite y grasas

La trampa de grasas también llamados desgrasadores, son estructuras de tipo tanques donde la permanencia del agua residual es poca, pero por la diferencia de la densidad del hace que el aceite a flote conjuntamente con las grasas atrapada en aceite hacia la superficie o espejo del agua residual, quedando así atrapado en la superficie del agua. Este tipo de trampa es muy común que se usa en Centroamérica y Latinoamérica. este tipo de estructura se recomienda utilizar en las industrias donde se elimina gran cantidad de aceites en agua residual, las normas indican que deben aplicarse en los siguientes casos:

- ❖ En hoteles y restaurantes que brindan servicios de comidas más de 200 platos al día.
- ❖ En las instalaciones de mataderos de animales.
- ❖ En fábricas donde se elaboran el proceso de pescado.

- ❖ En las plantas de procesamiento de aceites, margarina, refineras, entre otros.

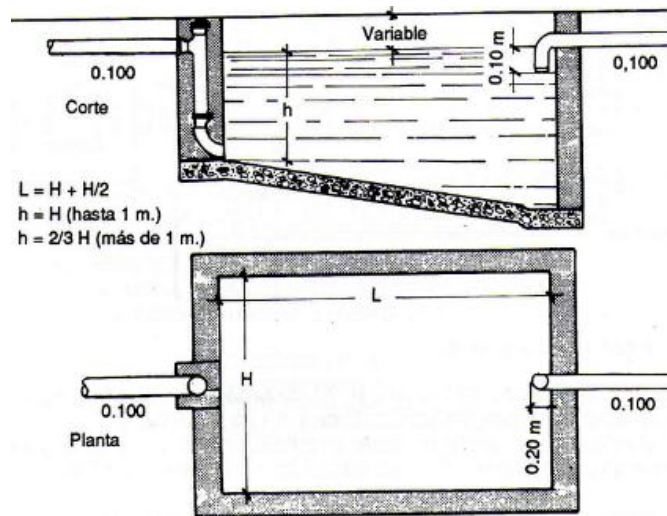


Figura 1.9. Trampa aceites y grasas

1.3.2. Tratamiento primario

Es en esta etapa donde se remueven sólidos flotantes sedimentables existentes en las aguas residuales a través de las operaciones físicas, logrando remover parte de las materias orgánicas. Además, en otros casos también se le pueden adicionar químicos para ayudar a agilizar la remoción como es el caso de los coagulantes. Las estructuras que nos ayudan a remover son los siguientes: sedimentación primaria, tanques de imhoff, entre otros. (Metcalf y Eddy, 2004).

1.3.2.1. Sedimentación primaria

Los desarenadores no pueden detener las partículas en suspensión sedimentables presentes en aguas residuales, esto por su gran finura y su baja densidad de las partículas. Para dar solución a esto se considera una estructura de tanques rectangulares o puede ser circulares de forma cilíndrico para sedimentar partículas en suspensión sedimentables utilizando la gravedad, para lograr esto se tiene que conducir el agua residual con un flujo subcrítico manteniendo una velocidad muy baja mientras las partículas suspendidas sedimentan en el fondo del sedimentador. En esta etapa de tratamiento primario se remueve un 65% de sólidos en suspensión y 35% de DBO existentes en aguas residuales. El material sedimentado en el desarenador es totalmente diferente del material sedimentado en los sedimentadores, de este último son orgánicos (Instituto E, 2001)

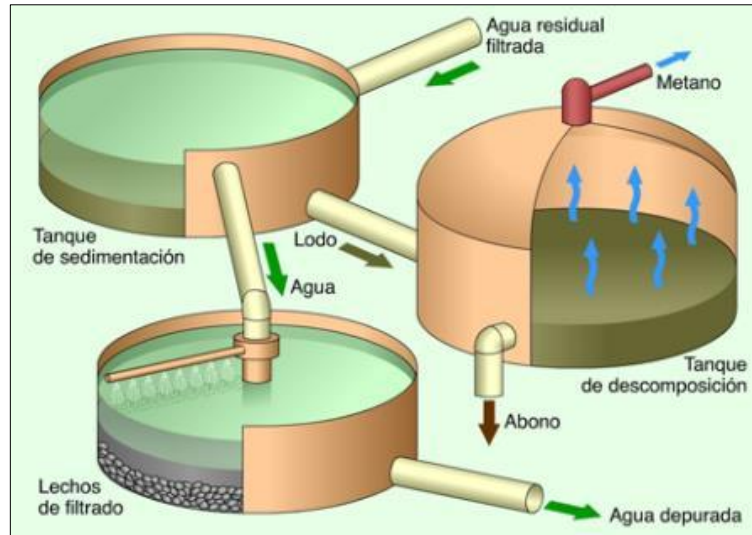


Figura 1.10. Sedimentación primaria

1.3.2.2. Tanques de Imhoff

Estas estructuras se utilizan para tratar dos etapas tanto la primaria como la secundaria. La estructura cuenta con dos cámaras superior e inferior, en la cámara superior es en donde se realiza el tratamiento físico a través de la sedimentación, pasando las aguas residuales con velocidades muy mínimas provocando la sedimentación donde las partículas sedimentadas pasan a la cámara inferior a través de las losas inclinadas, en la cámara inferior se realiza el tratamiento secundario o biológico mediante la digestión por las bacterias anaerobias. Las dos losas inclinadas y solapadas en la parte inferior separando ambas cámaras, cumplen la función aparte de dividir, bloquear o aislar la condición séptica y de los malos olores producto de la digestión anaerobia (Metcalf y Eddy, 2004).

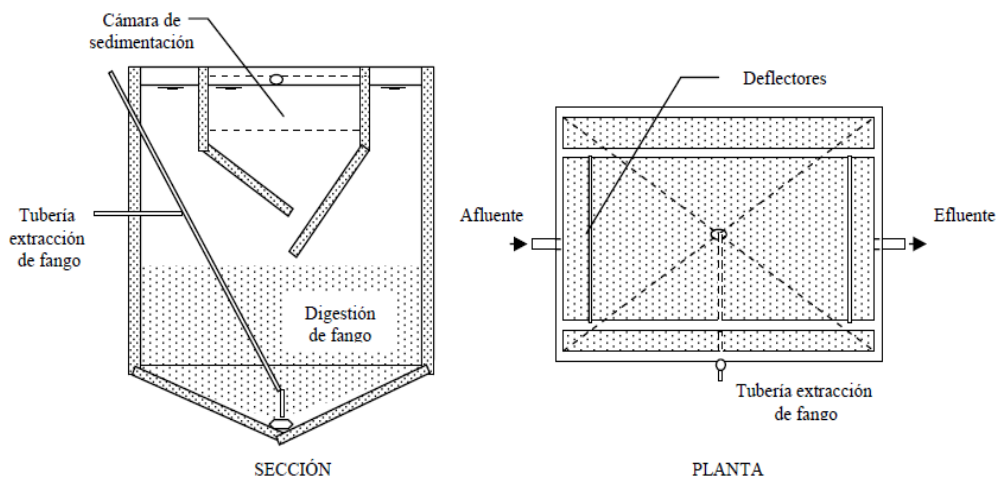


Figura 1.11. Esquema del tanque Imhoff

1.3.3. Tratamiento secundario

Esta etapa consiste netamente en tratamiento biológicos, eliminando así la mayor parte equivalente a un 85% de la DBO de la materia orgánica suspendida biodegradable en las aguas residuales, además remueve en cantidades peñas el fosforo y los nitrógenos. Es en esta etapa donde se utiliza los microorganismos como las bacterias aerobias, las bacterias anaerobias, protozoos, hongos, entre otros, que, mediante la digestión de la materia orgánica, remueven convirtiéndolo en dióxido de carbono y agua. Las estructuras que se utilizan con más frecuencia en esta etapa son: lodos activados, lecho de lodos, lagunas de estabilización y los humedales (Metcalf y Eddy, 2004).

1.3.3.1. Lodos activados

Este tratamiento consiste en mezclar las aguas negras que ingresan con lodos biológicos en un tanque llamado aereador. La mezcla de estos elementos es con la finalidad de recircular los flóculos sedimentados utilizando el aire. En los floculos sedimentados están las bacterias anaerobias, quienes necesitan seguir alimentándose de la materia orgánica suspendida, es la razón por la cual se hace la mezcla para recircular mediante aireadores mecánicos incorporándose además el oxígeno que servirá para la respiración de las bacterias. (Metcalf y Eddy, 2004).

En el siguiente esquema se explica este tipo de sistema de lodos activados.

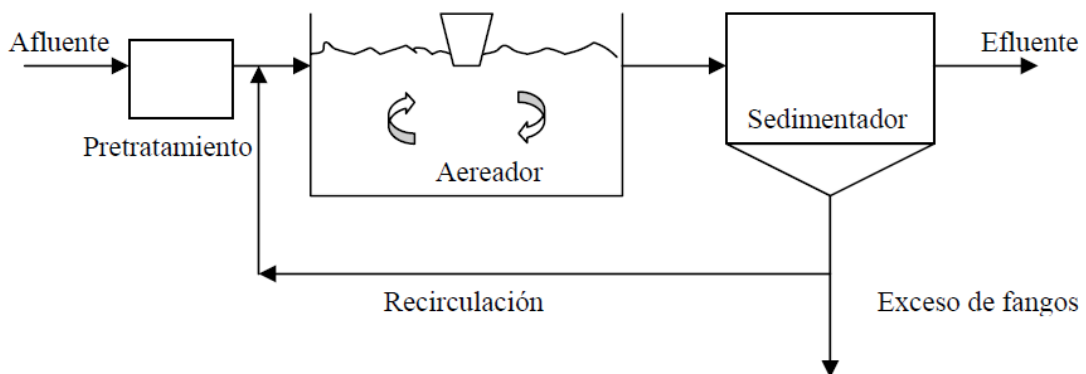


Figura 1.12. Esquema representativo de lodos activados

1.3.3.2. Lagunas de estabilización

Llamados también lagunas de oxidación, son lagunas generalmente de gran tamaño construido con el fin de almacenar con un tiempo de retención hidráulica que permita que los microorganismos puedan remover mediante la digestión aerobia y anaerobia

como las bacterias, hongos, protozoos, algas entre otros. La inversión de este tipo de sistema de tratamiento de agua residual es de bajo costo en la infraestructura como en la operación y mantenimiento, ideal para comunidades de bajo índice poblacional con climas cálidos o templados.

1.3.3.3. (UASB) Lecho de lodos

Es un reactor anaerobio denominado UASB siglas en inglés (“Upflow Anaerobis Sludge Blanket” en español Manto de Fango de Flujo Ascendente). (Instituto E, 2001)

La materia orgánica flóculada sedimenta por efecto de la gravedad, estos flóculos es mantenida en suspensión por el ingreso de agua residual por la parte inferior del tanque, al ascender ayuda a mantener en suspensión los flóculos y así las bacterias pueden sintetizar la materia orgánica suspendida liberando principalmente gases de dióxido de carbono y metano el cual es captado en la superior en una bóveda (Instituto E, 2001).

Pues es decir se tiene el flujo ascendente y flujo descendente de las bacterias y la materia orgánica, al mismo tiempo y permanente, claro no será forma uniformemente el flujo. En la siguiente imagen se muestra un esquema representativo de este sistema.

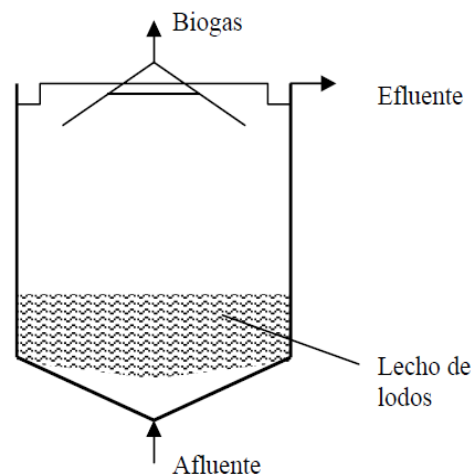


Figura 1.13. Sistema UASB

1.3.4. Tratamiento terciario

Los contaminantes nitrógeno y fósforo, son contaminantes que no se pudieron remover en el tratamiento secundario y seguir eliminando partículas en suspensión, ya que aún es un riesgo medioambiental, por esta razón nace un tercer tratamiento de agua residual,

realizando alguna combinación y adicional del proceso. Los sistemas más utilizados en el tratamiento terciario son: el carbón activado, el intercambio iónico y la transferencia de gases (Metcalf y Eddy, 2004).

1.4. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Llamados también lagunas de oxidación, son lagunas generalmente de gran tamaño construido con el fin de almacenar con un tiempo de retención hidráulica que permita que los microorganismos puedan remover mediante la digestión aerobia y anaerobia como las bacterias, hongos, protozoos, algas entre otros. La inversión de este tipo de sistema de tratamiento de agua residual es de bajo costo en la infraestructura como en la operación y mantenimiento, ideal para comunidades de bajo índice poblacional con climas cálidos o templados. (Romero, 1999).

1.4.1. Tipos de lagunas de estabilización

1.4.1.1. Lagunas anaerobias

Son lagunas de mayor profundidad donde únicamente se desarrolla el tratamiento de agua residual mediante procesos anaerobios en ausencia de oxígeno por las bacterias anaerobias. la oxidación de la materia orgánica se oxida con la presencia de los iones nitrato, nitrato, sulfato y el dióxido de carbono, gracias a ello la materia puede ser asimilado por las bacterias (IMTA, 2000).

El proceso de la degradación de la materia empieza con las bacterias anaerobias formadores de ácidos “Bacterias acidófilas” quienes sintetizan la materia orgánica cruda para producir ácido volátil COV, CO₂ y agua para mantener estable el proceso, luego como segunda etapa las bacterias anaerobias “metanógenas” sintetizan los ácidos volátiles a metano CH₄, ácido sulfhídrico H₂S, entre otros gases que se representa en la siguiente figura. (Romero, 1999).

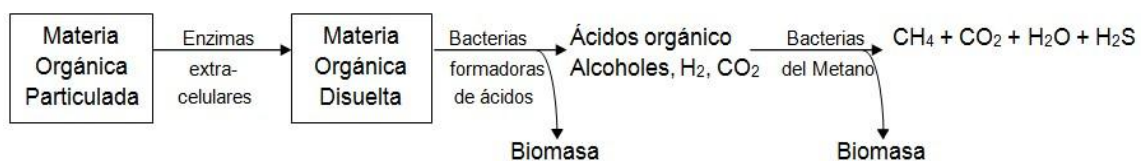


Figura 1.14. Proceso de remoción anaeróbica

Las principales bacterias que forman ácidos:

- ❖ *Clostridium spp.*
- ❖ *Peptococcus anaerobus*
- ❖ *Bifidobacterium spp.*
- ❖ *Escherichia coli* (Metcalf y Eddy, 1994).

Las principales bacterias que forman metano:

- ❖ *Methanobacterium*
- ❖ *Methanobacillus*
- ❖ *Methanococcus*
- ❖ *Methano sarcina* (Metcalf y Eddy, 1994).

La laguna anaerobia no posee zonas aerobias, por su profundidad y menor área, y además por la capa de natas que cubre en el espejo del agua residual, bloqueando así la ventilación y oxigenación. Este sistema generalmente se usa para tratar aguas negras domésticas y municipales, además también en industrias. Su diseño se basa en la carga volumétrica y tiempo de retención hidráulica de la laguna, es importante que se asocie con otras lagunas para garantizar la remoción antes de verter a un cauce natural. (Romero, 1999).

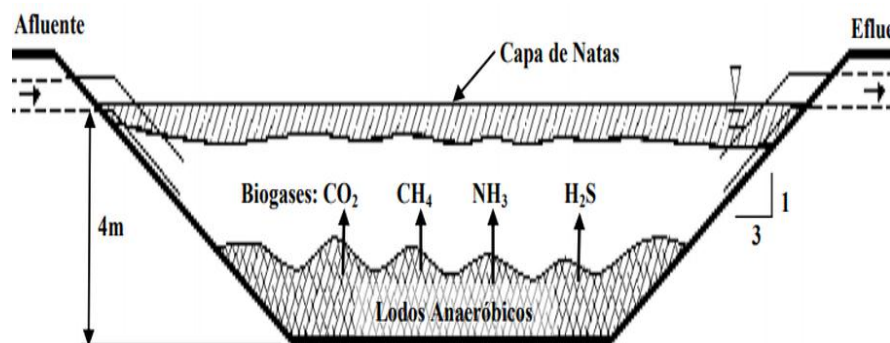


Figura 1.15. Diagrama de una laguna anaerobio

1.4.1.2. Lagunas aerobias

Son estanques de tierra de poca profundidad mayor área superficial, gracias a su gran extensión de área son ventilados con facilidad por el aire, des esta manera al incorporarse el oxígeno encuentra la materia orgánica para oxidar dando como resultado materia oxidado más nuevas bacterias, siendo la materia en condiciones de digerir por las bacterias generalmente por aerobios, este proceso se visualiza en la siguiente ecuación. (IMTA, 2000).

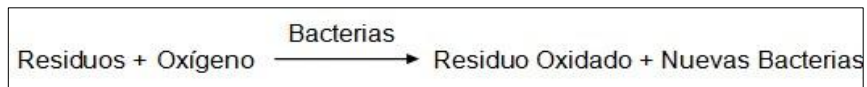


Figura 1.16. Oxidación biológica aerobia

Los estanques de poca profundidad llamados lagunas aerobias contienen generalmente algas y bacterias aerobios en suspensión. Gracias a la energía solar y al dióxido de carbono liberado por las bacterias las algas pueden degradar la materia produciendo oxígeno más nuevas algas. Los oxígenos liberados por las algas a través del metabolismo fotosintético sirven para la respiración de las bacterias aerobios y seguir degradar la materia. Otros microorganismos los protozoos y los rotíferos por su lado también degradan la materia generalmente cruda. Existe una relación de simbiosis las algas y las bacterias como se describe en el siguiente esquema representativo (Romero, 1999).

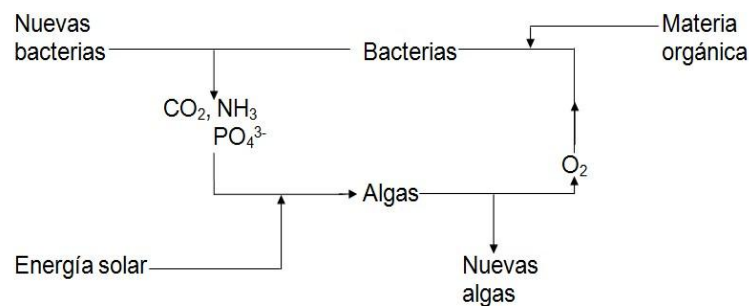


Figura 1.17. Relación simbiótica algas-bacterias

En las lagunas aerobias se puede apreciar principalmente las siguientes bacterias de tipo gramnegativas perteneciente a los géneros *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Achromobacter*, *Nitrosomas*, *Nitrobacter*, entre otros de menor importancia (Metcalf y Eddy 1994).

En una laguna hay especies dominantes de algas y esto varía en cada época del año además por el lugar donde se encuentre, las cargas orgánicas, el pH, la materia orgánica, la iluminación y la temperatura del agua; a continuación, se muestra algunas algas de mayor importancia predominantes en las lagunas.

- ❖ Algas Diatómicas.
- ❖ Algas verdes móviles como la Euglena
- ❖ Algas verdes *Chlorrella*
- ❖ Algas azul verdosas como: *Anaben*, *Anacystis* y *Oscillatovia* (Crites y Tchobanoglous, 2004).

1.4.1.3. Lagunas facultativas

Este tipo de laguna, es la mezcla de laguna aerobia y anaerobia, en la parte de la superficie de la laguna el proceso es aerobio mientras en el parte fondo de la laguna se lleva a cabo el proceso anaerobio. La descomposición de la materia orgánica es realizada por bacterias aerobios y anaerobios además por los protozoos y algas que llevan los mismos procedimientos de descomposición de la materia en lagunas aerobios y anaerobios (IMTA, 2000).

En una laguna facultativo, muestra una estratificación vertical por la diferencia de densidad causado por la variación de la temperatura generada por la radiación solar, en la parte superior de la laguna la acumulación de natas genera bloqueos de aireación atrapando H_2S . En zonas de climas muy bajos cuando la capa de hielo cubre se usa aireadores mecánicos (Romero, 1999))

Este tipo de lagunas es el producto de la combinación de las lagunas antes descrito con la finalidad de mejorar el tratamiento de agua residual doméstica, municipal, industrial, entre otros. (Metcalf y Eddy, 1994).

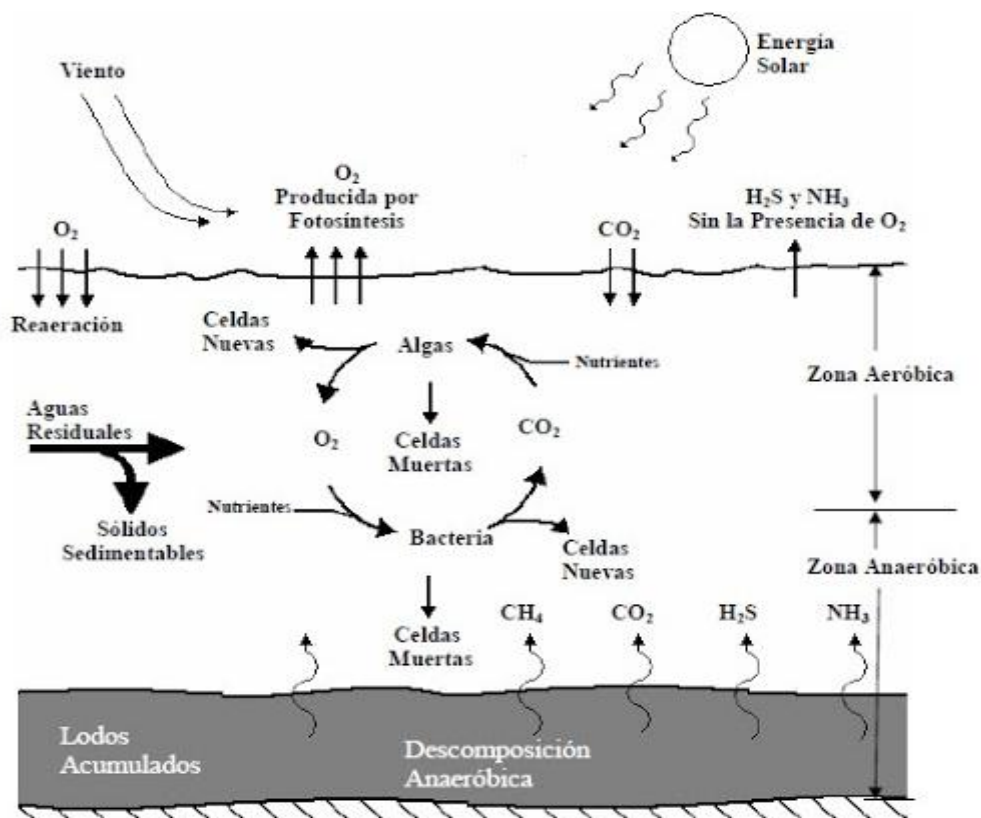


Figura 1.18. Diagrama de laguna facultativo

1.4.1.4. Lagunas de maduración

Son lagunas de poca profundidad generalmente entre 1.00 a 1.50 m de profundidad. La finalidad de estas lagunas es para la eliminación de bacterias patógenas además de eliminación de nitrógenos, desinfectante, aclaración del agua, oxigenación, entre otros. La cantidad de lagunas de maduración se estima con los diseños de ingeniería considerando entre 3 a 10 días de retención hidráulica necesario para la eliminación de coliformes fecales, y otros agentes contaminantes (Rolim, 2000).

Son lagunas que generalmente se encuentran ubicados en la última etapa de tratamiento, después de lagunas facultativas primarias o secundarias. Por su función de eliminación de agentes patógenos, bacterias, entre otros, si pudiera reutilizarse el agua residual tratado (Rolim, 2000).

1.4.2. Régimen de flujo en lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización cuentan con flujo de pistón y mezcla completa como regímenes de flujo, estos flujos son opuestos entre sí, entre estos dos flujos opuestos existe además un tipo de flujo arbitrario o disperso. Para determinar la tasa de remoción, consumo de oxígenos, modelos cinéticos de depuración de la materia orgánica, es importante determinar el modelo de flujo de la laguna de estabilización que puede ser mezcla completa, pistón o disperso (Cruz y Monsegny, 2000)

1.4.2.1. Régimen de flujo de mezcla completa

Este modelo de flujo quiere decir que al momento de ingresar a la laguna de estabilización

Se mezcla completamente hasta el final del punto de salida de la laguna, además presenta que, al momento de realizar el muestreo, las características de agua residual deben ser los mismos en cualquier parte de la laguna y la tasa de remoción de la materia debe ser igual, haciendo que el consumo de oxígeno de los organismos sea igual en cualquier parte de la laguna. Lamentablemente en laguna de estabilización no ocurre este hecho o está lejos de alcanzar la condición de mezcla completa. Siendo este modelo de flujo, se aproxima razonablemente al proceso de transporte hidráulico en laguna de estabilización (Cruz y Monsegny, 2000).

1.4.2.2. Régimen de flujo de pistón

Este modelo de flujo es el opuesto al del flujo de mezcla completa, donde consiste en que al momento de que ingresa el agua residual, se desplaza en forma homogénea y de forma alineada a lo largo de la laguna sin mezclarse, es decir, durante su recorrido se desplazan en su misma capa del flujo. Literalmente los nutrientes de agua residual seguirán un patrón de agotamiento, con la remoción alta al comienzo y con descenso gradual y homogéneo durante su recorrido dentro del sistema. La concentración de la materia orgánica en gran cantidad al ingreso de la laguna hace que la demanda de oxígeno sea también alta al ingreso de la laguna según el modelo de flujo de pistón. Este modelo de flujo de pistón tiene desventajas debido a que los organismos pueden ser afectados cuando las descargas varían el contenido de carga orgánica en su descarga. (Cruz y Monsegny, 2000).

Para un flujo pistón ideal $d = 0$ y para un flujo moderadamente disperso (d) varía de 0 a 0.25 (Thirumurthi, 1991).

1.4.2.3. Régimen de flujo arbitrario o disperso

Es la transición entre el flujo de mezcla completa y de pistón, determinado principalmente por: las dimensiones de la laguna de estabilización como el ancho y la distancia de recorrido o llamado largo de la laguna, la profundidad del mismo, los componentes de ingreso y egreso, entre otros, además los factores medioambientales también condicional como el viento y la temperatura, las zonas de estancamiento, corto circuitos, turbulencias y mezclas por zonas. Estos factores al actuar de forma simultánea, provocan un factor de dispersión determinado por el autor (Cruz y Monsegny, 2000).

Años más tarde los estudiosos Wehner y Wilhelm, dedujeron la ecuación para el sistema de reactor químico, mostrando como ideal mezclas de cualquier tipo de condición en el ingreso y egreso del sistema, estas ideas, más tarde, Thirumurthi, plasmó en un nomograma.

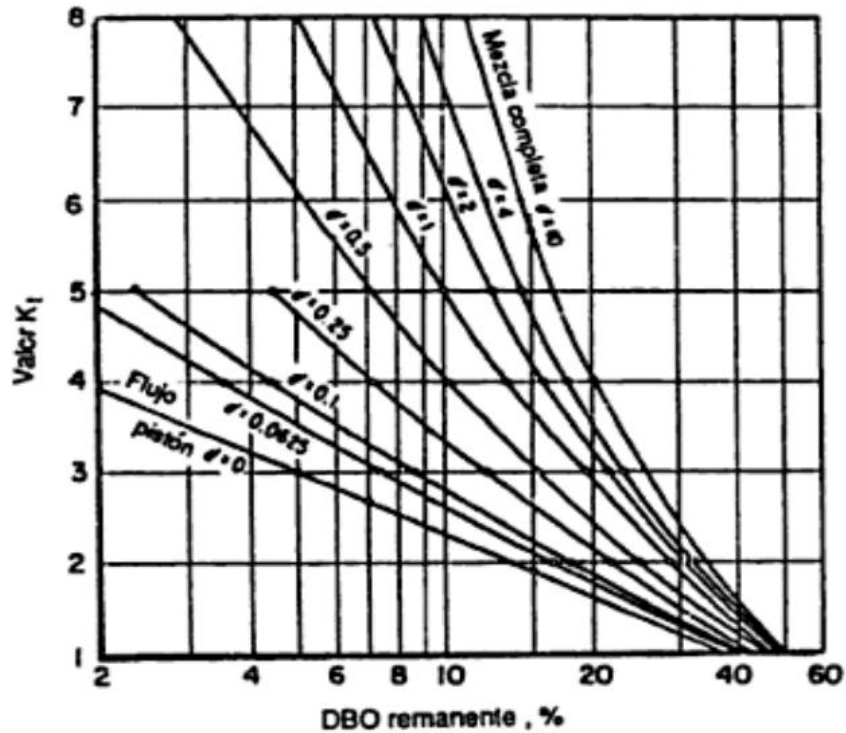


Figura 1.19. Nomograma de flujo disperso

El nomograma indica para el valor de $d=0$ el flujo es de pistón, y si el valor extiende al infinito el flujo es de mezcla completa. Para algunas de estabilización los valores de dispersión se encuentran entre 0.1 a 4. Estas expresiones son correctas siempre en cuando las reacciones dentro de las lagunas son uniformes en toda su recorrido y profundidad, obteniendo un coeficiente de degradación cinética (Polprasert & Bhattarai, 1985).

En el diseño de laguna facultativa muchos estudiosos propusieron diferentes métodos que son agrupados en 3 grupos como: modelo matemático, método racional y método empírico; su aplicación de cada metodología varía en función a los siguientes factores como: ubicación geográfica, climas, cargas orgánicas, T° de aguas negras, entre otros. Cuando se dimensiona las lagunas de estabilización es determinante el coeficiente de dispersión y para ello es importante determinar el tipo de flujo.

Tabla 1.3. Clasificación de los modelos de flujo

Modelos	Flujo Pistón	Flujo Disperso	Mezcla Completa	Modelo de carga superficial
1. Marai - Shaws			X	
2. Herman y Gloynan				X
3. Trirumurthi	X	X	X	
4. McGarry yPescod				X
5. Marais modificado			X	
6. Arceivala				X
7. Yañez				X
8. Duncan Maraa				X
9. Cubillos				X
10. Mará y Silvan				X
11. Fair	X	X	X	
12. Pistón	X			
13. CEPIS				X

Fuente: Estudio de modelos de flujo

1.4.3. Determinación del régimen de flujo

Para el cálculo de métodos de régimen de flujo de laguna facultativa, se usa los siguientes métodos como: primero el uso de trazadores, luego la aplicación de modelo empírico de (CEPIS, determinado por el largo, ancho y T° de aguas negras) y como tercero la aplicación de modelo cinético de 1er. Orden en diferentes formas de mezcla (Cruz y Monsegny, 2000).

1.4.3.1. Método de trazadores

El método de determinación del tipo de flujo de agua residual mediante métodos de trazadores, consiste en determinar la curva de distribución de la edad del trazador para calcular el coeficiente de dispersión (d). Para ello primeramente con la ayuda de un material químico soluble en agua, pero que no altere la densidad, viscosidad o la temperatura del agua, se debe incorporar el material a la entrada del estanque y que esta se desplace con la misma velocidad del agua residual sin experimentar reacción química con el material orgánico del agua residual; en la salida de la laguna es medido la concentración del material incorporado en la entrada teniendo en cuenta el tiempo que demora el recorrido. Además, el trazador (material) debe ser inocuas para los

microorganismos y no debe haber la contaminación del agua. El tiempo promedio λ' se obtiene con la media aritmética de n concentraciones (C) medido con respecto al tiempo (λ), dividido por las concentraciones, con la siguiente ecuación.

$$\lambda' = \frac{\sum \lambda_i C_i}{\sum C_i} \quad (1.1)$$

Determinación de la varianza con la siguiente ecuación.

$$\sigma = \frac{\sum \lambda_i^2 C_i}{\sum C_i} - (\lambda')^2 \quad (1.2)$$

Dónde:

σ : Varianza de la curva

C : Concentración del trazador

λ : Tiempo (min.)

λ' : Tiempo promedio (min.)

De las dos ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente ecuación:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sigma^2}{(\lambda')^2} \quad (1.3)$$

Otra forma de determinar el coeficiente de dispersión es iterando de forma continua la varianza hasta determinar el valor numérico (d), que satisfaga la siguiente expresión.

$$\sigma_t^2 - d + 2d^2 \left[1 - \exp\left(-\frac{1}{d}\right) \right] = 0 \quad (1.4)$$

1.4.3.2. Modelos empíricas del CEPIS

CEPIS, ha determinado una ecuación empírica, basándose en las dimensiones de las lagunas de estabilización y las temperaturas del agua residual. En vista de que el método de trazadores es muy costoso. Se muestra la siguiente ecuación para la determinación del coeficiente de dispersión.

$$d = \frac{1.158x(tx(W + 2xZ))^{0.489}xW^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734}x(LxZ)^{1.489}} \quad (1.5)$$

Dónde:

d: Coeficiente de dispersión.

t: Tiempo de retención hidráulico, TRH (días).

T: Temperatura del agua residual (°C).

Z: Profundidad (m).

L: Longitud útil de la laguna (m).

W: Ancho útil de la laguna (m).

En la aplicación de la expresión cinco se tiene que tener en consideración los baffles que hacen los recorridos sean más largas en lagunas de estabilización, además la viscosidad cinemática se considera conforme de la temperatura del agua residual (Polprasert & Bhattarai, 1985),

1.4.3.3. Modelos cinéticos

Para el modelo cinético, su aplicación se basa en los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno quienes son obtenidas en los espacios de caracterización y monitoreo de agua residual. Las informaciones de DBO y DQO son procesados estadísticamente según el criterio estadístico de veltz, quien defino el coeficiente de variabilidad de DBO de aguas negras municipales, siendo entre 30% a 40% en comunidades o poblaciones pequeños, mientras 20% a 30% en poblaciones o comunidades medias. Estos datos de la DBO, se comportan a una distribución estadística de probabilidad estándar (Cruz y Monsegny, 2000).

1.4.4. Evaluación hidráulica de lagunas de estabilización

Para saber el comportamiento de remoción de una laguna de estabilización, además de realizar los análisis de laboratorio, es necesario también realizar la evaluación del comportamiento hidráulico de las lagunas. Los parámetros hidráulicos a ser evaluados son: el aforo del caudal diario de agua residual, comprobar la carga orgánica de diseño, evaluar el tiempo de retención hidráulica, relación largo ancho de la laguna, tasa de aplicación superficial, coeficiente de dispersión, entre otros. La remoción en el efluente de DBO, DQO, coliformes totales, STS, aceites y grasas se evalúan en laboratorio, mientras la temperatura y pH se obtienen in situ.

1.4.4.1. Evaluación del caudal de diseño

La determinación del caudal de ingreso a la laguna, se puede determinar de varias formas, el primero es determinar a través de una ecuación, donde se puede calcular el caudal medio diario, caudal máximo horario, mínimo horario, caudal máximo diario. Este método se puede utilizar para un nuevo proyecto y también para un existente.

$$Qmd = \frac{C \times P_f \times Dot}{86400} \quad (1.6)$$

Dónde:

Qmd: Caudal medio diario en l/s

C: Coeficiente de retorno agua residual en (%)

Pf: Población futura en habitantes

Dot: Dotación poblacional en lt/hab/d

La otra forma de medir y más recomendable en lagunas existentes, es medir directamente en el campo en la entrada del sistema. Este monitoreo de la medición del caudal se debe realizar durante todo el día y por lo menos por una semana. De estas mediciones se puede obtener el caudal medio diario, caudal máximo horario, mínimo horario, caudal máximo diario al procesar estadísticamente y así tener una información primaria.

1.4.4.2. Evaluación de la carga orgánica

La cantidad de materia orgánica contenida en agua residual se determina mediante la carga orgánica, para ello es necesario saber la contribución per cápita de la carga orgánica obtenido según las tablas de la norma o del resultado de análisis de laboratorio, además también es necesario saber la población futura del diseño. El resultado del producto de contribución per cápita con la población futura es la carga orgánica con unidad de kgDBO/habxd. Esta evaluación es muy importante para los posteriores cálculos de otros parámetros de diseño.

$$C = \frac{\text{Contribución per cápita} \times \text{población futura}}{1000} \quad (1.7)$$

Dónde:

C: Carga orgánica de DBO 5 kg. DBO5/d

Contribución per cápita en g DBO/habxd

Población futura en habitantes.

La Organización Mundial de la Salud en 2005 menciona que 43 g DBO/habxd es un valor normal para una evaluación de las lagunas de estabilización.

1.4.4.3. Carga superficial de diseño

La carga superficial de diseño es determinada por la ecuación planteado por la norma OS-090, de unidad en kilogramos de DBO por unidad de área y por día, además de la temperatura de zona del mes más frío.

$$Cs = 250 \times 1.05^{(T-20)} \quad (1.8)$$

Dónde:

Cs: Carga superficial en kg DBO5/haxd.

T: Temperatura del mes más frío en (°C)

1.4.4.4. Volumen de lodos

El volumen de lodos, se calculará de la tasa de acumulación de lodos multiplicado por habitantes futuras por período de limpieza. (Norma OS-O90)

$$Vol. lodos = Ta \times Ha \times \text{período Limpieza} \quad (1.9)$$

Dónde:

Vol. Lodos: volumen de lodos en m³

Ta: Taza de acumulación de lodos en m³/(hab. x año)

Ha: Población futura en habitantes

Periodo de limpieza en días.

1.4.4.5. Relación largo y ancho

La relación de L/A de la laguna es de suma importancia, para cuantificar el régimen hidráulico que asumirá una laguna. Para una relación de largo ancho alto, predominará el flujo pistón, mientras a una relación baja predominará la mezcla completa. No obstante, estar dentro del rango de 2 a 4, porque si la relación es menor a 2 es ya cuadrado produciría cortos circuitos y zonas muertas dentro de la laguna, en cambio si

la relación es mayor a 4, determina que el largo de la laguna sea mayor por ende serían muy sensibles a la variación del caudal y la carga orgánica (Yáñez, 1992).

$$\text{Relación } \left(\frac{L}{A}\right) = \frac{\text{Largo promedio (m)}}{\text{Ancho promedio (m)}} \quad (1.10)$$

Los rangos recomendables se encuentran en la norma OS-090

1.4.4.6. Tiempo de retención hidráulica

La determinación del tiempo de retención hidráulica es parámetro muy importante que está determinado por las dimensiones de laguna y el caudal del afluente. Es el tiempo que requieren los organismos para depurar la materia orgánica biodegradable, siendo necesario estar dentro del rango indicado. Cuando el TRH es muy alta se producirán zonas muertas y favorecería el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas, en cambio cuando es muy bajo no habría el tiempo suficiente para depurar la materia (Metcalf & Eddy, 1996).

Con la siguiente ecuación se puede determinar el tiempo de retención hidráulica en lagunas de estabilización.

$$PRH = \frac{\text{Vol(Laguna)}}{Q(\text{Efluente})} = \frac{LxWxZ}{(Q_{Aflu} - \frac{LxWxZ_{per}}{100})} \quad (1.11)$$

Dónde:

PRH: Período de retención hidráulica en días.

L: Largo útil de la laguna (m)

W: Ancho útil de la laguna (m)

Z: Profundidad de la laguna (m)

Zper: Altura de pérdida de caudal (cm)

Qaflu: Caudal afluente (m³/d)

Qeflu.: Caudal efluente (m³/d).

La principal variable de este parámetro es la profundidad de la laguna, ya que depende de la profundidad el tipo de la laguna de estabilización que pueden ser facultativos, aerobios o anaerobios, cuando la laguna es poco profunda, entonces el tipo de

tratamiento es aerobio donde hay una simbiosis de bacterias con algas, Mientras la laguna es profunda, el tratamiento es anaerobio. (Von Sperling & Chernicharo, 2005).

Tabla 1.4. Profundidades y TRH recomendables según tipo de laguna

Parámetros	Laguna facultativas	Laguna de maduración	Laguna de macrofitas	Unidad
Tiempo de retención	15-14	03-20	20-25	días
Profundidad	1.2-2.4	0.8-1.2	1.2-1.8	metros

Fuente: Von Sperling, 1986 y Metcalf & Eddy, 1996)

1.4.4.7. Evaluación del número de dispersión

Un dato sumamente importante determinar el número de dispersión, ya que determina la clase de flujo que circula en la laguna definiendo así el régimen hidráulico. Gracias al tipo de flujo identificado se puede determinar el coeficiente de remoción con ello el número de dispersión. El régimen de flujo hidráulico se clasifica en tres tipos, el primero es de tipo mezcla completa, el segundo es de pistón y el tercero es de flujo disperso, cada uno tiene ecuación diferente para calcularlo (Cruz, Alayón, & Monsegny, 2000).

Tabla 1.5. Tipos de régimen hidráulico

Régimen hidráulico	Características	Rango del número de dispersión	Fórmula de la concentración de DBO soluble efluente
Mezcla Completa	El agua que entra al sistema se dispersa instantáneamente, lo cual provoca que las características del agua sean las mismas en cualquier punto de la laguna	$d \approx 1$	$S = \frac{S_0}{(1 + k + t)}$
Flujo en Pistón	El agua que entra al sistema avanza a través de la laguna y es descargada en este mismo orden	$d \approx 0$	$S = S_0 e^{-k t}$
Flujo disperso	Es un flujo de transición entre el flujo en pistón y de mezcla completa	$1 > d > 2$	$S = S_0 \frac{4 a e^{1/2d}}{(1 + a)^2 e^{1/2d} - (1 - a)^2 e^{-a/2d}}$ $a = \sqrt{1 + 4 k t d}$

(Von Sperling, 1986), (Cruz, Alayón, & Monsegny, 2000)

Dónde:

S_0 = Concentración de DBO₅ total afluente (mg/L)

S = Concentración de DBO soluble efluente (mg/L)

k = Coeficiente de remoción de DBO (d^{-1})

t= Tiempo de Retención Hidráulica (días)

d= Número de dispersión

1.4.4.8. Coeficiente de remoción de DBO

La evaluación del DBO en el efluente es muy importante, ya que de esto va depender la calidad de remoción del agua residual. El variable (k) es un factor principal su determinación correcta, en lagunas primarias, el valor de k se puede considerarse entre 0.3 a 0.4 d⁻¹, mientras en lagunas secundarias el valor de k puede ser entre 0.25 a 0.32 d⁻¹. Luego de estas consideraciones, se hace la corrección por temperatura de agua residual utilizando la expresión siguiente (Von Sperling, 1986).

$$K_T = K_{20} \alpha^{(T-20)} \quad (1.12)$$

Donde:

K₂₀= Coeficiente de remoción a (20°C)

θ=Coeficiente de temperatura (si k₂₀=0,30, θ=1,05, mientras si k₂₀=0,35; θ= 1,085)

T=Temperatura del agua residual (°C)

1.4.4.9. DBO total efluente

La determinación de la DBO antes de verter el agua residual, se determina por la siguiente expresión (Von Sperling, 1986).

$$DBO \text{ total efluente} = DBO \text{ soluble} + DBO \text{ particulada}$$

En función de la clase de régimen de flujo mencionado en tablas anteriores de régimen de flujo, se determina el DBO soluble. Luego de haber determinado el DBO soluble del efluente se adiciona el DBO particulado producido por las algas presentes en el efluente.

La DBO particulado se determina en función al promedio del SST, evaluando con la siguiente expresión

$$\frac{1mgSST}{L} = \frac{0.45mgDBO}{L} \quad (1.13)$$

Finalmente se determina el DBO particulado:

$$DBO\ particulada = SST_{promedio\ efluente} \left(\frac{mg}{L}\right) \times \frac{\frac{0.45mgDBO}{L}}{\frac{1mgSST}{L}} \quad (1.14)$$

1.4.5. Principales parámetros de control

Los principales parámetros para la evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de estabilización, es primeramente determinara la carga orgánica tanto en el afluente como en el efluente, para ello hay dos formas de obtener, se recolecta muestras de agua y llevarlos al laboratorio para su análisis, por otro lado, se puede considerar de las normas establecidas. La carga orgánica se puede medir ya sea en volumen como también área, siendo la unidad de carga volumétrica es kgDBO/m³xd, mientras de superficial es kgDBO/haxd. El siguiente parámetro importante es el tiempo de retención hidráulica (TRH), es el tiempo que demora el agua al recorrer en una laguna del sistema, para ello se determina a través de las ecuaciones descritas anteriormente, su unidad es en días. Con los resultados del análisis de laboratorio se puede determinar la eficiencia de remoción expresado en porcentajes, que indica la cantidad de degradación de la materia orgánica, siendo el indicador que determina el estado de remoción de un PTAR (Romero, 1999).

1.4.6. Factores importantes que influyen en el proceso

Fotosíntesis de las Algas

La fotosíntesis es el proceso que realizan las algas, captan los rayos solares, dióxidos de carbono y el amoniaco para producir el oxígeno disuelto para la respiración de las bacterias anaerobias, además sintetizan la materia orgánica las algas.

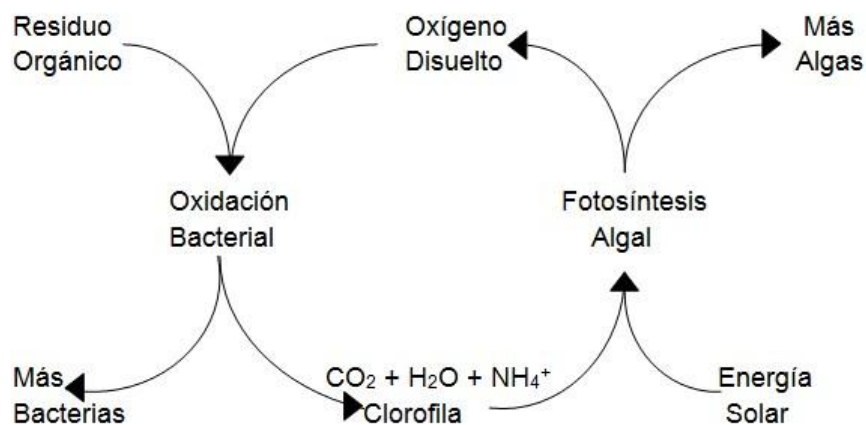


Figura 1.20. Ciclo de producción fotosintética

La fotosíntesis es cíclica y la producción varia, durante el día soleado, la laguna se satura de oxígeno, mientras durante la noche se disminuye debido a la respiración bacteriana que continua para la degradación de la materia orgánica (Romero, 1999).

Influencia de pH

Otro factor que incide en la degradación de la materia es el pH, cuando el pH es muy alto, el proceso de simbiosis y la liberación de CO₂ se limitan por la mortandad de las bacterias. Durante el día por los compuestos nitrogenados y la presencia de amonio hacen que el pH se incremente, mientras durante la noche gracias la producción de CO₂ se disminuye el pH (Ramalho, 1996).

Influencia de oxígeno disuelto

Gracias a las algas que realizan la fotosíntesis, durante el día con la intensidad de los rayos solares, produce el oxígeno disuelto (OD). La producción del elemento OD, es más intensa durante el día, y dependiendo del tipo de laguna de estabilización se puede saturar de oxígeno disuelto o no, mientras durante la noche el oxígeno disuelto producido por las algas, bajan debido a que por las noches no hay actividad fotosintética, pero el consumo de oxígeno continua para degradar la materia (Eckenfelder, 1989).

Influencia de la profundidad

Las profundidades de las lagunas intervienen en el consumo de oxígeno disuelto, sabemos que son varios tipos de lagunas dependiendo de la función asignada al tratamiento. En las lagunas facultativas conviene la poca profundidad para la buena producción de oxígeno disuelto, mientras en lagunas profundas no favorece, pero favorece en la conservación de calor para la degradación de la materia por las bacterias anaerobias. (Romero, 1999).

Influencia de nutrientes

Las algas como las bacterias y otros microorganismos necesitan nutrientes para su desarrollo, esencialmente los nutrientes son: fosforo, calcio, nitrógeno y magnesio (Romero, 1999).

Influencia del viento

El viento es otro de los factores que intervienen en la remoción de la materia; primero en la mezcla de agua residual en lagunas de mayor área superficial, por ello las lagunas de mayor dimensión son favorecidas por el viento y tienen una buena mezcla. Esta mezcla es de mucha importancia, ya que favorece en la combinación de manera uniforme de oxígeno disuelto, temperatura, y las algas en las lagunas de estabilización (Romero, 1999).

Influencia de sulfuros

Los sulfuros en cambio no favorecen, al contrario, afecta la flora y fauna dentro de la laguna de estabilización. Hay dos tipos de bacterias que intervienen en la oxidación mezcla reducida de azufre. El grupo de las bacterias incoloras que son únicamente aerobias utilizan el O₂ molecular, siendo pocos comunes en estanques de depuración y su hábitat esta en las lagunas poco profundas, generalmente en la superficie. El otro grupo son especies que realizan la fotosíntesis únicamente anaerobia, utilizando los sulfuros y la luz solar, además de dióxido de carbono aceptan el hidrógeno (Romero, 1999).

Influencia de radiación solar

La radiación ultravioleta destruye a los microorganismos patógenos. La radiación del sol es utilizada como fuente de energía para el ciclo de la fotosíntesis que los realizan las algas. Además, la radiación solar incide en la temperatura de la laguna de estabilización (Romero, 1999).

Temperatura de agua residual

En la remoción de la materia orgánica, también interviene el factor temperatura, cuando la temperatura es óptima entonces la remoción es buena, mientras cuando la temperatura es bajo entonces dificulta la actividad microbiana y la remoción se reduce, pero, cuando la temperatura incrementa en 10°C, la actividad microbiana se duplica su población hasta llegar a temperaturas de 35°C a 38°C. (Romero, 1999).

Tabla 1.6. Eficiencia de remoción según temperatura del agua

Temperatura (°C)	g DBO/ m3 d	Eficiencia (%)
T < 10	100	40
Oct-20	20t – 100	2t + 20
T > 20	200	60

Fuente: CNA, 1999.

Influencia de la evaporación e infiltración

La evaporación es un factor perjudicial para la biota de la laguna de estabilización, de igual forma la infiltración de agua residual en las lagunas de estabilización significa: que la estructura no está ubicada en una zona geológica adecuada o no se ha construido adecuadamente o la operación y mantenimiento no lo hicieron. Estos factores de infiltración y evaporación para que no afectar el equilibrio biótico de la laguna, debe mantenerse en un nivel constante todas las lagunas (Romero, 1999).

Influencia de la geometría de la laguna

Para garantizar una buena remoción de materia orgánica, es necesario que la geometría de la laguna este adecuado cumpliendo el máximo y mínimo en cuanto a la relación de largo y ancho, fuera de ese rango se verá afectado la degradación de la materia y por ende la capacidad de remoción. La relación de L/W se debe encontrarse en el rango de 2 a 4 para así mantener un flujo de pistón y así asegurar la buena depuración de la materia (IMTA, 2000).

1.4.7. Ventajas y desventajas de la laguna de estabilización

Ventajas

- ✓ Un sistema muy sencillo de aplicación y no necesita personal calificado para su operación.
- ✓ Sistema de tratamiento que muestra muy pocos problemas al tener presente la operación y mantenimiento.
- ✓ Es adecuado cuando se cuenta con espacios de terreno de menor costo, además de su inversión es muy bajo en comparación de otros sistemas, incluyendo su operación y mantenimiento.
- ✓ Es innecesario instalar equipos modernos costosos.
- ✓ La utilización del fluido eléctrico es mínima o en algunos casos no se utiliza.

- ✓ Si existe una adecuada operación y mantenimiento, el vertimiento de agua tratada es de buena calidad igual o superior a otros sistemas.
- ✓ Se puede manejar variación de carga hidráulica y orgánica mediante este sistema.
- ✓ Por su incorporación de lagunas de maduración al sistema, se descarga aguas tratadas con muy bajo contenido de bacterias.
- ✓ Si existe terreno amplio, entonces no presenta problemas en la disposición de lodos.
- ✓ Las lagunas son una opción para preservar la biota.

Desventajas

- ✓ Requiere espacio de terreno muy amplio.
- ✓ Posible contaminación de napa freática.
- ✓ Posible entrega de sólidos suspendidos en el efluente.
- ✓ Costos en la extracción de lodos depositados en operación y mantenimiento.
- ✓ Por la ubicación muy lejano a la ciudad (IMTA, 2000).

1.5. BASE LEGAL

1.5.1. Ley N° 28611. (Ley General del Ambiente)

Artículo 121°. - Del vertimiento de aguas residuales

Nuestro país autoriza las descargas de aguas residuales, municipales, industriales, entre otros, evaluando la capacidad de remoción según las normas establecidas. Siempre en cuando el vertimiento de agua tratado no afecte en el deterioro del cuerpo receptor ni tampoco cuando se reutilice para otros fines, según los estándares de calidad de agua.

Artículo 122°. - Del tratamiento de residuos líquidos

122.1 El tratamiento de aguas residuales asume las instituciones designadas a este fin, ya sean aguas residuales o aguas pluviales.

122.2 El encargado de vigilar y sancionar sobre el incumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos según la norma es el sector vivienda, coordinando con autoridades del sector que realizan funciones afines a la descarga de aguas tratadas al efluente.

122.3 Las entidades o empresas que ejercen trabajos de extracción, producción, comercialización, entre otras, que producen aguas contaminadas, son de su

responsabilidad el tratamiento antes de verter a servicio de alcantarillado, que sean compatibles con los estándares de calidad de agua y los límites máximos permisibles plasmados en las normas medioambientales.

1.5.2. Ley N° 29338.- (Ley de Recursos Hídricos)

Artículo 15°.- Funciones de la Autoridad Nacional

4. Elabora una regla y determina el costo de los derechos de pago por el uso del recurso y por la descarga de agua residual a cuerpos de naturales, este costo tiene que ser aprobado por el decreto supremo; y así como se aprueba el costo de pago sobre el servicio de infraestructuras hidráulicas.

7. Otorga, modifica y extingue, derecho de uso de agua, previa evaluación técnica, además implementa, modifica y extingue los servicios de uso de agua, mediante instrumentos desconcentrados del mismo.

Artículo 76°.- Vigilancia y fiscalización del agua

Supervisar, fiscalizar el estricto cumplimiento de los instrumentos de control ambiental sobre el agua, teniendo en cuenta los principios de estándares de calidad de agua. Esta medida lo hace en coordinación con la Autoridad Nacional con el Concejo de Cuenca las ubicaciones del PTAR y las condiciones de su estado de agua residual. Además, dispone medidas para el control y remedio de las contaminaciones del agua. También, cumple la función de vigilar y monitorear cualquier actividad que al desarrollarse pueda ocasionar riesgos sobre la calidad y cantidad del recurso preciado.

Artículo 79°.- Vertimiento de agua residual

A través de esta norma, la ANA autoriza la descarga de aguas tratadas a los cuerpos naturales, previa evaluación técnica que cumplen las normas establecidas por la Autoridad Ambiental y de salud, cumpliendo estrictamente el ECA y LMP. Dejando en claro que está prohibido la descarga de agua residual sin la autorización. Sin en caso la descarga de aguas residuales afecte en la salud de la población, entonces la Autoridad Nacional suspende de manera inmediata la autorización emitidas. Además, si hubiera, indicios de que la descarga afecta a la fauna y flora acuática según estándares de calidad de agua, la Autoridad tiene que disponer medidas inmediatas para quizá implementar si es que fuera necesario o suspender de lo contrario la autorización emitida.

Artículo 81°. - Evaluación de Impacto Ambiental

La Autoridad del agua debe dar una opinión favorable para la aprobación, sobre los estudios de impacto ambiental que se relacionan con los recursos hídricos, antes de su autorización, según normas establecidas.

1.5.3. Reglamento de la Ley N° 29338 (Ley de Recursos Hídricos)

Artículo 133°.- Condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas

133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar la descarga de agua residual siempre en cuando cumpla:

- a. Que las aguas municipales son sometidos a un previo tratamiento que demuestre el cumplimiento de los LMP.
- b. Que el cuerpo receptor cumpla las condiciones de purificar naturalmente el agua tratada.
- c. No se causen perjuicios a otros usos en cantidad o calidad del agua.
- d. Que no afecte la flora y fauna acuática.
- e. Que disponga con la política ambiental autorizado por las autoridades ambientales sectoriales competentes.

1.5.4. Ley N° 27972 -Ley Orgánica de Municipalidades

Artículo 80°. - Saneamiento, salubridad y salud

Los gobiernos locales ejercen las funciones en saneamiento, salubridad y salud

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales

1.1. Las municipalidades provinciales son parte de la cadena de función de regular y controlar las disposiciones finales de residuos sólidos, aguas residuales municipales o industriales que se encuentran dentro de su ámbito jurisdiccional.

2. Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales

2.1. Además, comparte funciones de la administración y reglamentación directa o por concisiones el servicio de saneamiento básico, cuando resulte necesario económicamente descentralizar el servicio las provincias.

2.2. Cuando los servicios de agua y desagüe no son atendidos por las municipalidades distritales ni por los centros poblados, el gobierno provincial esta para intervenir en dar ese servicio, bajo coordinación con los mismos.

1.5.5. D.S. N°003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles para efluentes

Artículo 2°.- Definiciones

Límite Máximo Permissible (LMP)

Son medidas del grado de concentración de los parámetros de control físico, químico y biológico, superado el límite puede causar daños en la salud del hombre y su medio ambiente. El cumplimiento exige el ministerio del ambiente y otros organismos que se encuentran dentro de la gestión ambiental.

Protocolo de monitoreo

Son reglas que establece el MVCS, en estricta coordinación con el ministerio del ambiente y deben ser cumplidos en los monitoreos cabalmente las metodologías dispuestas.

Artículo 4°.- Programa de monitoreo

4.1 los responsables de las plantas de tratamiento de aguas residuales, está en su obligación de verificar el funcionamiento adecuado y las descargas en su efluente, cumpliendo el programa de monitoreo emitida por MVCS.

4.2 El MVCS, puede incrementar más medidas de control que no se encuentran en el D.S. según sea necesario y haya la necesidad de hacerlo.

4.3 Las muestras de aguas residuales lo analizarán los laboratorios que están acreditados por INDECOPI, caso contrario no serán considerados como válido por MVCS.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El MVCS se responsabiliza con los datos de monitoreo de las descargas de las aguas residuales de las plantas de tratamiento. Los responsables reportarán de manera periódica los controles de sus efluentes.

Tabla 1.7. LMP para los efluentes de una PTAR

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 - 8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N°003-2010-MINAM.

1.5.6. R.M. 273-2013-VIVIENDA. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes

Son metodologías que dispone MVCS, para su correcta ejecución de los monitoreos del afluente y efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales. En este guía se establece criterios técnicos de extracción de las muestras, conservación y su transporte para su inmediato análisis en el laboratorio, además muestra guías de como evaluar parámetros in situ. El protocolo muestra también los periodos y las frecuencias de monitoreo.

Tabla 1.8. Frecuencia de monitoreo de una PTAR

Rango de caudal promedio anual de la PTAR	Frecuencia de monitoreo	Frecuencia mínima de medición de caudal
> 300 L/s	Mensual	Lecturas horarias, 365 días
>100 a 300 L/s	Trimestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por mes
>10 a 100 L/s	Semestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por trimestre
< 10 L/s	Anual	Lecturas horarias, por 24 horas, una vez por semestre

Fuente: R.M. 273-2013-VIVIENDA

1.5.7. Norma OS. 090. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

La presente norma técnica orienta sobre las instalaciones que requiere plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que debe experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización. El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en los niveles preliminar, básico y definitivo.

1.6. ENTIDADES VINCULADAS A LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN EL PERÚ

1.6.1. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Es la instancia del estado que vigila aspectos relacionados del agua y desagüe, cumple la siguiente función: norma, dirige, coordina, ejecuta y supervisa las políticas nacionales en dicho sector, así como evalúa permanentemente los resultados, adoptando las correcciones y medidas correspondientes. Además, Fiscaliza el cumplimiento de los compromisos ambientales contenidos en los instrumentos de gestión ambiental de los proyectos de saneamiento a nivel nacional y de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

1.6.2. Autoridad Nacional del Agua (ANA)

La Autoridad Nacional de agua emite las siguientes funciones: Autorizar las descargas de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la Autoridad Ambiental Sectorial, las cuales son vinculantes. Además Verifica el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua e impone sanciones, y puede suspender las autorizaciones otorgadas si verifica que el agua residual tratada, puede afectar la calidad del cuerpo receptor o sus bienes asociados.

1.6.3. Gobiernos locales

1.6.3.1. Municipalidades provinciales

Las municipalidades provinciales también participan en el control y regulación de la disposición final de aguas residuales y desechos sólidos, que corresponden en su jurisdicción provincial. Para ello, pueden administrar directamente o contratar servicios de terceros como empresas prestadoras de saneamiento, además responsabilizándose de los accesos a los servicios en su jurisdicción.

1.6.3.2. Municipalidades distritales

En coordinación con las municipalidades provinciales, son participes de la administración directa o por terceros el servicio de saneamiento básico.

1.6.4. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

La OEFA, cumple funciones igual que otras instituciones gubernamentales, pero generalmente de mediana y gran minería, hidrocarburos, entre otros. Aparte de ello

también como entidad rectora del sistema supervisa y fiscaliza las labores de los gobiernos regionales y locales, con más razón a la Autoridad Nacional del agua y los ministros (que se relacionan con el ambiente), de manejo y disposiciones finales de aguas residuales respetando el cumplimiento de los límites máximos permisibles LMP en los efluentes.

1.6.5. Otras entidades vinculadas al control de las aguas residuales en el Perú

1.6.5.1. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)

Es la entidad que vela por la calidad del servicio que deben brindar las EPS Saneamiento. Norma, regula, supervisa y fiscaliza, dentro del ámbito de su competencia, la prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional y, de acuerdo a su rol regulador, también es responsable de sancionar y solucionar controversias y reclamos.

1.6.5.2. Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento)

Son empresas que se dedican a prestar servicio de operación y mantenimiento del saneamiento básico de agua y desagüe. Las EPS de saneamiento deben cumplir con responsabilidad y eficiencia en el tratamiento de agua residual, evaluando periódicamente los valores máximos permisibles en el efluente, así como informando de manera responsable a las entidades correspondientes de los controles y evaluaciones realizadas. Si las EPS de saneamiento incumplan alguna norma, están sometidos a la aplicación de sanciones incluso penales.

1.6.5.3. Ministerio de Salud (MINSA)

Esta institución al igual que otras instituciones vinculadas al tratamiento de agua residuales, velan la sanidad de agua para consumo humano, así como el manejo, reutilización y descarga de aguas tratadas en aras de protección de la salud de la población y la calidad de agua en los cuerpos receptores que no se genere impactos negativos en la población.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El PTAR del centro poblado de Pichiwillca fue donde se realizó el presente trabajo de investigación, del distrito de Samugari, provincia de La Mar, región Ayacucho, comprendido desde mes de julio del 2019 al enero del 2020.

2.1.1. Ubicación geográfica

Latitud : 12° 47'06.65" S

Longitud : 73°38'31.53" O

Altitud : 784 msnm.

2.1.2. Ubicación política

Centro poblado : Pichiwillca

Distrito : Samugari

Provincia : La Mar

Región : Ayacucho



Figura 2.1. Mapa político del Perú

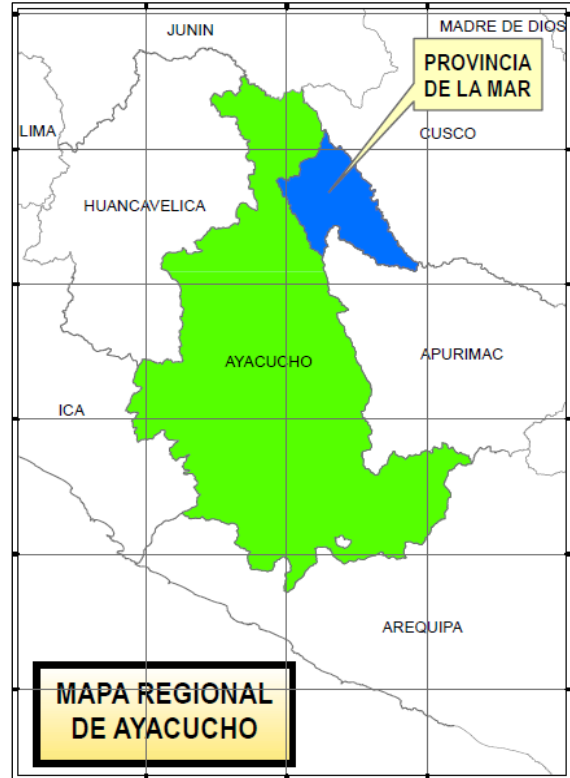


Figura 2.2. Mapa regional de Ayacucho

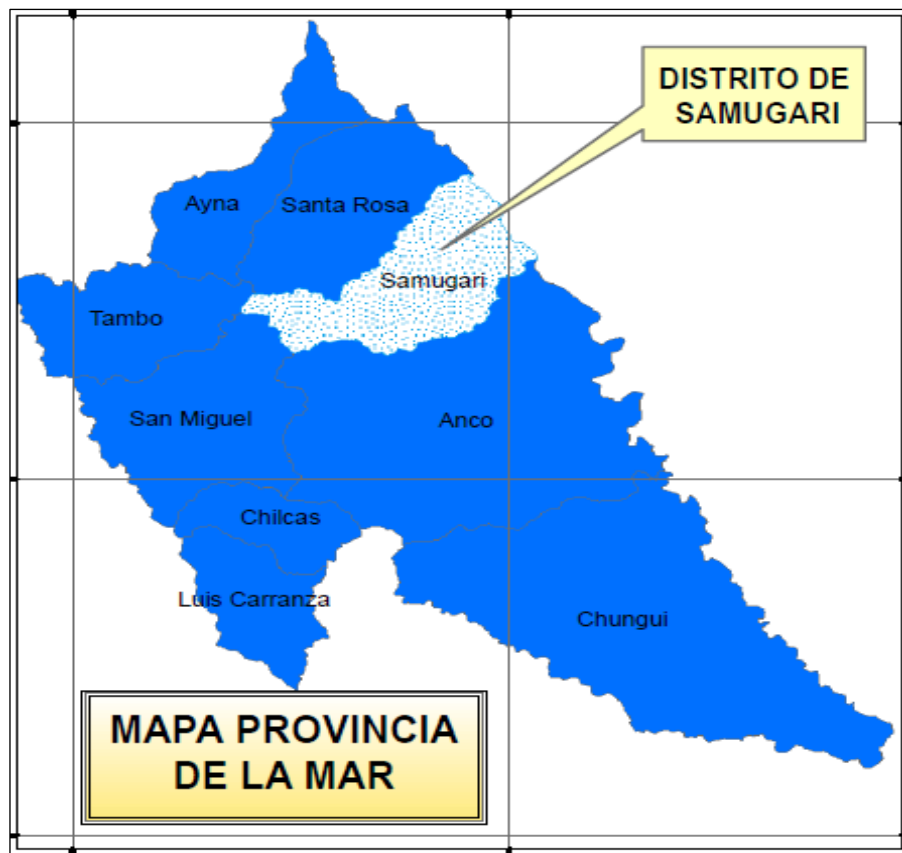


Figura 2.3. Mapa provincial de La Mar

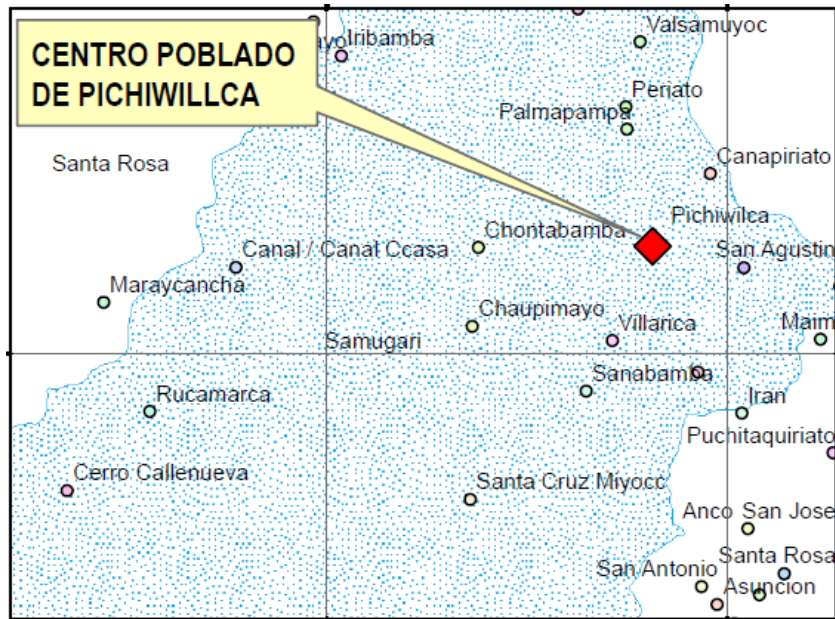


Figura 2.4. Centro Poblado de Pichiwilca



Figura 2.5. Ubicación del PTAR Pichiwilca

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1. Materiales

Materiales de muestreo en campo

- ❖ Ficha técnica para el registro
- ❖ Cadena de custodia
- ❖ Toallas o papel secador
- ❖ Cinta adhesiva o masquen
- ❖ Plumones indelebles

- ❖ Frascos previamente rotulados
- ❖ Preservantes químicos a emplearse en el campo para la preservación de las muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, etc.
- ❖ Cinta pH-metro o similar
- ❖ Libreta de campo

Materiales de escritorio

- ❖ Libreta de oficina
- ❖ Plumón indeleble
- ❖ Lapiceros
- ❖ Papel bond
- ❖ Clips
- ❖ Folder
- ❖ Sobre manila

Otros materiales

- ❖ Costales
- ❖ Bolsas Plásticas

2.2.2. Equipos

Equipos de muestreo de campo

- ❖ Equipo para ubicación del punto de monitoreo
- ❖ Equipo para medir temperatura de agua
- ❖ Equipo fotográfico
- ❖ Cronómetro
- ❖ Cajas térmicas (pequeña y grande)

Equipos de gabinete

- ❖ Computadora
- ❖ Impresora

2.2.3. Herramientas

- ❖ Pala
- ❖ Pico

2.2.4. Indumentaria

Indumentarias de protección en campo

- ❖ Botas y/o zapatos de seguridad
- ❖ Lentes de protección
- ❖ Guante de jebe con cubierta de antebrazo
- ❖ Guantes quirúrgicos
- ❖ Mascarilla descartable

2.3. PROCEDIMIENTO

Se ha realizado la evaluación de la capacidad de remoción, los datos de los parámetros evaluados, fueron analizados en ambas épocas (sequía y lluvia) del año y por último se propuso un rediseño adecuado de la planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca. Primeramente, se evaluó la capacidad de remoción de la laguna de estabilización durante los periodos de julio del 2019 a enero del 2020, para conocer el estado actual de la laguna sobre la remoción de la materia orgánica y comparando con la Ley General de Agua, los datos obtenidos fueron analizados en épocas de estiaje (julio, agosto y setiembre) y épocas de lluvia (noviembre, diciembre y enero) para saber los comportamientos de remoción en épocas diferentes, Finalmente se propuso un rediseño adecuado para mejorar la capacidad de remoción de la laguna de estabilización teniendo en consideración las normas vigentes (Norma OS – 090).

2.3.1. Determinación de la capacidad de remoción

2.3.1.1. Definición de los parámetros a evaluar

Los parámetros que se evaluó y se analizó del efluente como afluente del sistema, son los parámetros que se indica en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. A continuación, se muestra los parámetros escogidos para su evaluación y análisis.

- ❖ Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
- ❖ Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)
- ❖ Demanda química de oxígeno (mg/L).
- ❖ pH (unidad)
- ❖ Sólidos totales en suspensión (mg/L).
- ❖ Aceites y grasas (mg/L).
- ❖ Temperatura (°C).

2.3.1.2. Número de muestras y frecuencia de muestreos

Para empezar la evaluación del sistema de tratamiento de agua residual, en este caso laguna de estabilización, lo primero que se hizo es determinar la frecuencia de muestreo y la cantidad del mismo, con la finalidad de realizar un seguimiento de evaluación permanente en este caso mensual, para ver las variaciones periódicas que se presentan en sistema existente tanto en el afluente y efluente de la laguna.

En la siguiente investigación, la muestra fue realizado en 6 fechas diferentes, muestras independientes para cada parámetro y separados del afluente y efluente la frecuencia de muestreo fue mensual para cada temporada, el muestreo en cada punto de monitoreo fue de 30 a 40 min, con la finalidad de extraer muestras representativas.

Tabla 2.1. Frecuencia de monitoreo para el caso de la investigación

Temporada	Mes	Afluente		Efluente	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Sequía	Julio	14/07/2019	04:30 pm	14/07/2019	05:00 pm
	Agosto	10/08/2019	04:00 pm	10/08/2019	04:40 pm
	Setiembre	16/09/2019	04:15 pm	16/09/2019	05:10 pm
Lluvia	Noviembre	15/11/2019	04:30 pm	15/11/2019	05:20 pm
	Diciembre	14/12/2019	04:30 pm	14/12/2019	05:00 pm
	Enero	18/01/2020	04:00 pm	18/01/2020	04:40 pm

Fuente, elaboración propia

2.3.1.3. Muestreo

Los muestreos que se realizó en este estudio fueron siguiendo los protocolos de procedimiento establecidos en la guía del MVCS. La recolección de la muestra fue de tal manera que sea representativa al estanque, ya que estas fueron analizadas en el laboratorio y se muestra los resultados en el capítulo posterior.

Al llegar al punto de monitoreo, se realizó las acciones que se describen a continuación, siguiendo los procedimientos que recomienda la Resolución Ministerial del Ministerio de Vivienda R.M. 273-2013-VIVIENDA.

Ubicación del punto de monitoreo

La toma de muestras para datos del afluente se realizó en la cámara de ingreso a la laguna de estabilización, mientras la muestras para datos de efluente se ha realizado en la estructura de salida de la laguna de estabilización.

Medición de parámetros en campo y registro de información

Los parámetros que fueron medidos *in situ* fueron: el pH y la temperatura, además de la medición y registro de caudal.

El primer parámetro medido fue el pH, para ello se ha procedido con la extracción de agua residual con un vaso precipitado del fondo de la estructura de salida y/o entrada según sea el caso, luego fue vaciado a otro recipiente para su medición correspondiente. El material que ha utilizado fue la cinta pH-metro, que normalmente se utiliza para medir los pH. Los datos fueron registrados en la libreta de campo y en las cartillas y/o formatos del anexo IV de registro de datos de campo y además fue llenado el formato VI de cadena de custodia, estos formatos fueron facilitados por el laboratorista quien se ha ceñido con las recomendaciones de la Resolución Ministerial del Ministerio de Vivienda R.M. 273-2013-VIVIENDA. Este procedimiento se ha realizado tanto en el afluente y efluente de los puntos ubicados.



Figura 2.6. Determinación de pH en campo

La medición de la temperatura, se ha procedido con la extracción de agua residual con un vaso precipitado del fondo de la estructura de salida y/o entrada según sea el caso, luego fue vaciado a otro recipiente para su medición correspondiente. El equipo facilitado fue TDS-3, un equipo especial para medir la temperatura. Los datos fueron registrados en la libreta de campo y en los formatos del anexo IV de registro de datos de campo y además fue llenado el formato VI de cadena de custodia, estos formatos fueron facilitados por el laboratorista quien se ha ceñido con las recomendaciones de la Resolución Ministerial del Ministerio de Vivienda R.M. 273-2013-VIVIENDA. Este procedimiento se ha realizado tanto en el afluente y efluente de los puntos ubicados.



Figura 2.7. Determinación de temperatura en campo

La medición y registro del caudal se ha obtenido en el interior de la cámara de ingreso a la laguna de estabilización, en el cual se muestra un vertedero de tipo triangular, los datos fueron procesados conforme con las definiciones recomendados el anexo VII de la guía de R.M. 273-2013-VIVIENDA. El aforo de caudales se ha desarrollado un total de 6 mediciones en tiempos diferentes tanto en el afluente como el efluente.

Los datos fueron registrados en la libreta de campo y en los formatos del anexo IV de registro de datos de campo y además fue llenado el formato VI de cadena de custodia, estos formatos fueron facilitados por el laboratorista quien se ha ceñido con las

recomendaciones de la Resolución Ministerial del Ministerio de Vivienda R.M. 273-2013-VIVIENDA.



Figura 2.8. Medición del caudal (método del vertedero)

Rotulado y etiquetado de los frascos

Para no confundirlos las muestras en frascos de botellas, los frascos fueron Rotulados y etiquetados antes de recolectar la muestra, es este caso fue escrito con letras claras y con plumón indeleble, luego para no borrarse por accidente, se ha tapado con cintas embalaje transparente. El rotulado, contiene las siguientes informaciones:

1. Nombre del PTAR y la denominación del punto de monitoreo (afluente o efluente).
2. La enumeración de la muestra.
3. Fecha y hora de la toma de muestra.
4. Nombre del parámetro a analizar y los reactivos considerados como parte de la preservación de la muestra.
5. Nombre del operador del muestreo.



Figura 2.9. Etiquetado de las muestras

Toma de muestras de agua residual

Ubicada el punto de monitoreo se determinó *in situ* los parámetros del pH y la temperatura, luego se procedió a la recolección de muestras para los parámetros restantes a evaluar, para ello en primer lugar se ha etiquetado las botellas de plástico y vidrios asignados por el laboratorista, enseguida con la ayuda de un muestreador se procedió a recolectar las muestras y llenadas a los recipientes. Las muestras para el DBO, DQO, STD, aceites y grasas, fueron recolectados en frascos de plástico mientras tanto la muestra para el coliformes totales fue recolectado en frasco de vidrio, todos ellos fueron puestos cuidadosamente en una caja refrigerante para su transporte al laboratorio.

Las cantidades de las muestras fueron de:

- 1000 ml de muestra para el DBO
- 1000ml de muestra para aceites y grasas
- 500ml de muestra para DQO, 500ml de muestra para STD y
- 250ml de muestra para coliformes totales.



Figura 2.10. Extracción de muestras del afluente

Preservación de muestras

La preservación de muestras, para los coliformes termotolerantes, se ha utilizado frascos esterilizados, mientras para la preservación de muestras de aceites y grasas, se ha utilizado H_2SO_4 . Este procedimiento es recomendado por el laboratorio y por la Resolución Ministerial del Ministerio de Vivienda (R.M. 273-2013-VIVIENDA).

2.3.1.4. Análisis de laboratorio de las muestras

Los parámetros a ser evaluados, fueron llevados al laboratorio donde se realizó el análisis de muestras, en los cuales fueron procesados de acuerdo al tipo de parámetro a ser evaluado.

Los análisis de muestras se realizaron en el Laboratorio Físico – Química/ Laboratorio Microbiología, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH, a cargo del Magister Saúl Chuchon Martínez.

A continuación, se describen las metodologías realizadas para la obtención de los análisis de agua residual para cada parámetro.

pH

Este análisis, se ha realizado in situ - determinación del pH *in-situ* – método de prueba

Demanda bioquímica de oxígeno

La determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) fue evaluada por el método de (EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand, 5 days a 20 °C).

Demanda química de oxígeno

De igual forma para la determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) fue evaluada por el método de (EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand, 5 days a 20 °C).

Sólidos totales en suspensión

Para este parámetro, se ha utilizado el método de prueba, que consiste en determinar los sólidos y sales que se encuentran disueltos en aguas depuradas o aguas crudas.

Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes se analizó tomando la metodología que se describe a continuación; Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW- APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).

Aceites y grasas

Análisis de agua residual, determinación del aceites y grasas por el método ASTM D3921 – 96 (Reapproved 2011) estándar test method for oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in water (validado) 2014.

La temperatura

Se determinado *in-situ* - método de campo

2.3.1.5. Cálculo de la capacidad de remoción de la laguna

La capacidad de remoción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales por Laguna de Estabilización de Pichiwillca se determinó a base de las diferencias de cargas orgánicas entre el afluente y efluente.

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(C \times \text{Afluente} - C \times \text{efluente}) \times 100}{C \times \text{afluente}} \quad (2.1)$$

Dónde:

C = Representa la concentración del parámetro.

2.3.2. Comparación de capacidad de remoción de temporadas de lluvia con estiaje

2.3.2.1. Parámetros a evaluar en ambas temporadas

Los parámetros sometidos a la evaluación en el efluente de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Las cuales son:

- ❖ Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
- ❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
- ❖ Demanda Química de Oxígeno (mg/L).
- ❖ Sólidos Totales en Suspensión (mg/L).
- ❖ Aceites y grasas (mg/L).

2.3.2.2. Agrupación de los parámetros según fecha

La evaluación de la capacidad de remoción de la laguna mediante los parámetros analizados en el primer objetivo, fueron agrupados en temporadas de sequía y lluvia para su respectivo análisis y verificación.

Los parámetros que fueron sometidos a las pruebas de verificación y análisis de capacidad de remoción, son los Parámetros de Calidad de Agua establecidos según el D. S. N° 003-2010- MINAM (Límites Máximos Permisibles para efluentes de las plantas de tratamiento domésticas y municipales), que son: Coliformes termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, sólidos totales en suspensión, aceites y grasas. Los resultados serán presentados en histogramas.

2.3.2.3. Comparación de capacidad de remoción de la PTAR en ambas temporadas

El comportamiento de la capacidad de remoción en temporadas de lluvia y estiaje, se representó con gráficas según cada parámetro de la remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización.

La capacidad de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales por laguna de estabilización de Pichiwillca en temporadas de lluvia y estiaje, se determinó a base de las diferencias de cargas orgánicas entre el afluente y efluente, agrupados en dos grupos llamados temporadas de lluvia y estiaje.

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(C \times \text{Afluente} - C \times \text{efluente}) \times 100}{C \times \text{afluente}} \quad (2.2)$$

Dónde:

C = Representa la concentración del parámetro.

2.3.3. Rediseño de la Planta de Tratamiento PTAR

El rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, consistió en realizar primeramente un pre tratamiento, de la misma que contendrán, las cribas, desarenadores y medidor del caudal. Al finalizar con el pretratamiento, se calculó la laguna de estabilización como tratamiento primario, además el tratamiento ser realizó de acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio y otros.

2.3.3.1. Definición de los parámetros de diseño

Con los resultados de los parámetros evaluados del agua residual en funcionamiento y los parámetros de operación de la planta, a base de estos resultados se rediseñó el PTAR. Los parámetros utilizados para el rediseño de la planta son:

- ❖ Población futura (Pf)
- ❖ Tasa de crecimiento (%)
- ❖ Periodo de diseño (años)
- ❖ Dotación (Lt./hab/ d)
- ❖ Agua residual (L/s)
- ❖ Contribución per cápita de DBO5 (g DBO/hab/d)
- ❖ Temperatura del agua promedio del mes más frío (C°)

2.3.3.2. Diseño de pretratamiento (proceso físico)

El pretratamiento es con finalidad de retener y retirar los materiales u objetos de mayor tamaño que vienen conjuntamente con el agua residual que pueden ser botellas de plástico, ropas, utensilios de aseo personal, utensilios de cocina, entre otros que puedan obstruir en el paso a otros sistemas de tratamiento de agua residual.

Rejillas

Esta estructura de pretratamiento es considerada para fines de retención de objetos en las rejillas, fue considerada la instalación en el canal de ingreso antes del desarenador. El procedimiento de su diseño es considerando los cálculos de estudios e investigaciones similares. Para el retiro de los residuos sólidos retenidos en las rejillas fue considerado operar manualmente, debido a su tamaño del sistema que ya no justifica mecanizar incorporando el costo. Los sólidos retenidos y recolectados serán acumulados en el relleno sanitario para su posterior incineración.

Desarenadores

Los desarenadores son de varios tipos, en este estudio de investigación, el diseño que se ha considerado es el tipo de flujo horizontal. Este tipo de desarenadores consiste en instalar tipo canales rectangulares de forma horizontal considerando volumen de sedimentación. Esta estructura fue considerada para retener partículas sólidas que reduciendo su velocidad de flujo a 0.30 m/s, pueden sedimentar por efectos de la gravedad. La cantidad de desarenador fue considerado 2 unidades que serán instaladas de forma paralelo para su operación y mantenimiento.

2.3.3.3. Diseño de la laguna de estabilización

El dimensionamiento de la laguna de estabilización (unidades de tratamiento) se realizó de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y Habilitaciones (Norma OS-090). La metodología para el rediseño fue la siguiente.

Carga superficial de diseño

La carga superficial se determinó según el (RNE, OS – 090), mediante la ecuación 05

$$C_s = 250 * 105^{T-20} \dots\dots (2.3)$$

Dónde:

Cs: Carga superficial de diseño. (kgDBO₅/habxd.)

T: Temperatura del mes más frío. (°C)

Área superficial requerida para lagunas:

$$A_s = \frac{\text{Carga (población por contribución percapita)}}{\text{Carga superficial de diseño}} \dots\dots (2.4)$$

Dónde:

As: Área superficial de lagunas. (ha)

Población por contribución per cápita. (kgDBO₅/d.)

Volumen de lodos

$$V_{\text{lodo}} = (\text{tasa de acumulación de lodos}) \times (\text{habitante}) \times (\text{periodo de limpieza})$$

Dónde:

Tasa de acumulación de lodos en (m³/(habitante x año)).

Coefficiente de mortalidad bacteriana

Este coeficiente se determinó según el (RNE, OS – 090)

$$K_T = K_{20} * 105^{T-20} \dots\dots (2.5)$$

Dónde:

K_T: Coeficiente de mortalidad neto a la temperatura del agua T promedio del mes más frío, en (°C).

K₂₀: Coeficiente de mortalidad neto a (20°C).

T: Temperatura del mes más frío. (°C).

Dimensiones de la laguna

La relación largo y ancho fue de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

Período de retención (PRH)

El tiempo de retención se calculó de la siguiente manera según (Romero 1999):

$$PRH = \frac{V}{Q} = \frac{L*W*Z_{pro}}{(Q_{Aflu} - \frac{Z_{Per}*L*W}{100})} \dots\dots (2.6)$$

Dónde:

L: Longitud de la laguna (m).

W : Ancho de la laguna (m).

Z_{pro} : Profundidad de la laguna (m).

Q_{Eflu} : Caudal en el efluente (m^3/d).

Z_{Per} : Pérdida por evaporación e infiltración en (cm/d).

Coliformes fecales en el efluente (CF)

Los coliformes fecales en el efluente de la laguna de estabilización, se determinó con la siguiente ecuación,

$$CF_{Eflu} = \frac{4 * CF_{Aflu} * a * e^{\frac{1-a}{2*d}}}{(1 + a)^2} \quad (2.7)$$

Dónde:

CF_{Eflu} : Coliformes fecales en el efluente.

CF_{Aflu} : Coliformes fecales en el afluente.

a : Factor adimensional.

d : Número de dispersión.

Eficiencia de remoción (Er)

La eficiencia de remoción se determinó de la siguiente manera, según (Romero, 1999).

$$Er = \left(\frac{CF_{Afluente} - CF_{Efluente}}{CF_{Afluente}} \right) * 100 \quad (2.8)$$

Dónde:

CF_{Eflu} : Coliformes fecales en el efluente.

CF_{Aflu} : Coliformes fecales en el afluente.

Coliformes Fecales Mezcla (CFM)

$$CFM = \left(\frac{CF_{Eflu} * Q_{Eflu} + CF_{Recep} * Q_{Recep}}{Q_{Eflu} + Q_{Recep}} \right) \quad (2.9)$$

Dónde:

CF_{Eflu} : Coliformes fecales en el efluente.

Q_{Eflu} : Caudal en el efluente.

CF_{Recep} : Coliformes fecales del cuerpo receptor.

Q_{Recep} : Caudal del cuerpo receptor.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CAPACIDAD DE REMOCIÓN FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO POR LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN

3.1.1. Descripción del PTAR Pichiwillca existente

La planta de tratamiento de aguas residuales del centro Poblado de Pichiwillca, es un proyecto construido en el año 2004 por el gobierno de turno, para un período de 20 a 25 años de funcionamiento. La PTAR de Pichiwillca cuenta principalmente de pretratamiento que conforman de: cámara de rejillas, desarenador y el medidor Parshall, y como tratamiento biológico una laguna de estabilización.

Las estructuras físicas del pretratamiento se mantiene en buenas condiciones, no presentan grietas, desplazamiento ni corrosiones, las barras de acero en la cámara de rejillas también están en buenas condiciones, tanto el desarenador y el canal Parshall, mientras la capacidad hidráulica ya ha colapsado por el incremento poblacional, ya que estas estructuras fueron diseñados para un caudal máximo horario de 4.00 l/s aproximadamente, en el campo se ha comprobado que actualmente se está descargando en promedio 8.02 l/s con un máximo de 11.80 l/s y un mínimo de 3.90 l/s.

El PTAR no cuenta con zanjas de desviación para aguas de lluvia, ni aliviaderos para evacuar el exceso de aguas de lluvia, esta es la razón de que las estructuras de pretratamiento colapsen en momentos de lluvias de máximas intensidades, muestra de ello las rejillas son obstruidas por malezas y sedimentos que arrastra la escorrentía, los desarenadores son saturados por sedimentos.

La laguna de estabilización (facultativo) presenta medidas de 64.00 m de largo con 32.00 m de ancho a nivel de la corona, la estructura física de la laguna se encuentra deteriorado, la corona de la laguna presenta socavación por el riachuelo que circula muy

cerca de ella ya que en épocas de lluvia se sobrecarga el riachuelo, además, por no presentar mantenimiento desde su construcción, el volumen de la laguna se ha disminuido considerablemente por el sedimento de materia orgánica por el tratamiento de agua residual y por la acumulación de arena, malezas, ramas de arbustos, todo tipo de plásticos y otros objetos que se encuentran en la superficie, esto por el arrastre hidráulico de escorrentías ya que la laguna se ubica en un punto de acumulación de aguas de lluvias.

3.1.2. Caracterización físico químico y biológico del PATR Pichiwillca

A continuación, se presenta los resultados del monitoreo realizado tanto en el afluente como en el efluente analizados en el laboratorio previamente acreditados. Los análisis fueron de forma mensual desde los meses de julio del 2019 hasta enero del 2020, con excepción del mes de octubre del 2019. La toma de muestras se ha realizado cuidadosamente seleccionando fechas adecuadas para no alterar los resultados por las lluvias.

Tabla 3.1. Concentraciones de parámetros medidos en el Afluente

Parámetros	Und.	Afluente						Promedio
		Periodo de evaluación						
		Jul-19	Ago-19	Set-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	
Aceites y grasas	mg/L	27.00	27.10	27.15	26.90	26.80	26.50	26.91
pH	Unidad	7.30	7.40	7.15	6.00	6.20	7.45	6.92
Temp.	°C	21.0	20.0	19.5	19.0	19.0	18.0	19.42
Coliformes T.	NMP/100mL	1.82E+05	1.78E+05	1.80E+05	1.52E+05	1.42E+05	1.33E+05	1.61E+05
DBO ₅	mg/L	210	220	190	180	185	182	194.50
DQO	mg/L	383	400	350	332	320	310	349.17
STS	mg/L	275	220	250	200	190	180	219.17

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 3.1, se puede observar que, en promedio durante los seis meses de evaluación en el afluente, la concentración de aceites y grasas es de 26.91mg/l, temperatura 19.42°C, coliformes termotolerantes 1.61E+05 NMP/100ml, demanda biológica de oxígeno 194.50 mg/l, demanda química de oxígeno 349.17 mg/l, pH 5.96, solidos totales suspendidos y 219.17mg/l.

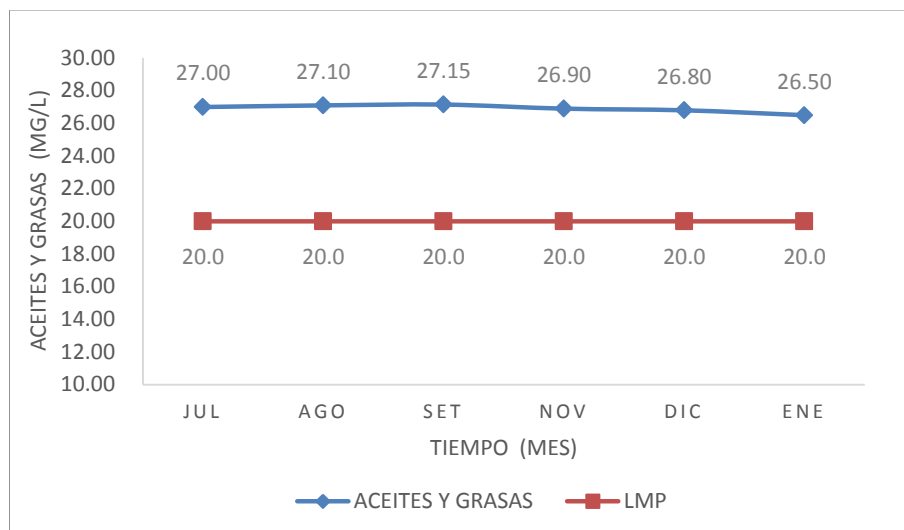


Figura 3.1. Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el afluente

Según la figura 3.1, la variación de la concentración de aceites y grasas cruda en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 27.15 ml/L en el mes de setiembre y un mínimo de 26.50 ml/L. en el mes de julio, manteniéndose en descenso constante desde el primer mes de evaluación al último, ubicándose por encima de Límites Máximos Permisible.

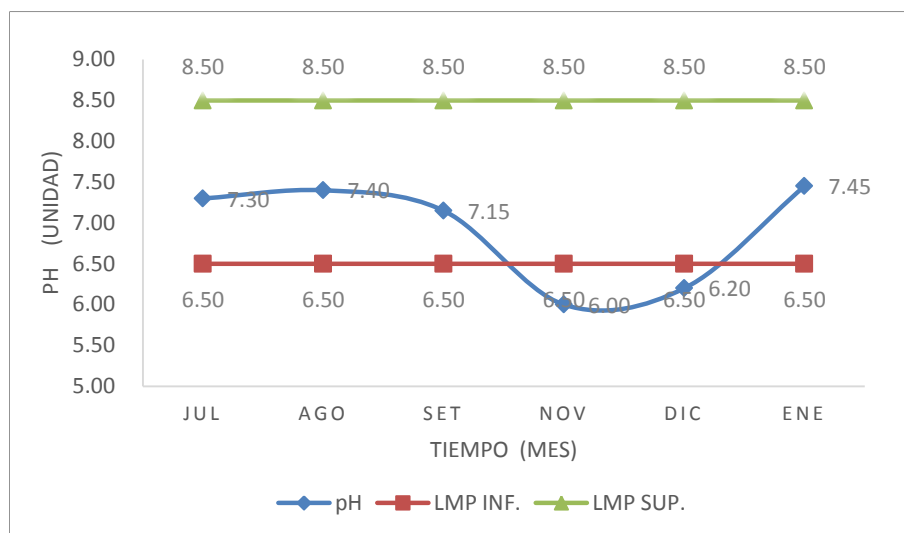


Figura 3.2. Variación mensual de la concentración de pH en el afluente.

Según la figura 3.2, la variación de la concentración de pH cruda en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 7.40 en mes de agosto y un mínimo de 6.00 en el mes de noviembre, manteniéndose en descenso desde el segundo mes y en acenso de del mes de noviembre hasta el último mes, ubicándose

dentro de límites máximos permisible los meses de julio, agosto, setiembre y enero, mientras fuera de los Límites Máximos Permisibles los meses de noviembre y diciembre.

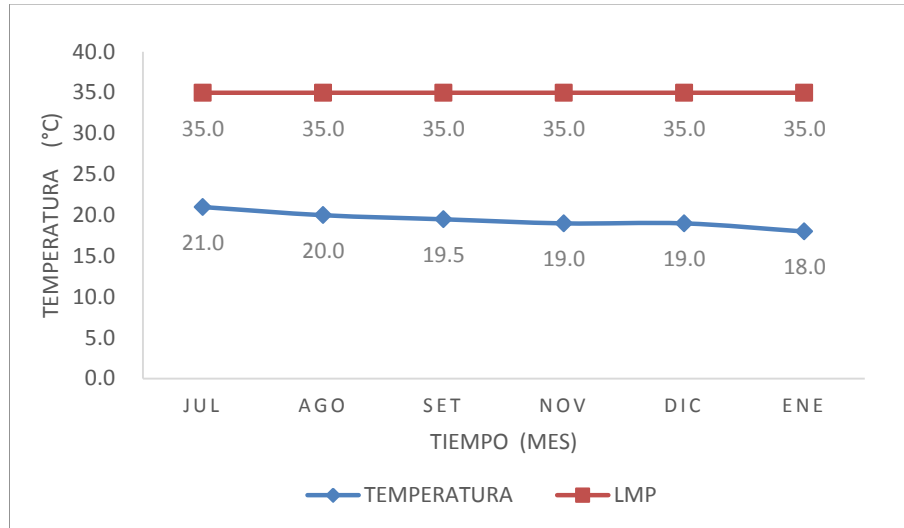


Figura 3.3. Variación mensual de la temperatura en el afluente

Según la figura 3.3, la variación de la temperatura en las aguas residuales crudas en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 21°C en mes de julio y un mínimo de 18°C en el mes de enero, manteniéndose en descenso constante desde el primer mes de evaluación al último, ubicándose dentro de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

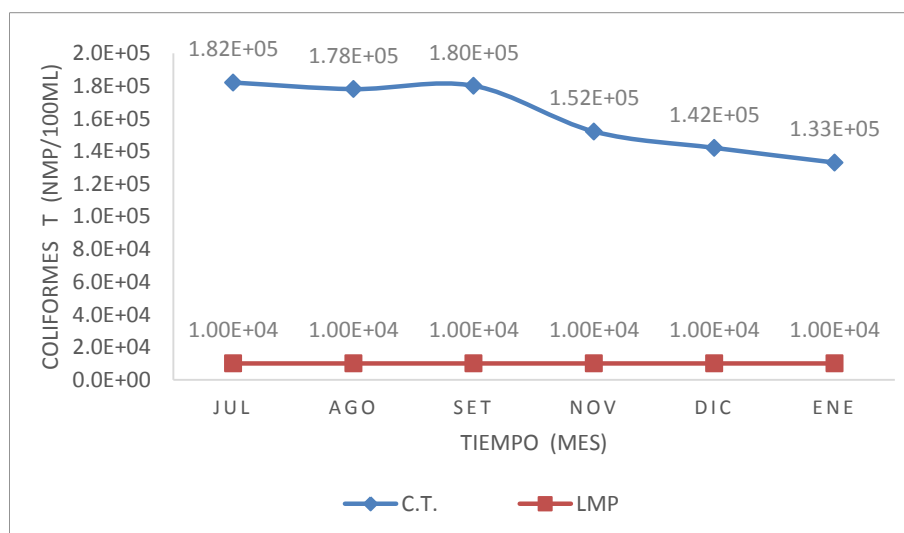


Figura 3.4. Variación mensual de la concentración de coliformes termotolerantes en el afluente

Según la figura 3.4, la variación de la concentración de coliformes termotolerantes en las aguas residuales crudas en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 1.82×10^5 NMP/100 ml en mes de julio y un mínimo de 1.33×10^5 NMP/100 en el mes de enero, manteniéndose en descenso constante sobre los primeros tres meses, mientras descenso más acelerado los últimos tres meses, ubicándose fuera de los Límites Máximos Permisibles establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

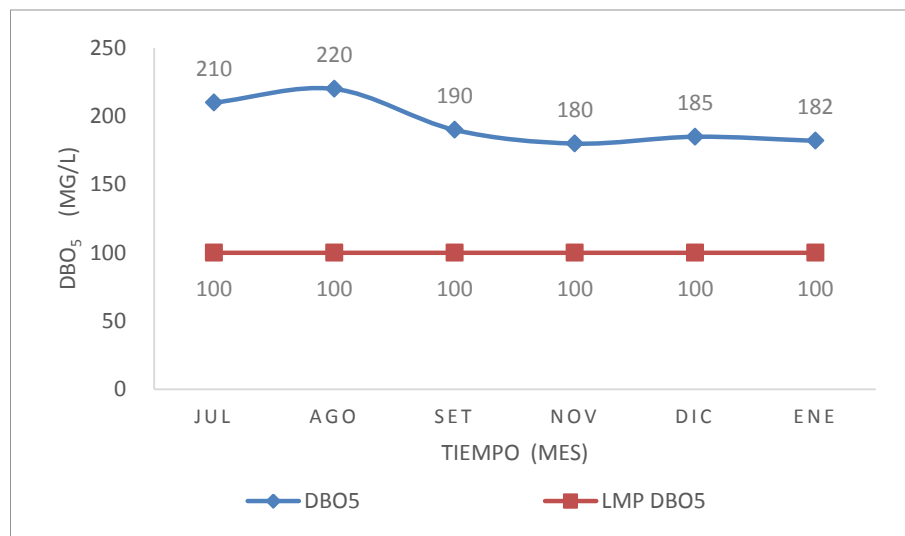


Figura 3.5. Variación mensual de la concentración de DBO₅ en el afluente

Según la figura 3.5, la variación de la concentración de DBO₅ en el agua residual cruda en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 220 mg/L en mes de agosto y un mínimo de 180 mg/L en el mes de noviembre, manteniéndose en descenso desde el segundo mes, en acenso el mes de noviembre y en descenso el mes de diciembre a enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los Límites Máximos Permisibles establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

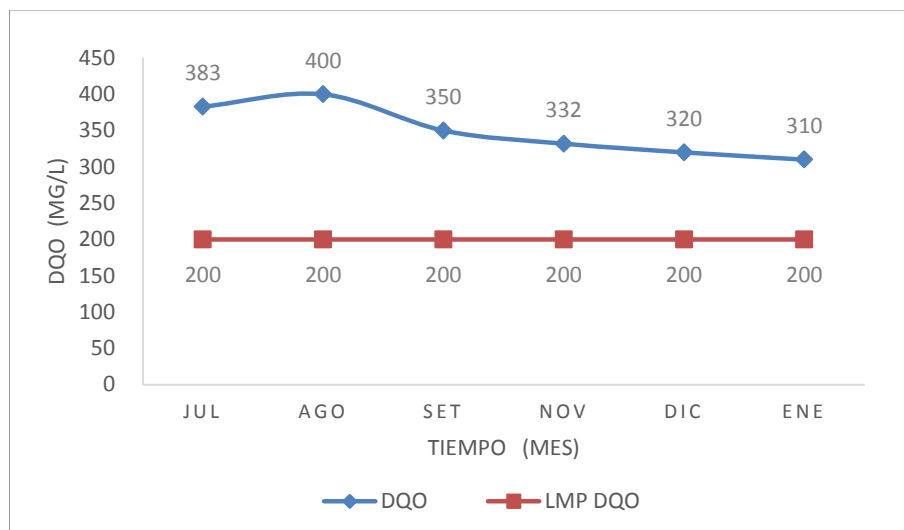


Figura 3.6. Variación mensual de la concentración de DQO en el afluente

Según la figura 3.6, la variación de la concentración de DQO en el agua residual cruda en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 400 mg/L en mes de agosto y un mínimo de 310 mg/L en el mes de enero, manteniéndose en descenso rápido de agosto a setiembre y descenso suave del mes de setiembre a enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

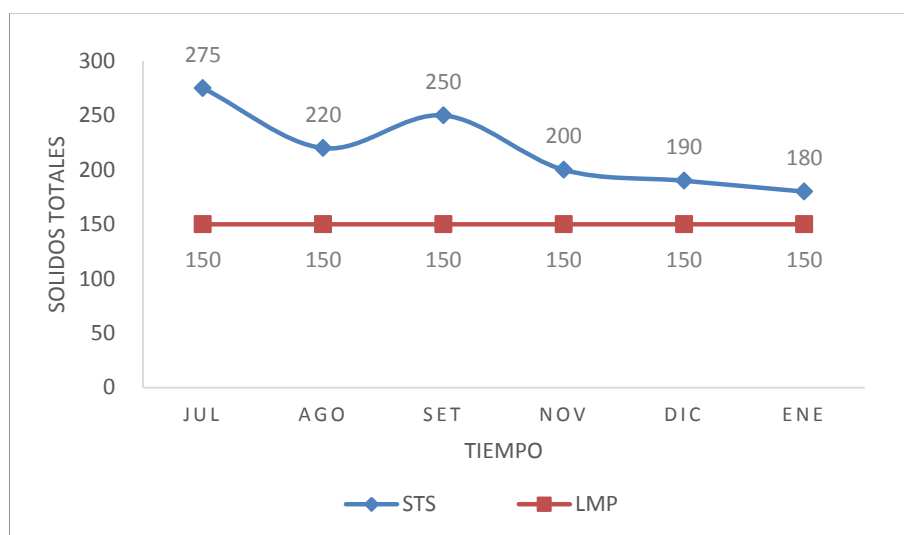


Figura 3.7. Variación mensual de la concentración de STS en el afluente

Según la figura 3.7, la variación de la concentración de STS en el agua residual cruda en el afluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 275 mg/L en el mes de julio y un mínimo de 180 mg/L en el mes de enero,

manteniéndose en descenso el mes de julio, en ascenso el mes de agosto y descenso desde el mes de setiembre a enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 3.2. Concentraciones según parámetro de medición en el efluente

Parámetros	Und	Efluente						Promedio
		Período de evaluación						
		Jul-19	Ago-19	Set-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	
Aceites y grasas	mg/L	26.50	26.65	26.80	26.30	26.40	26.00	26.44
pH	Unidad	8.25	8.40	8.00	7.00	7.20	9.00	7.98
Temp.	°C	23.0	22.0	21.5	21.0	21.0	20.0	21.42
Coliformes T.	NMP/100mL	2.25E+04	2.35E+04	1.92E+04	2.00E+04	1.82E+04	1.67E+04	2.00E+04
DBO ₅	mg/L	130	140	145	160	170	172	152.83
DQO	mg/L	220	266	269	271	300	290	269.33
STS	mg/L	160	165	169	170	180	156	166.67

Fuente, Elaboración propia

En la tabla 3.2, se puede observar que, en promedio durante los 6 meses de evaluación en el efluente, la concentración de aceites y grasas es de 26.44 mg/l, el pH 7.98, Temperatura 21.42°C, coliformes termotolerantes 2.00E+04 NMP/100ml, Demanda Biológica de Oxígeno 152.83 mg/l, Demanda Química de Oxígeno 269.33 mg/l, Solidos Totales Suspendidos y 166.67 mg/l.

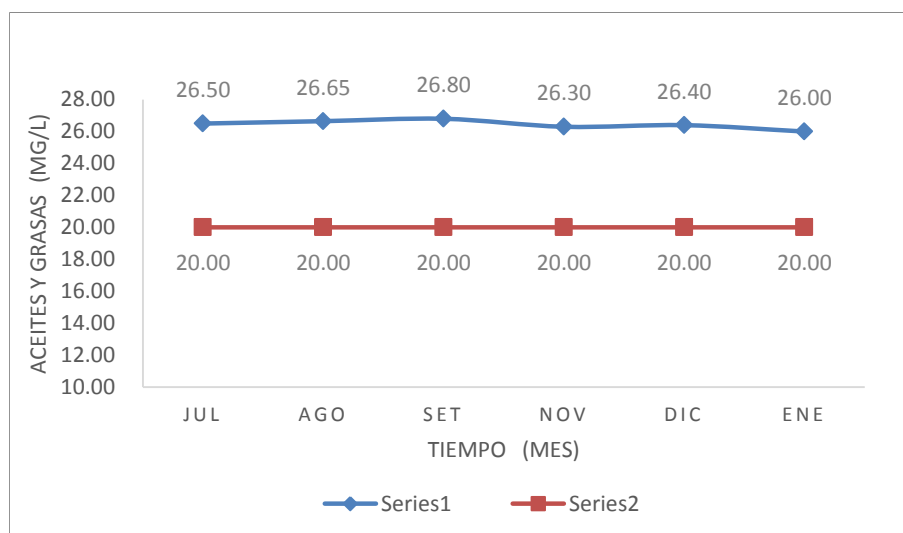


Figura 3.8. Variación mensual de la concentración de aceites y grasas en el efluente

Según la figura 3.8, la variación de la concentración de aceites y grasas en el efluente, muestra un rango de 26 mg/L a 26.80 mg/L durante el período de evaluación de julio

del 2019 al enero del 2020, manteniéndose en ascenso de julio a setiembre y en descenso de setiembre a enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

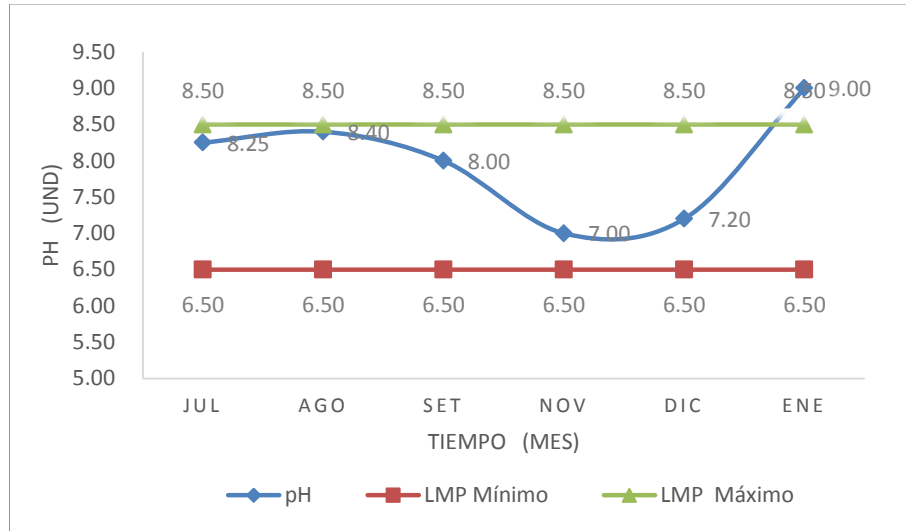


Figura 3.9. Variación mensual de la concentración de pH en el efluente

Según la figura 3.9, la variación de la concentración de pH en el efluente, muestra un rango de 7 a 9 durante el período de evaluación de julio del 2019 al enero del 2020, manteniéndose en descenso desde agosto a noviembre y en ascenso del mes de noviembre hasta el último mes, ubicándose en toda la trayectoria dentro de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM con excepción del mes de enero que se encuentra fuera.

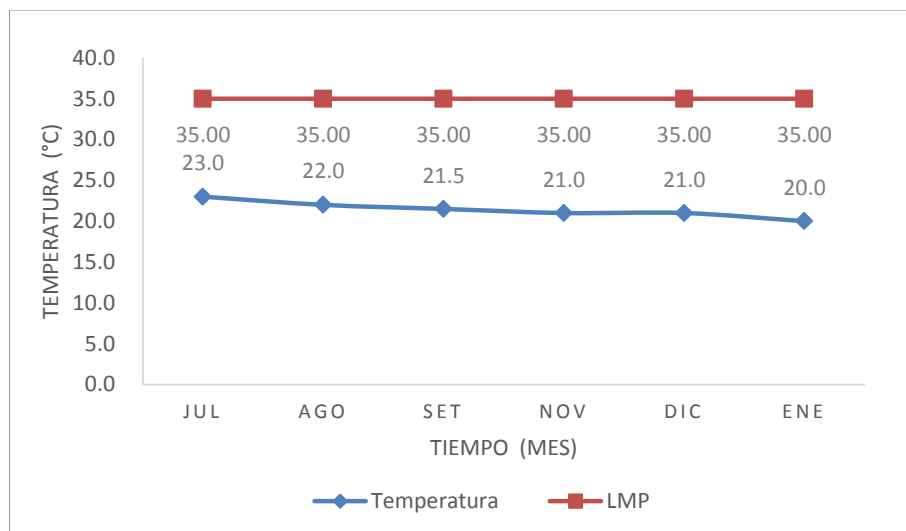


Figura 3.10. Variación mensual de la concentración de temperatura en el efluente

Según la figura 3.10, la variación de la temperatura en las aguas residuales en el efluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 23°C en mes de julio y un mínimo de 20°C en el mes de enero, manteniéndose en descenso constante desde el primer mes de evaluación al último, ubicándose dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

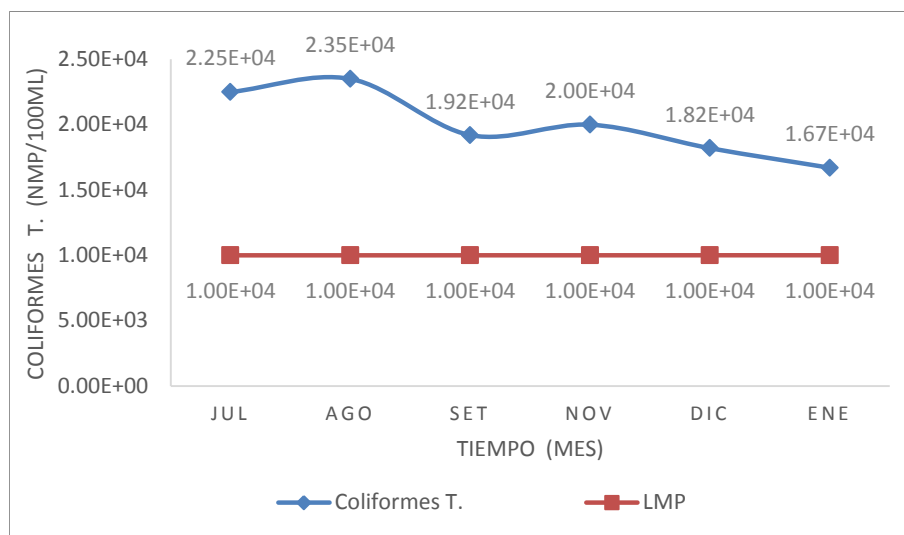


Figura 3.11. Variación mensual de la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente

Según la figura 3.11, la variación de la concentración de coliformes termotolerantes en las aguas residuales en el efluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 2.35×10^4 NMP/100 ml en mes de agosto y un mínimo de 1.67×10^4 NMP/100 en el mes de enero, presenta variaciones graduales durante la evaluación, pero se ubica fuera de los Límites Máximos Permisibles establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

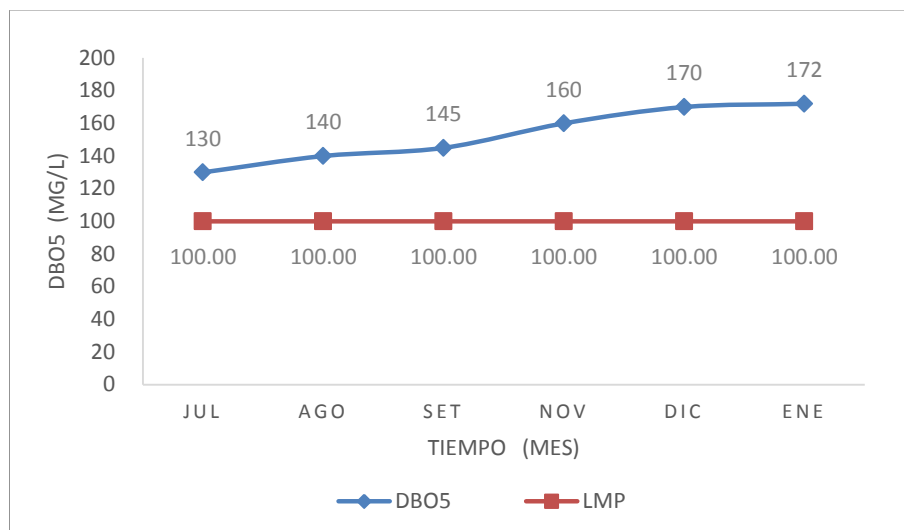


Figura 3.12. Variación mensual de la concentración de DBO₅ en el efluente

Según la figura 3.12, la variación de la concentración de DBO₅ en el efluente, muestra un rango de 130 mg/L a 172mg/L durante el período de evaluación de julio del 2019 al enero del 2020, manteniéndose en ascenso constante desde el mes de julio hasta el mes de enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

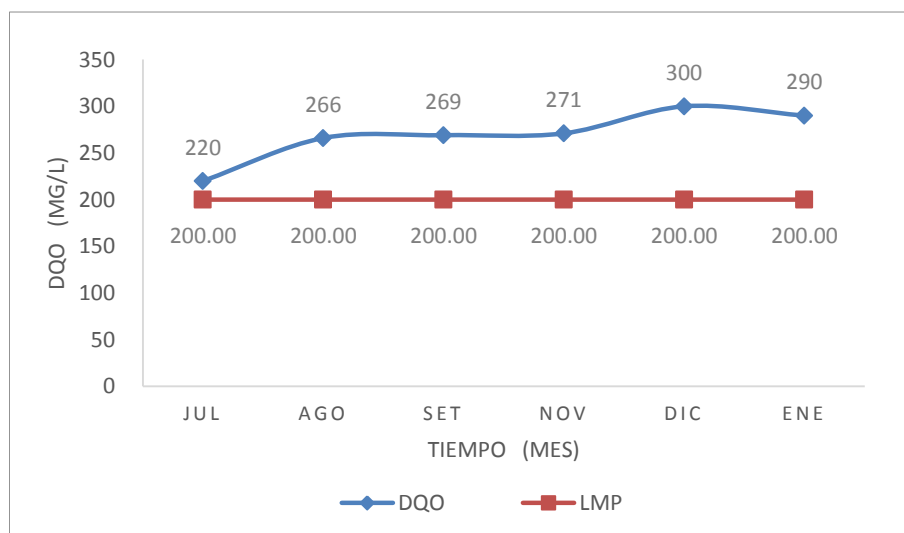


Figura 3.13. Variación mensual de la concentración de DQO en el efluente

Según la figura 3.13, la variación de la concentración de DQO en el efluente, muestra un rango de 220 mg/L a 290mg/L durante el período de evaluación de julio del 2019 al enero del 2020, manteniéndose en ascenso constante desde el mes de julio hasta el mes de enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los Límites Máximos Permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

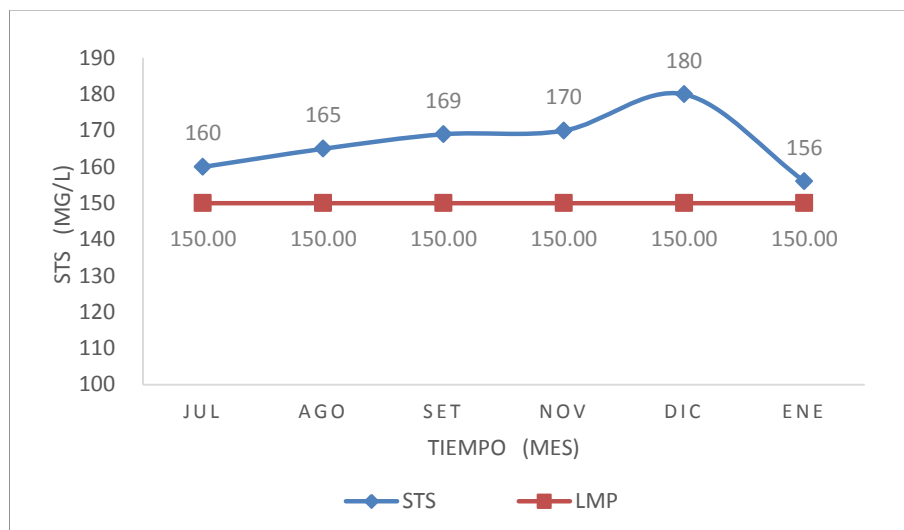


Figura 3.14. Variación mensual de la concentración de STS en el efluente

Según la figura 3.14, la variación de la concentración de STS en el efluente, durante el período de julio del 2019 al enero del 2020, muestra un máximo de 180 mg/L en mes de diciembre y un mínimo de 156 mg/L en el mes de enero, manteniéndose en ascenso del mes de julio a diciembre y descenso desde el mes de diciembre a enero, ubicándose en toda la trayectoria fuera de los límites máximos permisible establecidos por D.S. N° 003-2010-MINAM.

3.1.3. Capacidad de remoción de aguas residuales de la PTAR Pichiwillca

Para la evaluación de la capacidad de remoción de aguas residuales por lagunas de estabilización (facultativo único), del Centro Poblado de Pichiwillca, no será necesario evaluar todo el parámetro. Bastará con evaluar la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes que según la normativa OMS/OPS debe ser de 90% de tratamiento y la DBO5, que según la norma OS-090, debe ser de 80% de la remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 3.3. Parámetros que definen la capacidad de remoción de un PTAR

Parámetros	Und	% de remoción evaluado						Promedio
		Jul-19	Ago-19	Set-19	Nov-9	Dic-19	Ene-20	
Coliformes T.	%	87.64	86.80	89.33	86.84	87.18	87.44	87.54
DBO5	%	38.10	36.36	23.68	11.11	8.11	5.49	20.48

Fuente, elaboración propia

En la tabla 3.3, se puede observar que en promedio de la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes es de 87.54% con máximo de 89.33 % y mínimo de 86.80 %, mientras el DBO₅ cuenta con promedio de 20.48% con máximo de 38.10 y un mínimo de 5.49 %

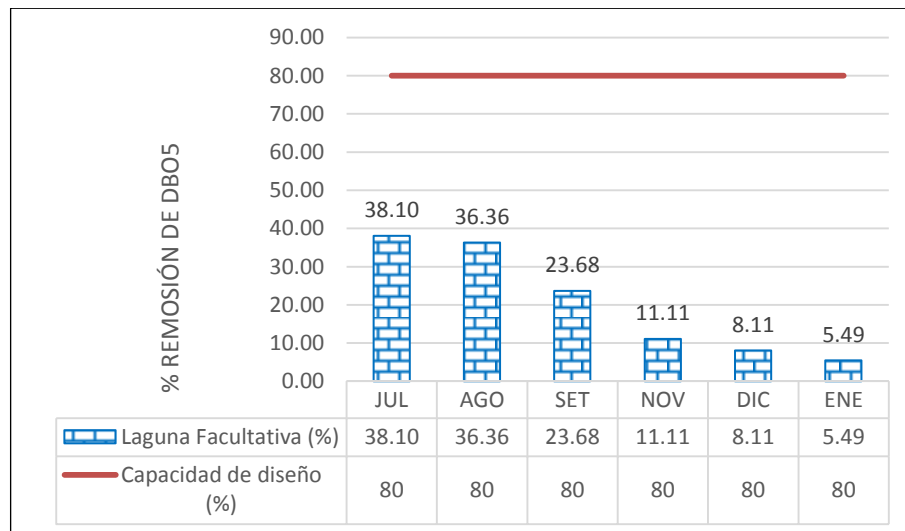


Figura 3.15. Remoción de DBO₅ del PTAR Pichiwillca existente

En la Figura 3.15 se observa que la capacidad de remoción de la DBO₅ de las laguna de estabilización única (facultativo), en el período de julio a enero (con valores entre 5.49 a 38.10%), se mantienen por debajo del parámetro de diseño (80% de remoción de DBO₅), estos valores se deben a que la laguna facultativa está operando con caudales mayores a los que fueron diseñados aproximadamente 2.5 l/s, actualmente vienen trabajando con caudales mayores, además no hubo mantenimiento de la laguna desde el momento que se ha construido y con el tiempo fue acumulándose materia removida, sedimentos y otros que por la escorrentía fueron acumulados a la laguna mencionada, de esta forma se ha reduciendo el tiempo de retención hidráulica.

(Von Sperling & Chernicharo, 2005). Considera que el tiempo de permanencia de agua en los estanques es el tiempo que utilizan los microorganismos para remover la materia. En este tiempo al consumir la materia los microorganismos requieren la cantidad de oxígeno para degradar la materia, llamado DBO₅. Es por ello cuando el tiempo de retención es menor entonces no habrá suficiente oxígeno para degradar la materia. El autor además menciona que la capacidad de remoción de DBO₅ en los estanques debe ser de 70 a 80%.

Por otro lado, la norma peruana OS-090, menciona que las lagunas facultativas únicas, deben cumplir un 80% de tratamiento del parámetro demanda biológica de oxígeno en 5 días.

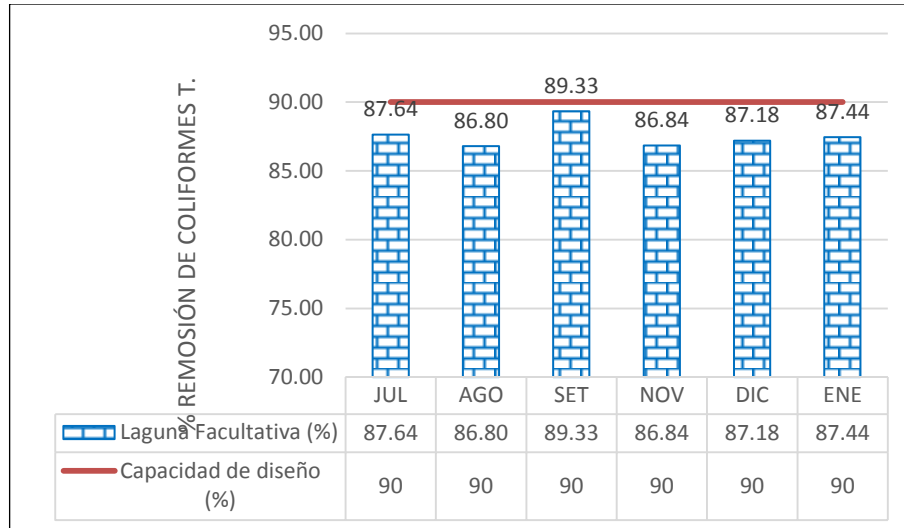


Figura 3.16. Remoción de C.T. del PTAR Pichiwillca existente

En la Figura 3.16 se observa que la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes (CT) de la única laguna de estabilización (facultativa), en el período desde el julio del 2019 al enero del 2020 (con valores entre 86.80 y 89.33%) se mantienen por debajo del valor establecido en el parámetro de diseño (90% de remoción de CT), esto debido al incremento de caudal de diseño por el crecimiento poblacional del Centro Poblado de Pichiwillca, además por la acumulación de lodos en el fondo de la laguna y las intensidades de precipitación en temporadas de lluvia que provocaron la muerte de bacterias, a menor tiempo de retención de las aguas sometidas a tratamiento que generan mayor grado de mortalidad y el incremento de la sedimentación de la materia biológica.

Von (1996), expone la capacidad de remoción de las lagunas de estabilización de 60% a 99% para coliformes termotolerantes, con lo dicho por Von. los valores evaluados se encontrarían dentro a los hallados en el presente trabajo de investigación, indicando una eficiente capacidad de remoción de CF en este PTAR. Por otro lado, Botero *et al.* (2002) se pronuncia que al considerar este rango de variación planteada por von, no sería suficiente para degradar completamente la materia, por ende, hizo sus propias investigaciones donde considera que debe ser de 90 a 99%, dejando en claro que de las

muestras procesadas con resultados al 99% de remoción, solo cumplieron los 90% de muestras, las normativas de OMS/OPS.

Mientras la normativa OMS/OPS menciona, que la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes debe ser de 90% de tratamiento, para lagunas facultativas únicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que la laguna de estabilización existente en el Centro Poblado de Pichiwillca, no cumple con la capacidad de remoción de los parámetros principales y también los LMP planteados por la Resolución Ministerial de Ambiente (D.S. N°. 003-2010-MINAM).

3.2. CAPACIDAD DE REMOCIÓN EN TEMPORADAS DE LLUVIA Y SEQUÍA DE LA PTAR

El presente objetivo fue evaluar la capacidad de remoción de la laguna de estabilización existente en épocas de sequía y estiaje.

3.2.1. Agrupación de datos para su análisis

Los datos fueron agrupados en dos grupos llamados temporadas de sequía (julio, agosto y setiembre) y lluvia (noviembre, diciembre y enero) con la finalidad de evaluar la remoción de los parámetros por la laguna de estabilización Pichiwillca. Para el criterio de agrupación de datos no fue necesario recurrir a los procedimientos estadísticos, ya que la evaluación de la capacidad de remoción está para determinar mediante una definición de fórmula que consiste en calcular la diferencia de datos en el afluente con el efluente, mediante la siguiente definición

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(C * Afluente - C * efluente) * 100}{C * afluente} \quad (3.1)$$

Dónde:

C = Representa la concentración del parámetro.

Tabla 3.4. Porcentaje de remoción de laguna en épocas de sequía

Parámetros	Und	% de remoción en épocas de sequía			Promedio
		Periodo de evaluación			
		Jul-19	Ago-19	Set-19	
Aceites y grasas	%	1.9	1.7	1.3	1.6
Coliformes Termotolerantes	%	87.6	86.8	89.3	87.9
Demanda Bioquímica de Oxígeno	%	38.1	36.4	23.7	33.1
Demanda Química de Oxígeno	%	42.6	33.5	23.1	33.4
Sólidos Totales en Suspensión	%	41.8	25.0	32.4	33.7

Fuente, elaboración propia

En la tabla 3.4, se muestra el período de sequía considerado los meses de julio a setiembre, en donde se puede observar la capacidad de remoción de los parámetros principales, mostrando ligeras variaciones de cada parámetro en diferentes meses.

Tabla 3.5. Porcentaje de remoción de laguna en épocas de lluvia

Parámetros	Und	% de remoción en época de lluvia			Promedio
		Periodo de evaluación			
		Nov-19	Dic-19	Ene-20	
Aceites y grasas	%	2.2	1.5	1.9	1.87
Coliformes Termotolerantes	%	86.8	87.2	87.4	87.16
Demanda Bioquímica de Oxígeno	%	11.1	8.1	5.5	8.24
Demanda Química de Oxígeno	%	18.4	6.3	6.5	10.36
Sólidos Totales en Suspensión	%	15.0	5.3	13.3	11.20

Fuente, elaboración propia

La tabla 3.5, nos muestra el porcentaje de remoción de la laguna de estabilización en épocas de lluvia considerados los meses de noviembre, diciembre y enero, donde se puede observar que las capacidades de remoción de los parámetros mostrados pueden descender a medida que avanza los meses ya que las intensidades de la precipitación a partir de mes de noviembre empiezan a aumentar.

Las agrupaciones del tiempo en meses de sequía y lluvia se basaron en el calendario local y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) de la Estación Meteorología de Quillabamba (Cusco) para el período de julio del 2019 al enero del 2020.

En la zona de estudio no existe una estación meteorológica, por ello se ha considerado la Estación Meteorológica de Quillabamba que se encuentra al este a 103 km del área de

estudio. La zona de la Estación Meteorológica de Quillabamba tiene similitud en cuanto al clima y la altitud con la zona de estudio.

Según la Estación Meteorológica de Quillabamba, en el mes de julio y agosto del 2019 no ha registrado ninguna precipitación y el mes de setiembre del 2019 ha registrado una precipitación mensual de 29 mm, mientras en el mes de noviembre del 2019 fue de 68.50 mm, diciembre 92.78 mm y enero del 2020 fue de 105.30 mm.

3.2.2. Remoción en temporadas de sequía y lluvia de laguna de estabilización de Pichiwillca

Tabla 3.6. Resumen de eficiencia de remoción en temporadas de sequía y lluvia

Parámetros	Unidad	Evaluación en	Evaluación en	LMP
		épocas de sequía	épocas de lluvia	
Aceites y grasas	%	1.6	1.9	25.7
Coliformes termotolerantes	%	87.9	87.2	93.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	%	33.1	8.2	48.3
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	%	33.4	10.4	42.2
Sólidos totales en suspensión	%	33.7	11.2	30.0

Fuente, elaboración propia

Según la tabla 3.6, la capacidad de remoción de la laguna de estabilización de Pichiwillca de los parámetros en épocas de sequía de aceites y grasas, 1.6% es menor al 1.9% tratados en épocas de lluvia, pero demasiado menor de LMP; La capacidad de remoción media en épocas de sequía de Coliformes Termotolerantes 87.9% es mayor al 87.2% tratadas en temporadas de lluvia, pero menores al LMP; mientras la capacidad de remoción en sequia de DBO₅ 33.1% es mayor al 8.2% tratados en épocas de lluvia, pero menores al LMP; por otro lado la capacidad de remoción de en épocas de sequía de DQO 33.4% es mayor al 10.4% tratados en épocas de lluvia, pero menores al LMP, y por último, la capacidad de remoción en épocas de sequía de STS 33.7% es mayor al 11.20 tratadas en épocas de lluvia, en este caso el tratamiento superó al LMP en épocas de sequía, pero no en épocas de lluvia.

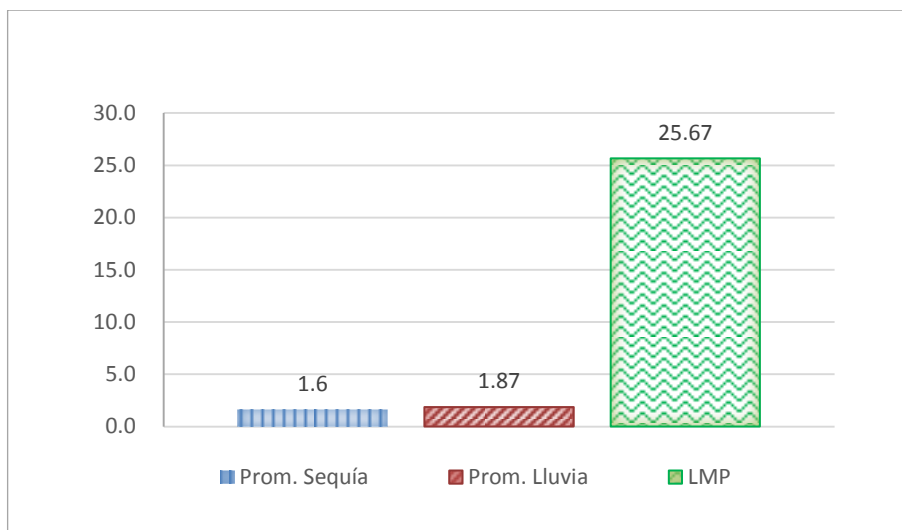


Figura 3.17. Parámetro aceites y grasas en épocas de sequía y lluvia

En la figura 3.17, se observa que la capacidad de remoción de aceites y grasa en épocas de lluvia es ligeramente mayor en comparación con la capacidad de remoción en épocas de sequía, pero, ambos se encuentran muy por debajo de los LMP

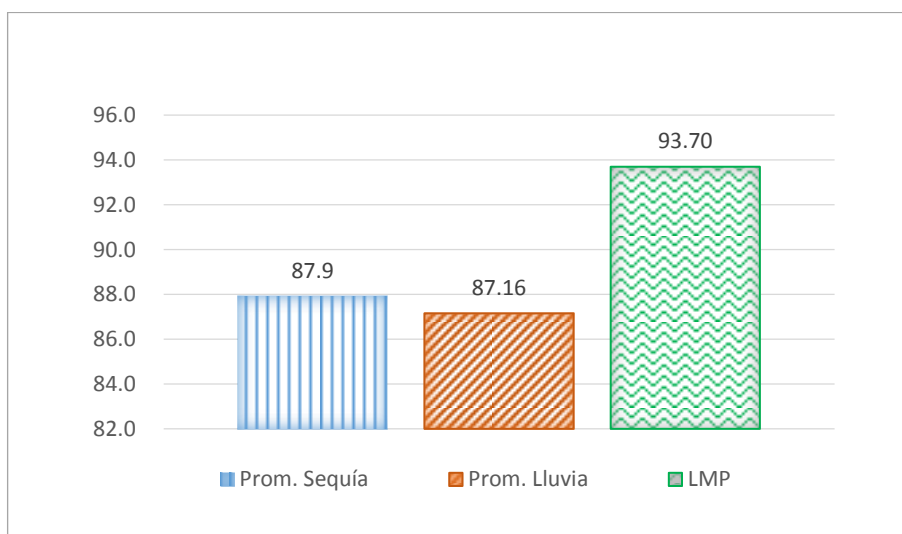


Figura 3.18. Parámetro de C. T. en épocas de sequía y lluvia

En la figura 3.18, se observa que la capacidad de remoción de Coliformes Termotolerantes en las épocas de sequía es ligeramente mayor en comparación al de épocas de lluvia, pero se puede ver que la capacidad de remoción del parámetro está muy por debajo de los LMP

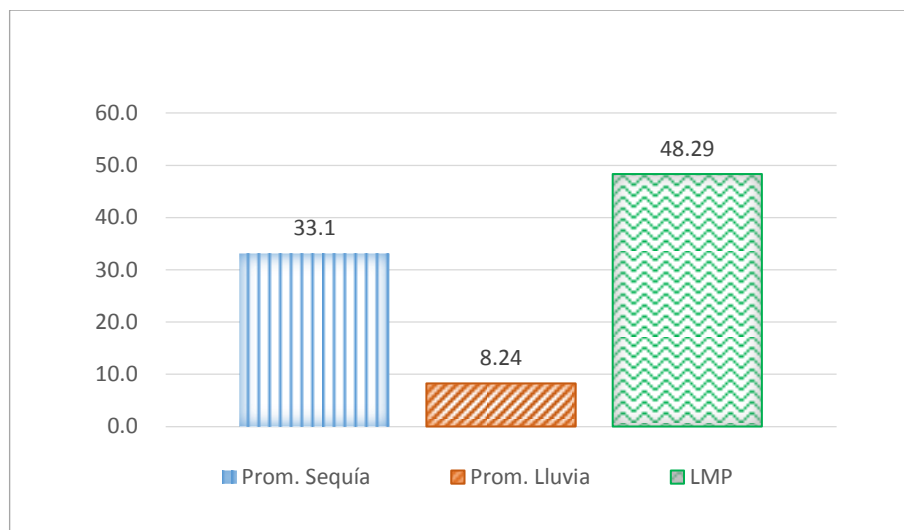


Figura 3.19. Parámetro de DBO5 en épocas de sequía y lluvia

En la figura 3.19, se observa que la capacidad de remoción de DBO5 en las épocas de sequía es mayor en comparación al de épocas de lluvia, pero se puede ver que la capacidad de remoción está muy por debajo de los LMP.

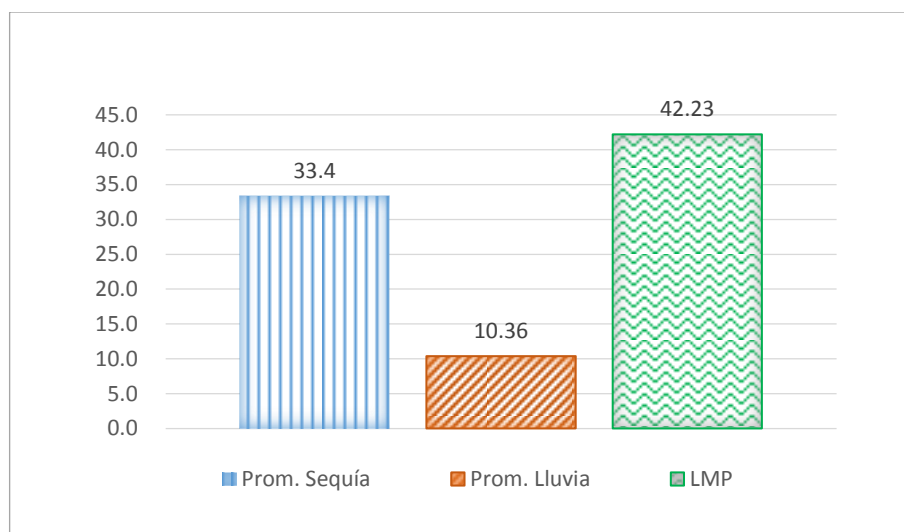


Figura 3.20. Parámetro de DQO en épocas de sequía y lluvia

En la figura 3.20, se observa que la capacidad de remoción de DQO en épocas de sequía son mayores 3.4%, mientras la capacidad de remoción en épocas de lluvia es 10.36%, encontrándose ambos fuera de la capacidad de remoción calculada en función de los LMP.

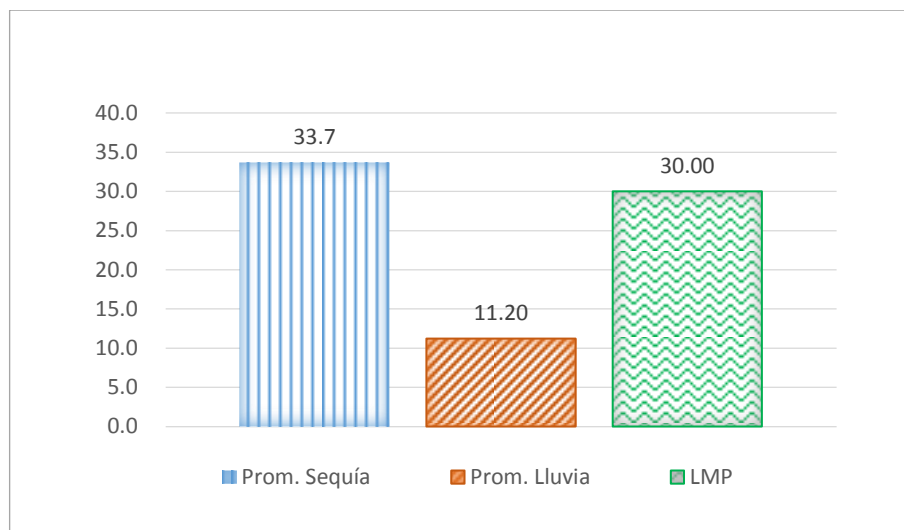


Figura 3.21. Parámetro de STS en épocas de sequía y lluvia

En la figura 3.21, se observa que la capacidad de remoción de STS en épocas de sequía es mayor y cumple los Límites Máximos Permisibles, mientras la capacidad de remoción en épocas de lluvia, están por debajo de los LMP

Como resultado de la comparación de la capacidad de remoción de la laguna de estabilización de Pichiwillca en épocas de lluvia y estiaje la remoción del parámetro aceites y grasas es mayor en épocas de lluvia que en épocas de sequía, pero muy por debajo de LMP, mientras las capacidades de tratamiento de los parámetros Coliformes Termotolerantes, DBO5 y DQO, son mayores en épocas de sequía que en épocas de lluvia, pero menores al LMP, en cambio, la capacidad de remoción de STS en épocas de sequía satisface al LMP pero no en épocas de lluvia, por otro lado la capacidad de remoción de los parámetros de pH y temperatura están dentro de los Límites Máximos Permisibles en temporadas de sequía y lluvia.

Korkusuz E. A. (2004), afirma que, las concentraciones de los nutrientes y de la carga orgánica en el afluente y el efluente son afectadas por cambios en el volumen del agua en el sistema, debido a los efectos de la precipitación pluvial, de la evaporación y de la evapotranspiración.

Se puede decir que la capacidad de remoción de la laguna se ve y se verá afectado por la variación del caudal de agua residual en el sistema, ya que en la época de sequía el volumen de agua se reduce mientras en la época de lluvia se incrementa.

3.3. PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA

3.3.1. Estudios básicos para el rediseño.

3.3.1.1. Evaluación ambiental de la PTAR existente

Se identificó los posibles impactos ambientales que genera la laguna de estabilización de Pichiwillca, obteniendo un total de 15 impactos, los cuales están conformados por los componentes: bióticos, abióticos y población. Los abióticos están conformados por sub componentes, los cuales vienen a ser: la atmósfera (el agua y el suelo); los bióticos están integrados por, flora, fauna y el paisaje; y finalmente la población. Se llegó a analizar y evaluar los impactos de las aguas de la laguna de estabilización mediante la matriz de Leopold, obteniendo como resultado un nivel de impacto ambiental negativo alto en las siguientes actividades: proceso de pretratamiento (acumulación de sólidos en rejas y manejo de residuos sólidos), lagunas de estabilización (calidad de agua efluente y residuos sólidos en lagunas), y en la acumulación y tratamiento de residuos.

Ninguna norma peruana recomienda algún método a utilizar para la evaluación de impactos ambientales. En este estudio se ha utilizado el método de Leopold.

Rodríguez, 2009, menciona un EIA es un estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado con el procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental que tiene como objetivos: predecir, identificar, calificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones o actividades e general de un proyecto pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

3.3.1.2. Gestión de riesgos de la PTAR existente

Se ha identificado los riesgos que pueden ocurrir en el funcionamiento de la planta durante la culminación de su etapa de vida, en ello se encontró el riesgo de que la laguna sufra colapso estructural física de la laguna, provocando una avalancha de agua residual ríos abajo, el cual ocasionaría daños ambientales como ecológicos y el bienestar de la población.

Como resultado de este análisis, los riesgos se clasificaron en prioridad alta, esta clasificación responde a una matriz de probabilidad e impacto. El riesgo de mayor amenaza descubierto en el presente estudio, es el incremento de caudal del riachuelo por

las lluvias torrenciales de la zona llevando a la socavación por el cambio de dirección del río al incrementar su caudal, para ello se plantea acciones inmediatas que se construya una defensa riverense con la finalidad de contener el desgaste del talud de la laguna y así evitar una posible avalancha de agua residual que ocasionaría daños ambientales y ecológicos. Mientras se reubica la PTAR a un espacio no vulnerable a riesgos.

El PMBOK 6ta edición (Guía PMBOK, Sexta Edición, 2017), expresa, que todos los proyectos están sometidos a riesgos, además cada proyecto es diferente, siendo así también presentan riesgos diferentes y con grados de dificultad fuertes o leves. Los riesgos son impredecibles, por ello es necesario identificar, con la finalidad de evitar accidentes en el futuro. La probabilidad de ocurrencia de un evento se clasifica en: muy alta, alta, moderada, baja y muy baja.

(Gordillo & Acuña, 2018). Menciona que no todos los riesgos son negativos, sino que también puede haber riesgos positivos que se pueden presentar oportunidades. Estos riesgos de positivos o negativos pueden presentarse de manera junta o separada. Las causas que producen los riesgos pueden ser uno o varios a la vez y también pueden generar uno o varias consecuencias.

3.3.1.3. Estudios de topografía

El estudio topográfico es la base de toda obra o proyecto, por ello para rediseñar la PTAR de Pichiwillca, se ha realizado el levantamiento topográfico del área donde se reubicará la PTAR, la topografía del terreno es variable contando con pendientes desde 2% a 8%, los controles planimétricos y altimétricos fueron plasmados y monumentados en el terreno. Además, se ha plasmado en los planos las estructuras existentes como sistema de pretratamiento, laguna de estabilización y otros detalles existentes. El área levantada es de aproximadamente 1.5 a 2 hectáreas, adecuado para el planteamiento de las alternativas de solución. Un aspecto importante, observado en el campo, es que la parte baja del terreno colinda con el riachuelo, quien está socavando a la laguna existente.

Norma OS-090 en la sección 4.2.3.2 diseño definitivo de la planta que comprende, menciona sobre la importancia del estudio topográfico.

3.3.1.4. Estudio geológico, geotécnico y mecánica de suelos

El objetivo del presente estudio es el de conocer las propiedades físico mecánicas del terreno sobre el cual se emplazará el proyecto, y así identificar el tipo de suelo y sus características físico-mecánicas. Los suelos presentes en el área de influencia del proyecto son de origen aluvio-coluvial, conformada por gravas, arena englobadas en una matriz limoarcillosa. Los perfiles estratigráficos de las calicatas de exploración indica la presencia de suelos finos y arenosos clasificados como arena limo arcillosa según (SC-SM). El material gravoso es escaso y están conformados por pizarras fracturadas.

La densidad del suelo de fundación se ha ejecutado ensayos de densidad por el método del cono de arena, cuyos resultados son de 1.48 gr/cm^3 a una profundidad de 1 – 1.20 m para la calicata C-1 y 1.50 gr/cm^3 para la calicata C-2 a la misma profundidad. Se realizaron cuatro pruebas de infiltración, de los cuales se obtuvo diferentes tasas de infiltración de 11, 10, 11 y 10 min. Siendo clasificada como suelos de infiltración lenta.

Norma IS-020, Para efectos del diseño del sistema de percolación se deberá efectuar un “test de percolación”. Los terrenos se clasifican de acuerdo a los resultados de esta prueba en: rápidos (0 a 4 min), medios (4 a 8 min) y lentos (8 a 12 min).

Norma OS-090 en la sección 4.4.3 Los estudios geotécnicos, son necesarios para los dimensionamientos de cimentación de las estructuras consideradas en una planta de tratamiento. Estos estudios son de mucha importancia para los diseños de los diques, impermeabilización de los fondos y movimientos de material tierra, de las lagunas de estabilización.

3.3.2. Diseño de población futura y caudales de trabajo

La población actual en el Centro Poblado de Pichiwillca es de 1507 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional a nivel distrital de 2.5%. la población futura fue estimada con métodos aritméticos y geométricos dando como resultado el promedio de ambas metodologías, resultando 2621 habitantes, esto para un horizonte de diseño para 25 años.

La norma peruana (OS – 090), en la sección 5.5.2.6 del inciso a, considera que, el período de vida útil para las plantas de tratamiento de aguas residuales, debe considerarse entre 20 y 30 años, con espacios de implementación de alrededor de 10 años.

Además (Osorio, 2013) Menciona, para proyectos de esta naturaleza que se relacionan con los estándares de calidad ambiental, se deberían considerarse a 25 años como tiempo de vida útil de una planta de tratamiento, considerando como base la población actual del espacio urbano, con los métodos de estimación lineal y geométrica y otros cuando sea necesario considerarla. Las mediciones de caudales se desarrollaron por dos medios, la primera se hizo con la medición *in situ* por el método de vertederos, el cual se resumirá en la siguiente tabla.

Tabla 3.7. Medición de caudales *in situ*

Fecha de medición	Formula	Dimensiones geométricas			Caudal (m ³ /s)
		Tirante (H)	Cresta (L)	Φ	
Jul	1.4*H ^(5/2)	0.095	0.50	90°	0.0039
Ago	1.4*H ^(5/2)	0.102	0.50	90°	0.0047
Set	1.4*H ^(5/2)	0.115	0.50	90°	0.0063
Nov	1.4*H ^(5/2)	0.140	0.50	90°	0.0103
Dic	1.4*H ^(5/2)	0.145	0.50	90°	0.0112
Ene	1.4*H ^(5/2)	0.148	0.50	90°	0.0118
Promedio de caudales (m ³ /s)					0.0080
Promedio de caudales (l/s)					8.02

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.7, se puede observar que la variación de caudal es desde 0.0039 m³/s hasta 0.0118 m³/s durante los meses de medición, con un promedio de 0.0080 m³/s, esta variación es por la variación de precipitación en la zona de estudio.

La otra forma de determinación del caudal para el diseño fue en base a las estimaciones de la población futura con la demanda de consumo. De esta forma se obtuvieron como caudal medio diario de 0.00609 m³/s, y como caudal máximo horario de 0.01155 m³/s. estos caudales fueron añadidos los caudales de infiltración y los caudales institucionales. En la zona de estudio existen Instituciones Educativas en los tres niveles, Inicial, Primaria y secundaria los cuales representan el 25% de la población. Los datos fueron registrados en el padrón proporcionados por las DRE/GRE y UGEL.

La Norma Peruana (OS-090), en la sección 4.3.10 Estipula que, para considerar el caudal de diseño, se calculará adicionando el caudal medio de aguas residuales más el caudal industrial más el caudal medio de infiltración. El caudal pluvial no se deberá adicionar al sistema y los caudales que se adicionaron al alcantarillado, serán separados antes de entrar a la planta de tratamiento de aguas residuales mediante aliviaderos.

3.3.3. Diseño de pretratamiento (procesos físicos)

Las estructuras de ingreso que conforman el pretratamiento de aguas residuales, fue diseñado para un caudal máximo diario. Los cálculos justificados de las diferentes estructuras de llegadas mencionados en este apartado, se encuentra en los anexos.

El canal de ingreso que recibe el agua residual de las tuberías de 12", tiene medidas como resultado de base 0.30 m y altura de 0.30 m, siguiendo el flujo de agua de 0.20 m empieza una transición con medidas de inicio de 0.30 m x 0.30 m y termina en 0.45 m de base con altura de 0.30 m por una distancia de 0.40 m.

Los resultados de las medidas de cámara de rejillas fueron, el ancho de cámara de rejillas es de 0.45 m con una altura de 0.25 m, las medidas de la sección transversal de las barras de rejillas tienen medidas de 6mm x 400mm recibiendo el agua con el ancho de 6mm, el espaciamiento entre barras es de 25mm. Las barras de las rejillas tienen una inclinación de 60°. La cámara de rejillas cuenta con un canal bypass de dimensiones de 0.45 m x 0.35 m y una pendiente de 0.50%

La velocidad del agua residual que pasa por las barras de las rejillas, se se considera de 0,6 m/s para un caudal medio y de 0.73 m/s para el caudal de máximo horario, con una eficiencia de 81%.

Se ha determinado las pérdidas de carga, considerando un 50% del espacio que podría obstruirse en las barras y además considerando condiciones desfavorables del caudal máximo horario.

La pérdida de carga calculada para las condiciones de caudal máximo fue de 0.014 m y además con 50% de área obstruida fue 0.053 m, estos valores son menores a 0.15 m, que se recomienda en la Norma OS.090.

Para la determinación del volumen de material sólidos retenido en las rejillas, se ha considerado una tasa de 0.038 l/m^3 . Además, se ha considerado una plataforma de en la parte superior de las rejillas con agujeros de $5/16''$ para drenar el agua al momento de la limpieza, luego posteriormente ser evacuados utilizando carretillas a los rellenos sanitarios.

La norma peruana (OS-090). Para el dimensionamiento de cámara de rejillas, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Las barras serán rectangulares de espesor 5 mm como mínimo y 15 mm como máximo y las dimensiones de largo de las barras dependerán del diseño y la forma de limpieza.
- b) El espacio entre barras será como mínimo de 20 mm y como máximo de 50 mm, pero si la ubicación del proyecto es en comunidades con mecanismos de limpieza inadecuada, serán como máximo de 25 mm de espaciamiento.
- c) Las velocidades que fluirán por el espacio de las rejillas, serán como mínimo de 0,60 m/s y de 0,75 m/s como máximo considerando el caudal máximo horario. Pudiendo comprobarse para las de más velocidades medio diario y mínimo horario.
- d) Las velocidades que se considerarán antes de las rejillas en la transición de entrada, serán de 0.30 a 0.60 m/s, generalmente se ha utilizado el valor de 0.45 m/s.
- e) La pérdida de carga se calculará para las condiciones de caudal máximo horario y con 50% de área obstruida, además el tirante de agua con el borde del canal, se considerará condiciones desfavorables del caudal máximo horario.
- f) El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual será entre 45° a 60° con respecto a la horizontal.
- g) La determinación del material cribado se calculará en función de la tabla 3.8.

Tabla 3.8. Cantidad de material cribado en función al espaciamiento entre barras

Abertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado /m³ de agua residual)
20.00	0.038
25.00	0.023
35.00	0.012
40.00	0.009

Fuente Norma peruana (OS-090)

Se instalarán dos canales con espacio para la sedimentación de forma paralela como desarenadores de tipo flujo horizontal, diseñado cada uno para las condiciones más desfavorables del caudal máximo horario. La operación de limpieza fue considerado manual. La velocidad de sedimentación considerado es de 0.30 m/s, el tirante de agua y el borde del desarenador fue considerado previendo las condiciones climáticas más desfavorables que puedan ocurrir. Para el control del caudal que atraviesa por los canales del pretratamiento, fue considerado una canaleta Parshall.

Las dimensiones del desarenador serán de 4.00 m de longitud con ancho de 0.45 m, el tirante en el desarenador fue calculado con el Caudal Máximo Horario, resultando de 10 cm, a ello aumentado el borde libre la altura del desarenador llega a 0.30 m.

Por otro lado, la cantidad de arena sedimentada ha sido calculada con la tasa de aplicación de $45 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$, recomendado por la norma OS-090, verificada para la condición de caudal máximo horario. El volumen de sedimentación de cada desarenador contará con una capacidad de almacenaje de 1.508 m^3 en 7 días, que es el tiempo de limpieza recomendado. Las dimensiones de la tolva fueron de 0.45 m de ancho, con 4.00 m de largo y una profundidad de 0.75m

La relación entre el largo con el ancho (largo/ancho) es de 10 y la relación de largo sobre el tirante (largo/tirante) es de 52.60, estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma OS.090 y verificada para la condición de Caudal Máximo Horario.

Metcalf & Eddy (1995) considera que una velocidad de 0.30 m/s en el desarenador, permite que los materiales suspendidas arrastradas por el agua pueden sedimentar con diámetros de 0.2 mm de arena y otros. Además, la longitud de transición de entrada debe ser de $0.25xL$, donde L es la distancia útil del desarenador.

Azevedo (1975) el tipo de desarenador de flujo horizontal, se considera generalmente en el pretratamiento de aguas residuales de una planta, controlando la velocidad en 0.30 m/s, que permite desarenar o sedimentar partículas de 0.2 mm de espesor por efectos de la gravedad. La velocidad en el desarenador es el parámetro más importante y principal. El tiempo aproximado que demora el agua en pasar el desarenador es de 20 segundos a

1 minuto. Azevedo, también recomienda de un ancho mínimo de 0.45 m, además debe considerarse el volumen adicional para almacenar material sedimentado.

En este estudio también se ha considerado y diseñado la incorporación de una canaleta Parshall en la parte final del pretratamiento, esto servirá para controlar el caudal que ingresa a las lagunas de estabilización.

Considerando los caudales que se manejarán en el funcionamiento del sistema, se ha determinado las dimensiones del medidor Parshall, el ancho de garganta será de 6 pulgadas, determinando una ecuación que servirá para calcular el caudal en función del tirante de agua, se muestra la siguiente ecuación.

$$Q = 0.381 * H^{1.58} \quad (3.2)$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s), H: tirante de agua (m) a al ingreso de Parshall.

Todas las dimensiones del medidor Parshall, han sido estandarizadas y se encuentran relacionadas, de forma que se puede obtener una sola medida. Estas mediciones estandarizadas se pueden encontrar en tablas; el ancho de garganta “W” determinó estos valores.

Tabla 3.9. Dimensiones del medidor Parsall propuesto en centímetros

W	A	B	C	D	E	F	G	K	N	R	M	P	X	Y
15.20	62.10	61.00	39.40	40.30	45.70	30.50	61.00	7.60	11.40	40.60	30.50	90.20	5.10	7.60

Fuente elaboración propia

El medidor Parshall, no es una estructura que conforma parte del tratamiento de aguas residuales, pero es un equipo que se complementa con la finalidad de controlar el caudal que ingresa al sistema en cualquier momento. Su diseño es sencillo, el equipo es sencillo y su manejo también, consta de tres secciones claves primero el ingreso es convergente, luego pasando a la garganta la parte más angosta de la estructura, y en la salida la sección es divergente.

Azevedo (1975) dice; Parshall, es un equipo para la medición del caudal en canales abiertos. Conformado por tres secciones claves, ingresa con una sección convergente,

luego pasa a una sección angosta llamado garganta, donde se realiza la medición del tirante del agua, en la salida es divergente. En cada sección la pendiente es diferente, al ingresar la sección de convergencia posee una base nivelada, la garganta posee un pendiente hacia aguas abajo y finalmente sale el agua por la divergencia con una pendiente de guas hacia arriba. Gracias a estas variaciones de pendiente se puede producir velocidades críticas por la garganta y con ondas estacionarias en la sección divergente.

Mientras la norma (OS-090) describe, que se debe incorporar un equipo que mida el caudal de ingreso al sistema de tratamiento, debe ser considerado al final de las estructuras de cribas y desarenador. El medidor, puede ser de Parshall u otro tipo de estructura que mida el caudal. De ninguna manera acepta la norma el uso de vertederos para medir el caudal.

3.3.4. Diseño de lagunas de estabilización (procesos biológicos)

Los resultados del diseño de lagunas facultativas fueron procesados en una hoja de cálculo mediante el Software Excel teniendo en cuenta como base la norma OS-090 y otros autores, (ver anexo)

Tabla 3.10. Resumen de dimensiones de lagunas facultativas

RESUMEN DE DIMENSIONES			
DESCRIPCIÓN	L. PRIMARIA	L. SECUNDARIA	UNIDAD
Número de lagunas	1.00	1.00	
Inclinación de taludes (z)	2.00	2.00	
Profundidad útil	1.50	1.50	m
Altura de lodos	0.30		m
Borde libre	0.50	0.50	m
Profundidad total	2.30	2.00	m
Dimensiones de fondo			
Longitud	90.00	74.00	m
Ancho	45.00	37.00	m
Dimensiones de espejo de agua			
Longitud	96.00	80.00	m
Ancho	51.00	43.00	m
Dimensiones de coronación			
Longitud	98.00	82.00	m
Ancho	53.00	45.00	m
Caudal efluente total			
Caudal	505.89	492.20	m ³ /día
Caudal	5.86	5.70	l/s
Área total a nivel de la corona	0.52	0.37	ha

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.10, se muestra los resultados de los diseños, en donde, se necesita 1.02 hectáreas de área para la construcción de las lagunas facultativas teniendo la configuración de: facultativa – facultativa. El área considerada es incluida un 15% como área adicional al total del diseño.

La primera laguna facultativa consta de 0.52 hectáreas, de longitud 98.00 m y ancho de 53.00 m a nivel de corona de la laguna, con una profundidad útil de 1.50 m, altura de lodos de 0.30 m, borde libre de 0.50 m y un talud de inclinación de $Z=2$. Mientras la segunda laguna facultativa consta de 0.37 hectáreas, de longitud 82.00 m y ancho de 45.00 m a nivel de corona de la laguna, con una profundidad útil de 1.50 m, borde libre de 0.50 m y un mismo talud de inclinación que la primera laguna facultativa. La relación de largo /ancho fue 2, considerado para ambas lagunas.

Norma OS-090, menciona; para el cálculo de carga orgánica de DBO, se puede utilizar cualquier método, pero se debe sustentar técnicamente, indicando como se está obteniendo la concentración del DBO total o soluble en el agua. Si es que se quiere determinar mediante correlaciones para saber cuánta cantidad de material se ha removido la laguna, tendrá que determinar el DBO en el afluente y el DBO efluente para sacar la diferencia y así obtener la remoción de la laguna. En lagunas consideradas en serie, se debe saber que en la primera laguna se removerá la mayor parte de materia orgánica.

Tabla 3.11. Principales características de diseño

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO				
DESCRIPCIÓN	PRELIMINAR	L. PRIMARIA	L. SECUNDARIA	UNIDAD
Caudal de diseño	526.14			m ³ /día
Temperatura del mes más frío	12.00			°C
Periodo de limpieza	5.00			años
Carga orgánica de DBO ₅	115.75			kg/día
Área superficial total requerida	0.68			ha
Volumen de lodos	917.35			m ³
Coliformes fecales crudo	1.61E+05			NMP/100ml
Tasa neta de mortalidad bacteriana		0.41	0.54	1/día
Tiempo de retención hidráulica		7.20	4.80	días
Dispersión		0.23	0.17	
Factor adimensional		1.91	1.66	
Caudal efluente		505.89	492.20	m ³ /día
Coliformes efluente		1.95E+04	2.60E+03	NMP/100ml

Fuente elaboración propia

Según la tabla 3.11, del resultado del proceso de diseño, la temperatura de época más frío que fue considerado en el diseño es de 12°C. Asimismo, en el dimensionamiento de las lagunas se a considerando la carga orgánica de 115.75 kg DBO₅ /día, el cual fue obtenida en el campo. Luego, la carga superficial resulta 169.21 kg/DBO₅ /ha*día, fue determinado por la siguiente expresión:

$$Cs = 250 \times 1.05 (T-20) \dots\dots \text{Norma OS-090}$$

Dónde:

Cs: carga superficial (Kg DBO/Ha.d)

T: temperatura del mes más frío (°C)

De acuerdo por la Organización Mundial de la Salud, que citó Rolim en el año 2000, considera que el rango de la carga orgánica superficial es de 200 a 400 kg/DBO₅ /ha*día. Considerando climas cálidos y templados. Años más tarde, (Mc Garry y Pescod), también estudió experimentalmente y dedujo en su investigación que debe considerarse de 140 kg/DBO₅ /ha*día como mínimo y 280 kg/DBO₅ /ha*día como máximo. En el presente estudio de investigación, los resultados de carga orgánica superficial en ambas lagunas, están en los rangos considerados por el autor Mc Garry y Pescod.

Continuando con los resultados de la tabla, el área superficial requerido es de 0.68 ha con un volumen de lodo total de 917.35 m³. Para ello en la primera laguna facultativa se removerá 1.95E+04 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, con un tiempo de retención hidráulica de 7.20 días, mientras la tasa neta de mortalidad bacteriana será de 0.41 1/día, por otro la dispersión del flujo hidráulico en base a la forma de la laguna será de 0.23 con un factor adimensional de 1.91. Mientras en la segunda laguna facultativa se removerá 2.60E+03 NMP/100ml de coliformes termotolerantes, con un tiempo de retención hidráulica de 4.80 días, mientras la tasa neta de mortalidad bacteriana será de 0.54 1/día, por otro la dispersión del flujo hidráulico en base a la forma de la laguna será de 0.17 con un factor adimensional de 1.66. La eficiencia de remoción en la primera laguna es de 87.89%, mientras en la segunda laguna 86.68%.

Rolim (2000) describe en su investigación que la capacidad de remoción de las lagunas facultativas tanto en primarias como secundarias, se debe considerar entre 70% a 90% para una buena remoción de materia orgánica. En el presente trabajo de investigación

las capacidades de remoción de materia orgánica de las lagunas facultativas consideradas coinciden con las afirmaciones del autor.

De la remoción de los parásitos, al considerar 12 días de retención hidráulica garantiza la remoción casi al 99% de nematodos intestinales; con 7.20 días en laguna facultativa primaria y 4.80 días en la segunda laguna facultativa. La Norma OS-090, menciona que, para remover los parásitos del agua tratada, son necesarios que la retención hidráulica sea como mínimo de 10 días en los estanques para garantizar la remoción completa de todo tipo de paracitos y nematodos intestinales.

CONCLUSIONES

1. La capacidad de remoción media de coliformes termotolerantes de la laguna de estabilización Pichiwillca, es de 87.54% con máximo de 89.33% y mínimo de 86.80 %, mientras el DBO₅ cuenta con promedio de 20.48%, con máximo de 38.10 % y un mínimo de 5.49%. Evacuando al efluentes en cantidad de promedio de 2.0×10^4 NMP/100 ml y 152.83 mg/l de coliformes termotolerantes y DBO₅ respectivamente, Siendo deficiente este resultado, pues para alcanzar una cantidad <10000 NMP/100 ml y <100 mg/l, de coliformes termotolerantes y DBO₅ respectivamente decretadas por el D.S. N°003-2010-MINAM, se requiere que la laguna de estabilización tenga capacidad de remoción al 99.999999% y 90%, de coliformes termotolerantes y DBO₅ respectivamente. La remoción en promedio del efluente, de aceites y grasas (26.91 mg/l), solidos totales (217.17 mg/l), DQO (349.17 mg/l), no cumplen los Límites Máximos Permitidos por el D.S. N°003-2010-MINAM, mientras pH (6.92), temperatura (19.49 °C) si están dentro de los LMP. La relación de DBO₅ y la DQO en el afluente presentaron valores dentro del rango (0.5 a más) y mantuvieron una relación constante dentro, salvo en marcadas ocasiones. Esta relación se puede comprobar con los valores de la DBO/DQO, ya que concuerdan con lo marcado por la literatura mencionado por (Metcalf y Eddy, 2004), y significa que el agua es fácilmente biodegradable y el tratamiento biológico es adecuado para una laguna de estabilización (facultativo).
2. La comparación de la capacidad de remoción de la laguna de estabilización de Pichiwillca en épocas de lluvia y estiaje de parámetro aceites y grasas, el tratamiento es mayor en épocas de lluvia que de épocas de sequía, pero muy por debajo de LMP, mientras las capacidades de tratamiento de los parámetros coliformes termotolerantes, DBO₅ y DQO, son mayores en épocas de sequía que en épocas de lluvia, pero menores al LMP, en cambio, la capacidad de remoción de STS en épocas de sequía satisface al LMP pero no en épocas de lluvia, por otro

lado la capacidad de remoción de los parámetros de pH y Temperatura están dentro de los límites máximos permisibles en temporadas de sequía y lluvia. La variación amplia de remoción de algunos parámetros y otras mínimas, es por el ligero incremento del caudal de diseño y por la esorrentía que directamente ingresa a la laguna colapsando al sistema de pretratamiento y la laguna en épocas de lluvia, de esta manera al rellenar la laguna con sedimentos de esorrentía la retención hidráulica se reduce drásticamente de tal manera llega la laguna al desborde del exceso de agua por la corona.

3. La propuesta de diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales mediante dos lagunas facultativas en serie, diseñado mediante una hoja de cálculo en el software Excel, da una solución alternativa a pesar que hay muchas. El diseño plantea el área requerida para la construcción de las lagunas con la configuración: facultativa – facultativa de 1.02 hectáreas (total + 15%). La primera laguna facultativa consta de 0.52 hectáreas, de longitud 98.00 m y ancho de 53.00 m a nivel de corona de la laguna, con una profundidad útil de 1.50 m, altura de lodos de 0.30 m, borde libre de 0.50 m y un talud de inclinación de $Z=2$. Mientras la segunda laguna facultativa consta de 0.37 hectáreas, de longitud 82.00 m y ancho de 45.00 m a nivel de corona de la laguna, con una profundidad útil de 1.50 m, borde libre de 0.50 m y un mismo talud de inclinación que la primera laguna facultativa. La relación de largo /ancho fue 2, considerado para ambas lagunas.

RECOMENDACIONES

1. Generar información climatológica del municipio ya que este no cuenta con datos de años anteriores, ni información actualizada y generar una base de datos para el momento de tomar decisiones acerca de las medidas de mitigación y como las variaciones climáticas actuales pueden llegar a modificar las alternativas propuestas y poder prever planes acerca de los fenómenos climáticos frecuentes.
2. Es necesario y urgente que la municipalidad y la población tomen conciencia respecto a la importancia de la limpieza general del área de planta de tratamiento de aguas residuales (mantenimiento) como: eliminación de malezas y arbustos de los taludes y la corona de las lagunas, limpieza de natas, construcción de zanjas de desviación de aguas de lluvia etc. Para evitar la producción de malos olores por el limitado iluminación, proliferación de insectos (zancudos, mosquitos y otros), roedores, etc. que puedan afectar la salud de la población.
3. Recomiendo a las autoridades de turno el monitorio de las PTAR y gestión de proyectos de mejoramiento, ampliación y/o construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para la preservación de la salud y el medio ambiente.
4. La generación de aguas residuales es una actividad inevitable de la actividad humana. El tratamiento y la disposición apropiada es el reto que tiene la ingeniería en este tiempo de escasas de recurso agua.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Azevedo, J; Acosta, G. (1975). "Manual de Hidráulica". Sexta edición.
- Cheremisinoff P. (1995). Handbook of Water and Wastewater Treatment Technology. M. Dekker, New York, Us, 833 pp.
- Eckenfelder, W. (1989). Industrial water pollution control. Mc Graw Hill. Boston, US, 400 pp.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2000). Alternativas de tratamiento de aguas residuales, 3ª ed, 57 pp.
- Metcalf y Eddy (2004). Wastewater engineering treatment and reuse. 4ª ed. reutilización de aguas residuales. 1234 pp.
- Ministerio del Ambiente. (2010). Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. 2010. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales. Lima. Perú. El peruano.
- Ministerio de Vivienda, (2009). NORMA OS. 090. Plantas de tratamiento de aguas residuales. Lima. Perú.
- Ministerio de Vivienda, (2013). R.M. 273-2013-VIVIENDA. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Lima. Perú.
- Ramalho, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Ed. Reverte, Barcelona, España 705 pp.
- Romero, J. (1999). Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización 3ª ed, Editorial Alfaomega. Bogotá, Colombia, 231 pp.
- Rodríguez, A. 2009. Estudios de Impacto Ambiental Guía Metodológica. Segunda Edición. Colombia 156p.
- Yáñez, F. (1992). Lagunas de estabilización: Teoría, diseño, evaluación y mantenimiento. Ecuador: Ministerio de Salud Pública.
- Von Sperling, M. (1986). Lagoas de estabilizaçã. Belo Horizonte: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Federal de Minas Gerais.
- Von Sperling, M., & Chernicharo, C. (2005). Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Londres: IWA Publishing.

- Cruz, L., Alayón, W., & Monsegny, C. (2000). Metodología Para la Selección del Regimen de Flujo en Lagunas de Estabilización. Revista Ingeniería e Investigación No. 46 agosto de 2000, 14-19.
- Rolim S. 2000. Sistema de Lagunas de estabilización. Editorial Mc Graw – Hill Interamericana. Bogotá – Colombia Manejo y disposición final de las aguas residuales en el departamento de Cundinamarca. Colombia.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques imhoff y lagunas de estabilización. Recuperado el 5 de Mayo de 2014, de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

ANEXOS



ANEXO 01.

PANEL FOTOGRÁFICO





Imagen 1. Vista de cámara de rejillas obstruido por los sedimentos de escorrentía pluvial



Imagen 2. Desarenador existente sin mantenimiento por la escorrentía pluvial



Imagen 3. Vista de medidor Parshall mal construido y desarenador sin limpieza



Imagen 4. Vista del vertedero en diferentes tiempos, donde se midió el caudal de aforo



Imagen 5. Vista de natas y crecimiento de plantas acuáticas en laguna de estabilización



Imagen 6. Rebalse de laguna por la socavación de río, fecha enero del 2020



Imagen 7. Filtración del agua residual hacia el riachuelo por la corona socavado



Imagen 8. Deslizamiento del talud exterior de la laguna por la socavación del río, nov-2019



Imagen 9. Vista de acumulación de natas



Imagen 10. Muestra de huellas del colapso del pretratamiento por las escorrentías, que van directo a la laguna de estabilización



Imagen 11. Medición de parámetros in situ y recolección de muestras en el afluente



Imagen 12. Medición de parámetros in situ y recolección de muestras en el efluente



ANEXO 02.

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO Y MUESTREO DE
AGUA RESIDUAL DEL PTAR PICHIWILLCA





ANEXO N° I


UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0039 m3/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0010 m3/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 14 de julio del 2019


LARA BENDEZO YEMERSON
DNI: 45244547



ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
14/07/2019	4:30 pm	7.30	21 °C	0.0039 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
14/07/2019	5:00 pm	8.25	23 °C	0.0010 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal , de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 14 de julio del 2019


.....
LARA BENDEZU YEMERSON
DNI: 45244547

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-01	X		14/07/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-01	X		14/07/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-01	X		14/07/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-01	X		14/07/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-01	X		14/07/2019	4:30 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR

Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
.....	Municipalidad Distrital de Samugari	.....	.....	.....	.....

Operador del muestreo

Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	14/07/19	4:30 pm	916778961	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra

Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	15/07/19	02:00am	916778961	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio

Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	15/07/19	10:00am	966881440	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: <i>Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca</i>													
N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos				Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST		CTT
M-01		X	14/07/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X					
M-01		X	14/07/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X					
M-01		X	14/07/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X				
M-01		X	14/07/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X			
M-01		X	14/07/2019	5:00 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X		
Hora de entrega al medio de transporte													

Responsable de la PTAR			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----

Operador del muestreo			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	14/07/19	-----

Custodio de la muestra			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	15/07/19	-----

Recepción en laboratorio			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	15/07/19	-----

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° I


UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0047 m3/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0019 m3/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 10 de agosto del 2019


.....
Yemerson Lapa Benderu
DNI: 45244547




ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
10/08/2019	4:00 pm	7.40	20 °C	0.0047 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
10/08/2019	4:40 pm	8.40	22 °C	0.0019 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal , de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 10 de agosto del 2019


.....
Yemerson Lapa Banderu
DNI: 45244547

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-02	X		10/08/2019	4:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-02	X		10/08/2019	4:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-02	X		10/08/2019	4:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-02	X		10/08/2019	4:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-02	X		10/08/2019	4:00 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----
-----	-----	-----	-----

Operador del muestreo			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	10/08/19	4:00 pm
-----	-----	-----	-----

Custodio de la muestra			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	11/08/19	02:00am
-----	-----	-----	-----

Recepción en laboratorio			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Pedro Mauricio Delgado Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	11/08/19	10:20am
-----	-----	-----	-----

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos				Observaciones
								AyG	DBO	DQO	SST		CTT
M-02		X	10/08/2019	4:40 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X				
M-02		X	10/08/2019	4:40 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X				
M-02		X	10/08/2019	4:40 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X			
M-02		X	10/08/2019	4:40 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----		X			
M-02		X	10/08/2019	4:40 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----			X		
Hora de entrega al medio de transporte												

Responsable de la PTAR			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
.....	Municipalidad Distrital de Samugari	.....	.....
Firma:	Teléfono:	.....	.....

Operador del muestreo			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	10/08/19	4:40 pm
Firma:	Teléfono:	916778961	.....

Custodio de la muestra			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	11/08/19	02:00am
Firma:	Teléfono:	916778961	.....

Recepción en laboratorio			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:
Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	11/08/19	10:20am
Firma:	Teléfono:	966881440	.....

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° 1


UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0063 m3/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0035 m3/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 16 de setiembre del 2019


YEMERSON LAPA BENDEZU
DNI: 45244547



ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
16/09/2019	4:15 pm	7.15	19.5 °C	0.0063 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
16/09/2019	5:10 pm	8.00	21.5 °C	0.0035 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal , de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 16 de setiembre del 2019

YEMERSON LAPA BENDUZU
DNI: 45244547

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-03	X		16/09/2019	4:15 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-03	X		16/09/2019	4:15 pm	Plástico	1.00 Lt.	.....	X						
M-03	X		16/09/2019	4:15 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-03	X		16/09/2019	4:15 pm	Plástico	0.50 Lt.	.....			X				
M-03	X		16/09/2019	4:15 pm	Vidrio	0.25 Lt.	.....				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR	Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
	.....	Municipalidad Distrital de Samugari	.....	.....	.....	.....

Operador del muestreo	Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
	Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	16/09/19	4:15 pm	916778961	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra	Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
	Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	17/09/19	02:00am	916778961	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio	Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
	Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	17/09/19	09:40am	966881440	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXON° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-03		X	16/09/2019	5:10 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-03		X	16/09/2019	5:10 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-03		X	16/09/2019	5:10 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-03		X	16/09/2019	5:10 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-03		X	16/09/2019	5:10 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----

Operador del muestreo			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	16/09/19	<i>[Firma]</i>
		5:10 pm	916778961

Custodio de la muestra			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	17/09/19	<i>[Firma]</i>
		02:00am	916778961

Recepción en laboratorio			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Pedro Mauricio Delgado Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	17/09/19	<i>[Firma]</i>
		09:40am	966881440

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° I


UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0103 m³/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0075 m³/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 15 de noviembre del 2019


Emerson Lapa Banderu
DNI: 45244547




ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
15/11/2019	4:30 pm	6.00	19 °C	0.0103 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
15/11/2019	5:20 pm	7.00	21 °C	0.0075 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal , de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 15 de noviembre del 2019


.....
Yemerson Lapa Bendezu
DNI: 45244547

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwilca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AYG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-04	X		15/11/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-04	X		15/11/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-04	X		15/11/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-04	X		15/11/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-04	X		15/11/2019	4:30 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte: -----														

Responsable de la PTAR	
Nombre y apellidos:	Institución:
-----	<i>Municipalidad Distrital de Samugari</i>
Fecha:	Hora:
-----	-----
Teléfono:	Firma:
-----	-----

Operador del muestreo	
Nombre y apellidos:	Institución:
<i>Yemerson Lapa Bendezu</i>	<i>Ninguno</i>
Fecha:	Hora:
<i>15/11/19</i>	<i>4:30 pm</i>
Teléfono:	Firma:
<i>916778961</i>	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra	
Nombre y apellidos:	Institución:
<i>Yemerson Lapa Bendezu</i>	<i>Ninguno</i>
Fecha:	Hora:
<i>16/11/19</i>	<i>02:00am</i>
Teléfono:	Firma:
<i>916778961</i>	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio	
Nombre y apellidos:	Institución:
<i>Pedro Mauricio Delgadillo Coronado</i>	<i>Laboratorio Microbiología - UNSCH</i>
Fecha:	Hora:
<i>16/11/19</i>	<i>09:00am</i>
Teléfono:	Firma:
<i>966881440</i>	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos				Observaciones
								AyG	DBO	DQO	SST		CTT
M -04		X	15/11/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X				
M -04		X	15/11/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X				
M -04		X	15/11/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X			
M -04		X	15/11/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X		
M -04		X	15/11/2019	5:00 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X	
Hora de entrega al medio de transporte: -----												

Responsable de la PTAR					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----	-----	-----

Operador del muestreo					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	15/11/19	5:20 pm	916778961	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	16/11/19	02:00am	916778961	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Pedro Mauricio Delgado Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	16/11/19	09:00am	966881440	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° I


UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0112 m³/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0084 m³/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujoograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 14 de diciembre del 2019


.....
Semerson Lapa Bendersi
DNI: 45244547



ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Doméstico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
14/12/2019	4:30 pm	6.20	19 °C	0.0112 m³/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Doméstico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
14/12/2019	5:00 pm	7.20	21 °C	0.0084 m³/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal, de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 14 de diciembre del 2019


.....
Yemerson Lapa Bendoru
DNI: 45274547

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: <i>Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca</i>												
N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos				Observaciones
								AyG	DBO	DQO	SST		CTT
M-05	X		14/12/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X				
M-05	X		14/12/2019	4:30 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X				
M-05	X		14/12/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X			
M-05	X		14/12/2019	4:30 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X		
M-05	X		14/12/2019	4:30 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X	
Hora de entrega al medio de transporte												

Responsable de la PTAR			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----

Operador del muestreo			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	14/12/19	-----

Custodio de la muestra			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	15/12/19	-----

Recepción en laboratorio			
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Firma:
Pedro Mauricio Delgado Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	15/12/19	-----

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichivilca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AYG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-05		X	14/12/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-05		X	14/12/2019	5:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-05		X	14/12/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-05		X	14/12/2019	5:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-05		X	14/12/2019	5:00 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR	
Nombre y apellidos:	Institución:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari
Fecha:	Hora:
-----	-----
Teléfono:	Firma:
-----	-----

Operador del muestreo	
Nombre y apellidos:	Institución:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno
Fecha:	Hora:
14/12/19	5:00 pm
Teléfono:	Firma:
916778961	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra	
Nombre y apellidos:	Institución:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno
Fecha:	Hora:
15/12/19	02:00am
Teléfono:	Firma:
916778961	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio	
Nombre y apellidos:	Institución:
Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH
Fecha:	Hora:
15/12/19	10:30am
Teléfono:	Firma:
966881440	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° I

UBICACIÓN DEL PUNTO D MONITOREO

Nombre del EPS/Municipio: Municipalidad Distrital de Samugari			
Nombre del PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca			
Ubicación del PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
C.P. Pichiwillca	Samugari	La Mar	Ayacucho
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Afluente)	AD (Afluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586214.364	647425.844	WGS84 – 18S	813.23 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0118 m3/s	Método de medición:	Vertedero
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (Efluente)	ED (Efluente Domestico)		
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
8586263.885	647409.302	WGS84 – 18S	809.05 msnm
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)	0.0090 m3/s	Método de medición:	Volumétrico

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del monitoreo 1.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del monitoreo 2.
- Dos fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada una de ellos.

Pichiwillca, 18 de enero del 2020

DNI: 45244547
Emerson Lapa B.




ANEXO N° IV

REGISTRO DE DATOS DEL CAMPO

Nombre de la PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas residuales Pichiwillca				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: AD (Afluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
18/01/2020	4:00 pm	7.45	18 °C	0.0118 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		El agua residual presenta materia orgánica en suspensión, de color grisáceo con olores de sulfatos.		
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo: ED (Efluente Domestico)				
Fecha:	Hora:	pH:	Temperatura:	Caudal afluente:
18/01/2020	4:40 pm	9.00	20 °C	0.0090 m3/s
Eventuales observaciones al punto de monitoreo		Mensual		
Características del agua residual		Agua residual coloidal, de color oscuro con olores de sulfuros.		

Pichiwillca, 18 de enero del 2020


.....
DNI: 45244547
Yemerson Lapa.

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPI pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: *Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca*

N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M -06	X		18/01/2020	4:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M -06	X		18/01/2020	4:00 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M -06	X		18/01/2020	4:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M -06	X		18/01/2020	4:00 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M -06	X		18/01/2020	4:00 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
-----	Municipalidad Distrital de Samugari	-----	-----	-----	-----

Operador del muestreo					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	18/01/20	4:00 pm	916778961	<i>[Firma]</i>

Custodio de la muestra					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Yemerson Lapa Bendezu	Ninguno	19/01/20	02:00am	916778961	<i>[Firma]</i>

Recepción en laboratorio					
Nombre y apellidos:	Institución:	Fecha:	Hora:	Teléfono:	Firma:
Pedro Mauricio Delgadillo Coronado	Laboratorio Microbiología - UNSCH	19/01/20	09:50am	966881440	<i>[Firma]</i>

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.



ANEXO N° VI

REGISTRO DE LA CADENA DE CUSTODIA

Nombre de la PTAR: <i>Planta de tratamiento de aguas residuales de Pichivilca</i>		Observaciones												
N° Muestra	Afluente	Efluente	Fecha	Hora, toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetros a ser medidos					Observaciones	
								AyG	DBO	DQO	SST	CTT		
M-06		X	18/01/2020	4:40 pm	Plástico	1.00 Lt.	H ₂ SO ₄	X						
M-06		X	18/01/2020	4:40 pm	Plástico	1.00 Lt.	-----	X						
M-06		X	18/01/2020	4:40 pm	Plástico	0.50 Lt.	H ₂ SO ₄		X					
M-06		X	18/01/2020	4:40 pm	Plástico	0.50 Lt.	-----			X				
M-06		X	18/01/2020	4:40 pm	Vidrio	0.25 Lt.	-----				X			
Hora de entrega al medio de transporte														

Responsable de la PTAR		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
Nombre y apellidos:		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
-----		<i>Municipalidad Distrital de Samugari</i>		-----		-----		-----		-----	

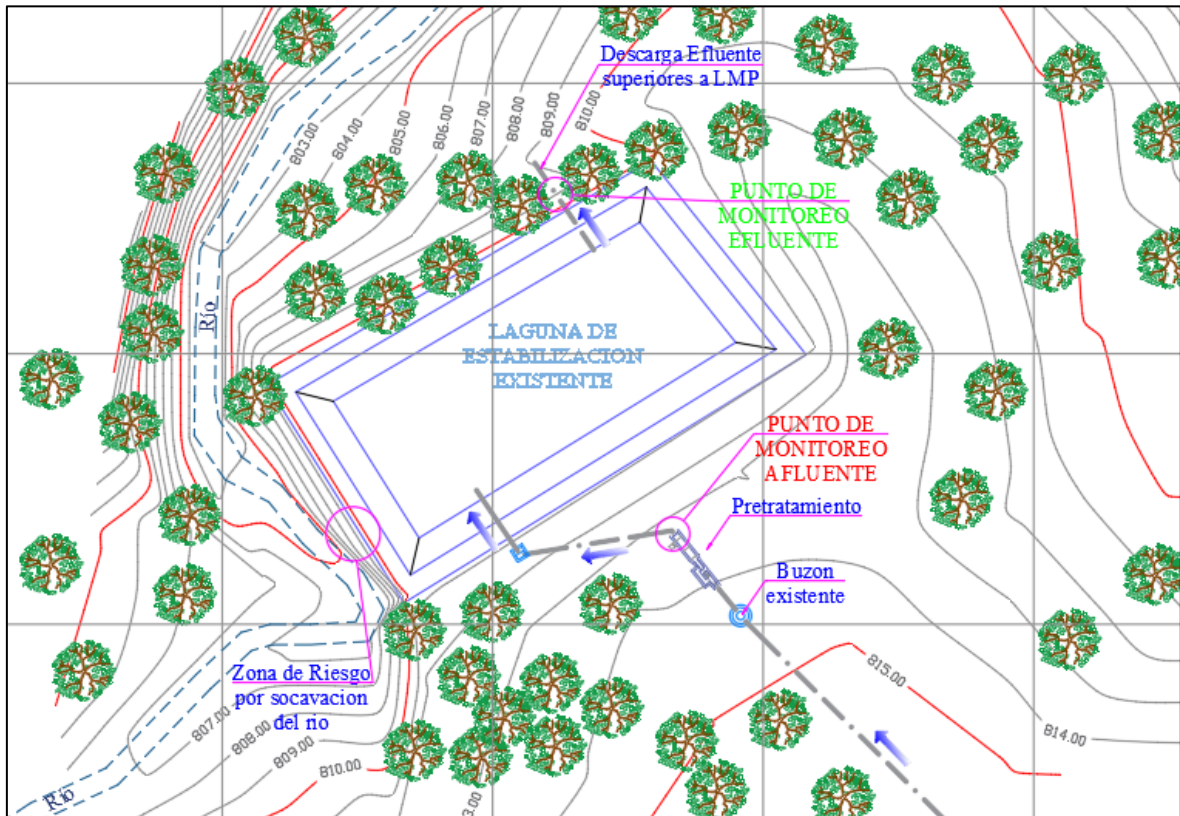
Operador del muestreo		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
Nombre y apellidos:		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
<i>Yemerson Lapa Bendezu</i>		<i>Ninguno</i>		<i>18/01/20</i>		<i>4:40 pm</i>		<i>916778961</i>		<i>[Firma]</i>	

Custodio de la muestra		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
Nombre y apellidos:		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
<i>Yemerson Lapa Bendezu</i>		<i>Ninguno</i>		<i>19/01/20</i>		<i>02:00am</i>		<i>916778961</i>		<i>[Firma]</i>	

Recepción en laboratorio		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
Nombre y apellidos:		Institución:		Fecha:		Hora:		Teléfono:		Firma:	
<i>Pedro Mauricio Delgado Coronado</i>		<i>Laboratorio Microbiología - UNSCH</i>		<i>19/01/20</i>		<i>09:50am</i>		<i>966881440</i>		<i>[Firma]</i>	

Nota: Los laboratorios acreditados ante INDECOPi pueden utilizar su propio formato de cadena de custodia.

Croquis, ubicación del monitoreo de afluente y efluente



Fotografía 01. Punto de monitoreo de afluente



Fotografía 02 Punto de monitoreo de afluente



Fotografía 03 Punto de monitoreo de efluente



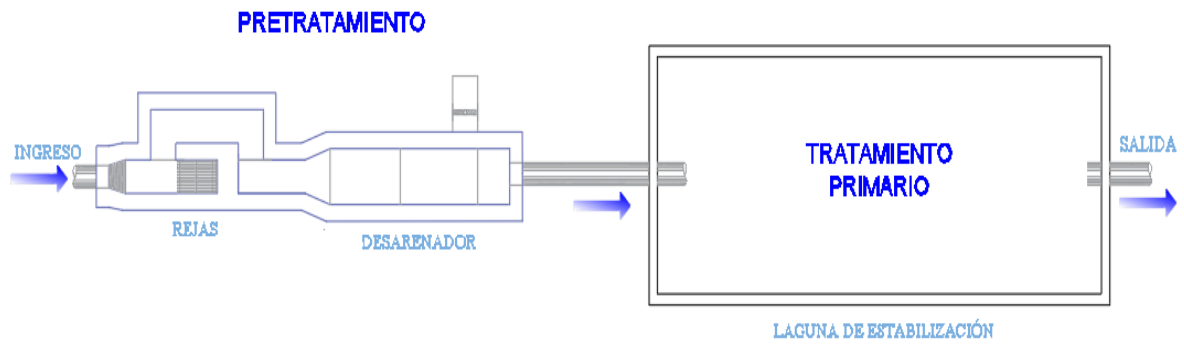
Fotografía 04 Punto de monitoreo de efluente



Fotografía 05 Vista de la laguna de estabilización



Flujograma de procesos de tratamiento





ANEXO 03.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL DEL PTAR PICHIWILLCA





**INFORME DE ENSAYO 0365-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 23 - 07
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0365-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de julio de 2019



Pedro Manuel Espigarrillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00365
 Identificación de la Muestra : M. N°-01 Afluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-07-15
 Fecha Muestreo : 2019-07-14 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-07-15 Fecha de término : 2019-07-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	182000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reaprovend 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	27	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
solidos Totales en Suspensión	275	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chímical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	383	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	210	mg/L


 Pedro Mauricio Delgado Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



**INFORME DE ENSAYO 0364-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe 2019 - 23 - 07
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0364-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de julio de 2019


Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00364
 Identificación de la Muestra : M. N°-01 Efluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-07-15
 Fecha Muestreo : 2019-07-14 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-07-15 Fecha de término : 2019-07-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	22500	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.50	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
sólidos Totales en Suspensión	160	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	220	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	130	mg/L


 Pedro Mónico Dardillo Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0370-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 18 - 08
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0370-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 18 de agosto de 2019


Pedro Mausica, Gerente de Laboratorio
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
Identificación del Laboratorio : K-00370
Identificación de la Muestra : M. N°-02 Afluente
Forma de presentación : En frasco de polietileno
Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-08-11
Fecha Muestreo : 2019-08-10 Hora de muestreo :
Fecha de inicio del ensayo : 2019-08-11 Fecha de término : 2019-08-18

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	178000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	27.10	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	220	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	400	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	220	mg/L


Pedro Mauricio Delgado Coronado
Biólogo
C B P 14454

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



**INFORME DE ENSAYO 0369-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe 2019 - 18 - 08
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0369-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 18 de agosto de 2019


Pedro Mauricio De la Cruz Coronado
Biólogo
C B P 14431

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00369
 Identificación de la Muestra : M. N°-02 Efluente
 Forma de presentacion : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-08-11
 Fecha Muestreo : 2019-08-10 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-08-11 Fecha de término : 2019-08-18

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	23500	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reaprovend 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.65	mg/L
Solidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Solidos Totales en Suspensión	165	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chiminal Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	266	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	140	mg/L


 Pedro Mauricio Delgado Coronado
 Biologo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0381-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 24 - 09
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0381-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 24 de setiembre de 2019


Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biologo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00381
 Identificación de la Muestra : M. N°-03 Afluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-09-17
 Fecha Muestreo : 2019-09-16 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-09-17 Fecha de término : 2019-09-24

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1, p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	180000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	27.15	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	250	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	350	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	190	mg/L


 Pedro Mauricio Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0382-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 24 - 09
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0382-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 24 de setiembre de 2019



Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00382
 Identificación de la Muestra : M. N°-03 Efluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-09-17
 Fecha Muestreo : 2019-09-16 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-09-17 Fecha de término : 2019-09-24

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	19200	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.80	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	169	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	269	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	145	mg/L



 Pedro Mauricio Delgado Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0386-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 23 - 11
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0386-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de noviembre de 2019


Pedro Maucón Delgado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
Identificación del Laboratorio : K-00386
Identificación de la Muestra : M. N°-04 Afluente
Forma de presentación : En frasco de polietileno
Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-11-16
Fecha Muestreo : 2019-11-15 Hora de muestreo :
Fecha de inicio del ensayo : 2019-11-16 Fecha de término : 2019-11-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	152000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.90	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	200	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	332	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	180	mg/L



Pedro-Mauricio Delgado Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0387-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 23 - 11
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0387-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de noviembre de 2019



Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00387
 Identificación de la Muestra : M. N°-04 Efluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-11-16
 Fecha Muestreo : 2019-11-15 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-11-16 Fecha de término : 2019-11-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	20000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.30	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	170	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	271	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	160	mg/L


 Pedro Mauricio Delgado Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0392-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 23 - 12
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0392-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de diciembre de 2019



Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
Identificación del Laboratorio : K-00392
Identificación de la Muestra : M. N°-05 Afluente
Forma de presentacion : En frasco de polietileno
Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-12-15
Fecha Muestreo : 2019-12-14 Hora de muestreo :
Fecha de inicio del ensayo : 2019-12-15 Fecha de término : 2019-12-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	142000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reaprovend 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.80	mg/L
Solidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Solidos Totales en Suspensión	190	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chimiical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	320	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	185	mg/L


Pedro Mauricio Delgado Coronado
Biologo
C B P 14454

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.”



**INFORME DE ENSAYO 0391-2019-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 23 - 12
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0391-2019-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 23 de diciembre de 2019


Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00391
 Identificación de la Muestra : M. N°-05 Efluente
 Forma de presentacion : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2019-12-15
 Fecha Muestreo : 2019-12-14 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2019-12-15 Fecha de término : 2019-12-23

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	18200	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.40	mg/L
Solidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Solidos Totales en Suspensión	180	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	300	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	170	mg/L


 Pedro Mauricio Deza Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0395-2020-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2020 - 27 - 01
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0395-2020-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 27 de enero de 2020


Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00395
 Identificación de la Muestra : M. N°-06 Afluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2020-01-19
 Fecha Muestreo : 2020-01-18 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2020-01-19 Fecha de término : 2020-01-24

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	133000	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26.50	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	180	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	310	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	182	mg/L


 Pedro Mauricio Degertho Coronado
 Biólogo
 C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



**INFORME DE ENSAYO 0396-2020-UNSCH
CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/2

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
PROVINCIA :
REGIÓN :
SOLICITADO POR : Yemerson Iapa Bendezu
N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Resultados	Referencia	Fecha del Informe: 2019 - 27 - 01
Procedencia	PTAR Pichiwillca	
Producto	Agua Residual	
Tipo de servicio	Análisis	
Informe de Ensayo N°	0396-2020-UNSCH	
Coordinador de la UNSCH	Pedro Delgadillo	
Ensayo realizado en el	Laboratorio de Físico - Químico/ Laboratorio de Microbiología	

Informe Autorizado por:

Ayacucho 27 de enero de 2020



Pedro Mauricio Delgadillo Coronado
Biólogo
C B P 14454

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



Información general

Matriz : Agua Residual Pag. 2/2
 Identificación del Laboratorio : K-00396
 Identificación de la Muestra : M. N°-06 Efluente
 Forma de presentación : En frasco de polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2020-01-19
 Fecha Muestreo : 2020-01-18 Hora de muestreo :
 Fecha de inicio del ensayo : 2020-01-19 Fecha de término : 2020-01-24

Análisis	Resultados	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA/WWA-WEF 9221 E. 1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	16700	NMP/100 mL
Físico-químico		
Aceites y Grasas. Agua. ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease any Petroleum Hydrocarbons in Water - (validado)2014		
Aceites y Grasas	26	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión. Agua. SMEWW-APHA-AWWA/WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C		
Sólidos Totales en Suspensión	156	mg/L
DQO. Agua. EPA Method 410.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Chemical Oxygen Demand (Titrimetric. Mid - level)		
DQO	290	mg/L
DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983 Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)		
DBO5	172	mg/L


 Pedro Maucua - Biólogo
 C B P 14451

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE."



ANEXO 04.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTES EN PICHIWILLCA





1 INTRODUCCIÓN

La evaluación ambiental de la operación de la laguna de estabilización de Pichiwillca, es un estudio necesario para la continuación del proyecto “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho – 2019”. En este estudio se ha evaluado los impactos ambientales existentes por la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca. Se ha identificado los posibles impactos ambientales in situ y evaluado mediante la matriz de Leopold. La Matriz de Leopold es una tabla de doble entrada que podría ser provechoso para la evaluación de impacto ambiental de la laguna de estabilización, ya que estas no cuentan con un buen tratamiento de aguas residuales para el aprovechamiento de estas aguas a tratar, por ende, al no ser tratadas correctamente se está incumpliendo con los límites máximos permisibles para efluentes según el Decreto Supremo, D.S. N°003-2010- MINAM que es la norma actualmente vigente.

2 GENERALIDADES

2.1 Descripción del estado actual de PTAR Pichiwillca

La planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Pichiwillca, es un proyecto construido en el año 2004 por el gobierno de turno, para un periodo de 20 a 25 años de funcionamiento. La PTAR de Pichiwillca cuenta principalmente de pretratamiento que conforman de: cámara de rejillas, desarenador y el medidor Parshall, y como tratamiento biológico una laguna de estabilización.

Las estructuras físicas del pretratamiento se mantienen en buenas condiciones, no presentan grietas, desplazamiento ni corrosiones, las barras de acero en la cámara de rejillas también están en buenas condiciones, tanto el desarenado y el canal Parshall, mientras la capacidad hidráulica ya ha colapsado por el incremento poblacional, ya que estas estructuras fueron diseñados para un caudal máximo horario de 4.00 l/s aproximadamente, en el campo se ha comprobado que actualmente se está descargando en promedio 8.02 l/s con un máximo de 11.80 l/s y un mínimo de 3.90 l/s.

EL PTAR no cuenta con zanjas de desviación para aguas de lluvia, ni aliviaderos para evacuar el exceso de aguas de lluvia, esta es la razón de que las estructuras de pretratamiento colapsen en momentos de lluvias de máximas intensidades, muestra de ello las rejillas son obstruidas por malezas y sedimentos que arrastra la escorrentía, los desarenadores son saturados por sedimentos.

La laguna de estabilización (facultativo) presenta medidas de 64.00 m de largo con 32.00 m de ancho a nivel de la corona, la estructura física de la laguna se encuentra deteriorado, la corona de la laguna presenta socavación por el riachuelo que circula muy cerca de ella ya que en épocas de lluvia se sobrecarga el riachuelo, además, por no presentar mantenimiento desde su construcción, el volumen de la laguna se ha disminuido considerablemente por el sedimento de materia orgánica por el tratamiento de agua residual y por la acumulación de material arenas, malezas, ramas de arbustos, todo tipo de plásticos y otros objetos que se encuentran en la superficie, esto por el arrastre hidráulico de escorrentías ya que la laguna se ubica en un punto de acumulación de aguas de lluvias.

2.2 Objetivo

Evaluar los Impactos Ambientales de las aguas residuales de la Laguna de Estabilización de Pichiwillca, teniendo como objetivos específicos los siguientes:

- ❖ Identificar los posibles impactos ambientales que generan las aguas de la Laguna de Estabilización de Pichiwillca.
- ❖ Analizar y evaluar los impactos de las aguas de la Laguna de Estabilización mediante la matriz de Leopold

2.3 Metodologías

La Matriz de Leopold es una tabla de doble entrada que podría ser provechoso para la evaluación de impacto ambiental de la laguna de estabilización, ya que estas no cuentan con un buen tratamiento de aguas residuales para el aprovechamiento de estas aguas a tratar, por ende, al no ser tratadas correctamente se está incumpliendo con los límites máximos permisibles para efluentes según el Decreto –D. S N°003-2010- MINAM que es la norma actualmente vigente.

Se desarrolló el trabajo in situ, para lograr la observación e identificación de los impactos que generan las aguas de la laguna de estabilización, recopilar, analizar y clasificar la información existente, destacando la información de la condición del medio físico, factores bióticos y abióticos y medio socioeconómico, se prosiguió a plasmar los datos en un software de Excel y ordenarlos según las actividades e impactos ambientales, después fueron calificados según su magnitud e importancia, obtenido según el CONESA, 2010; para luego llevarlo a un software de Word, plasmar su interpretación y poder determinar los resultados.

3 NORMAS LEGAL Y MARCO INSTITUCIONAL

3.1 Normas legales.

- ❖ Constitución política del Perú
- ❖ Código del medio ambiente y de los recursos naturales D.L.N° 613
- ❖ Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales. Ley N° 26821
- ❖ Título XIII del código penal. Delitos contra la Ecología (D.L.N° 635)

- ❖ Normas para efecto de formalización de denuncias por Infracción de la Legislación Ambiental (Ley N1 26834)
- ❖ Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N1 26834)
- ❖ Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica (Ley N° 26839)
- ❖ Ley general de salud (Ley N° 26842)
- ❖ Ley de evaluación de impacto ambiental para obras y actividades (Ley N° 26786)
- ❖ Ley del recurso hídrico
- ❖ Ley orgánica de municipalidades (D.L. N° 23853)
- ❖ Ley general de superintendencia nacional de servicios de saneamiento SUNASS (Ley N° 26284)
- ❖ Ley general de servicios de saneamiento (Ley N° 26338).

3.2 Marco institucional.

- ❖ Ministerio del Ambiente.
- ❖ SUNASS
- ❖ Ministerio de Educación
- ❖ Ministerio de Salud
- ❖ Gobiernos Regionales
- ❖ Gobiernos Locales.

4 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PTAR DE PICHIWILLCA

A consecuencia de la observación que se desarrolló in situ, se pudo identificar una relación de impactos ambientales en la Laguna de Estabilización de Pichiwillca; para poder determinar los posibles impactos primero es necesario identificar lo siguiente:

- ❖ Las acciones susceptibles que van a producir impactos, denominados ASPI, son:

4.1 Actividades generadas en la operación del PTAR Pichiwillca.

Las actividades generadas en la operación de la laguna de estabilización de Pichiwillca se ha identificado minuciosamente mediante la observación in situ, y se describen en el siguiente cuadro

Actividades generadas en la operación de Laguna de Estabilización de Pichiwillca.

ACTIVIDADES										
PRETRATAMIENTO			LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN					ACUMULACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS		
Acumulación de sólidos en rejas	Manejo de residuos sólidos	Desarenado	Mantenimiento de lodos	Mantenimiento de desbroce	Calidad de agua efluente	Residuos sólidos en laguna	Canalización de agua pluvial	Restos de desbroce	Botadero de residuos sólidos	Deposición del desarenado

Fuente, elaboración propia

4.1.1 Proceso de pretratamiento

el cual está conformado por:

Acumulación de sólidos en rejas. – Proceso que atrapa sólidos de mayor tamaño y flotantes procedentes de los diferentes puntos de las alcantarillas, mediante la utilización de cámaras de rejas, la incorrecta operación y mantenimiento puede ocasionar daños físicos y sobre todo medio ambientales.

Manejo de residuos sólidos. - Este proceso elimina los sólidos flotantes y los sólidos de gran tamaño atrapados en las cámaras de rejas y en otras partes del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Desarenado. - Son cámaras de sedimentación que se usan para sedimentar los sólidos inorgánicos gruesos (arenas). También pueden atrapar materias orgánicas más pesadas como semillas y otros.

4.1.2 Lagunas de estabilización.

los cuales lo integran:



Mantenimiento de lodos. – Actividad que consiste en el mantenimiento de lodos sedimentados en la laguna de estabilización, por el proceso biológico de tratamiento de aguas residuales. La ausencia de mantenimiento de este proceso de limpieza de lodos según el periodo de operación y mantenimiento, genera impactos ambientales negativos.

Mantenimiento (desbroce). – Esta actividad consiste en eliminar malezas y arbustos que crecen cerca en: perímetro de espejo de agua un ancho mínimo de 3.00 m, en caminos de acceso y otros árboles que bloquean la radiación solar sobre las lagunas. La no realización de estas actividades, en el perímetro del espejo del agua se crea hábitat para roedores e insectos, además afecta en la fotosíntesis de las algas y en la temperatura del agua en la laguna por la poca visibilidad solar por crecimiento de arbustos y árboles cerca de la laguna.

Calidad de agua efluente. – Esta actividad consiste en el monitoreo permanente de la calidad del tratamiento de aguas residuales en el efluente de los parámetros principales de: Coliformes Fecales, Demanda Biológica de oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) Aceites y grasas, Temperatura, Sólidos Totales Suspendidos (STS) y pH. Estos parámetros deben estar debajo de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por el Decreto Supremo D.S. N°003-2010-MINAM. La ausencia de esta actividad estaría comprometiendo la calidad ambiental generando impactos negativos.

Residuos sólidos en laguna. - El crecimiento excesivo de algas, del manto de lodos, la formación de capas de nata y espuma, así como la acumulación de grasas, aceite, madera, papel, plástico, hojas, y otro tipo de material flotante impide el paso de la luz solar, y por tanto reducen la fotosíntesis y la producción de oxígeno, provocando una reducción en la eficiencia de la laguna. Asimismo, esta clase de material puede obstruir las estructuras de entrada y salida por lo que debe ser removido de la superficie de la laguna mediante un cedazo. A su vez, cuando las algas contenidas en la nata mueren provocan malos olores por lo que es necesario removerlas, dispersarlas con la ayuda de un chorro de agua de una manguera o con cucharones de mango largo (cedazo).

Canalización de agua pluvial. – Consiste en canalizar aguas provenientes de precipitaciones, utilizando canales de tierra por el perímetro exterior de la corona de la

laguna, de tal forma evitar el encause de sedimentos, arenas, restos de la superficie, ramas, entre otros, por las escorrentías. La ausencia de este sistema ara que se reduzca el volumen de la capacidad de la lagunas y alteración negativa de las actividades microbianas en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

4.1.3 Acumulación y tratamiento de residuos.

Los cuales llegan a ser:

Residuos de desbroce. - Para remover esta vegetación es necesario emplear cribas y rastrillos o una lancha con un dispositivo para recolección colocado al frente para retirarla físicamente. La vegetación adherida al fondo de la laguna o a los taludes internos causan problemas de zonas muertas, detienen la espuma formando un lugar apropiado para la proliferación de mosquitos y pueden constituir el alimento de animales que al hacer sus madrigueras perforan los bordos. La ausencia de esta actividad de limpieza de residuos de desbroce genera impactos negativos.

Botadero de residuos sólidos. – Esta actividad consiste en el traslado de residuos sólidos recolectados en diferentes partes del PTAR, como por ejemplo los residuos retenidos en rejas, los residuos atrapados en la laguna y atrapados en diferentes obras de arte de la planta. Estos deben ser llevados a un área determinado para su posterior tratamiento. Al no realizar esta actividad se estaría generando impactos negativos al exponer residuos sólidos al medio.

Deposición del desarenado. – Actividad que consiste en el traslado de arenas sedimentados y recolectados en el desarenador, para ello se puede utilizar distintos tipos de equipos y/o herramientas lo más usual son las carretillas, de esta manera llevados a un área para su posterior tratamiento. Al no realizar esta actividad se estaría generando impactos negativos al exponer arenas contaminados al medio.

4.2 Impactos Ambientales generado por PTAR Pichiwillca.

Los Impactos Ambientales generadas en la operación de la laguna de estabilización de Pichiwillca se ha identificado minuciosamente mediante la observación in situ, y se describen en el siguiente cuadro

Impactos ambientales generadas por la operación de Laguna de Estabilización de Pichiwillca.

IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA LAGUNA DE PICHIWILLCA		
ABIÓTICO	SUELO	Contaminación del suelo.
		Erosión.
		Calidad del suelo.
	AGUA	Aguas subterráneas.
		Calidad del agua.
	ATMÓSFERA	Niveles de olores.
Calidad del aire (gases, material particulados).		
BIÓTICO	FLORA	Arbustos.
		Cultivos.
	FAUNA	Aves
		Cadenas Tróficas.
		Microfauna.
	PAISAJE	Paisaje.
Proliferación de vectores		
POBLACIÓN		Calidad de vida y salud.

4.2.1 Medio Abiótico

Suelo. - La presencia de organismos patógenos, provenientes en su mayoría del tracto intestinal, hace que estas aguas sean consideradas como extremadamente peligrosas, sobre todo al ser descargadas en la superficie de la tierra, subsuelo o en cuerpos de agua.

Puede llegar a contaminarse el agua subterránea mediante contaminantes que no han sido removidos por el sistema de tratamiento. Si no se presta especial atención al proceso de filtración y drenaje se puede producir un deterioro en el suelo, causado por el aumento de salinización y saturación del agua.

Agua. - Las lagunas de estabilización, están siendo utilizadas como botadero proveniente de la población cercana, originando un daño a la laguna teniendo así un mal funcionamiento, ya que la existencia de estos residuos se encuentra tanto en el suelo, como en el agua están afectando la biota acuática y avifauna presente propagando la generación de malos olores, proliferación de vectores, entre otros. Las sustancias minerales y orgánicas suspendidas en estas aguas, arenas, aceites, grasas y sólidos de

variada procedencia, interfieren con los sistemas de recolección y transporte de estas aguas que los contienen.

Atmósfera. - El impacto principal hacia la atmosfera son los olores producidos tanto por el vertido de residuos sólidos en el agua como por el uso como receptor de aguas residuales, descargas domésticas, descomposición de lodos acumulados, descomposición de natas y material flotante. Lo cual desprende olores muy desagradables al olfato.

4.2.2 Medio Biótico

Flora. - El riego de plantas alimenticias con estas aguas ha motivado epidemias de amebiasis, y su vertido al rio ya que algunos pobladores utilizan el agua para actividades agrícolas en rio abajo, además de contaminar el rio ha eliminado a peces que hoy día ya no existen.

Fauna. - La fauna silvestre es muy escasa limitándose en su mayoría a especies de aves que utilizan la zona ribereña, mientras que en la alimentación el ingreso de residuos sólidos en su mayoría plásticos (incluso microplásticos) son digeridos, llegando a ingresar a la cadena alimenticia tanto animal como humana. Como: aves de la zona

Paisaje. - Uno de los problemas más debatidos al tratar el mantenimiento y operación de las lagunas de estabilización de Pichiwillca, debido a la presencia de población aledaña y que de la laguna emanan olores desagradables que perturban la tranquilidad de las personas, sumándose la posible generación de enfermedades ya que también se da la proliferación de vectores en la laguna.

Población. - La población al estar ubicada a unos metros de la Laguna de Estabilización por las actividades agrícolas, está siendo afectada por los fuertes olores que emite la misma, por otro lado, los residuos que se encuentran acumulados en los alrededores atraen a los roedores y mosquitos, encontrándose propensos por el grado de contaminación que tiene dicha laguna.

5 VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTAL

La valoración de impacto ambiental en la operación de la alguna existente de Pichiwillca, una vez recolectado la información de campo se prosiguió a plasmar los datos en un software de Excel y ordenarlos según las actividades e impactos ambientales, después fueron calificados según su magnitud e importancia, en el siguiente cuadro se puede visualizar los impactos considerados en este estudio.

Cuadro de resumen de impactos ambientales críticos

		ACTIVIDADES										
		PRETRATAMIENTO			LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN						ACUMULACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	
		Acumulación de sólidos en rejas	Manejo de residuos sólidos	Desarenado	Mantenimiento de lodos	Mantenimiento de desbroce	Calidad de agua efluente	Residuos sólidos en laguna	Canalización de agua pluvial	Restos de desbroce	Botadero de residuos sólidos	Deposición del desarenado
Abiótico	Calidad del agua.	-3	-3	-3	-2	-1	-6	-2	-2		-3	-2
	Niveles de olores.	-5	-3	-3	-1	-1	-4	-2			-2	
Biótico	Microfauna.	-2	-2	-2	-3	-2	-3	-1	-1	-2		-2
	Paisaje.	-3	-3		-2		-1	-2	-1	-2	-2	
	Proliferación de vectores	-3	-2			-4		-2		-2	-3	-1

Según la matriz de Leopold (Anexo II) elaborada para identificar los impactos ambientales de las aguas de la laguna de estabilización de Pichiwillca, existen 5 acciones con un impacto ambiental muy alto, las cuales vienen a ser:

La primera y la segunda acción está en el proceso de pretratamiento las cuales son: ACUMULACIÓN DE SOLIDOS EN REJAS y la acción MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS causa daños ambientales en agua (Calidad del agua), atmosfera (nivel de olores), fauna (microfauna y paisaje) y proliferación de vectores.

La tercera y la cuarta acción calificada como impactos ambientales negativo muy alto es el MANTENIMIENTO DE LODOS y la acción CALIDAD DE AGUA EFLUENTE, ubicada dentro de lagunas de estabilización; afectando el suelo, agua, atmósfera y paisaje.

Y finalmente dentro de la actividad acumulación y tratamiento de residuos se encontraron una acción afectada con un impacto ambiental calificado como muy alto, siendo la acción BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS, el cual provoca una mayor afectación en el suelo (contaminación del suelo y calidad del suelo), el agua (calidad del agua), la atmosfera (nivel de olores), y paisaje, el cual causa la (proliferación de vectores).

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se logró identificar los posibles impactos ambientales que generan las aguas de la Laguna de Estabilización de Pichiwillca del distrito de Samugari, obteniendo una totalidad de 15 impactos, los cuales están conformados por los componentes: Bióticos, abióticos y población. Los abióticos están conformados por sub componentes, los cuales vienen a ser: La atmósfera, el agua y el suelo; los bióticos están integrado por la flora, la fauna y el paisaje; y finalmente la población.

Se llegó a analizar y evaluar los impactos de las aguas de la Laguna de Estabilización mediante la matriz de Leopold, obteniendo como resultado un nivel de impacto ambiental negativo alto en las siguientes actividades: proceso de pre tratamiento (acumulación de sólidos en rejas y manejo de residuos sólidos), lagunas de estabilización (calidad de agua efluente y residuos sólidos en lagunas), y en la acumulación y tratamiento de residuos.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar un eficiente funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Debido a que las estructuras actuales no tratan correctamente el caudal de desagüe derivado hacia esta PTAR).



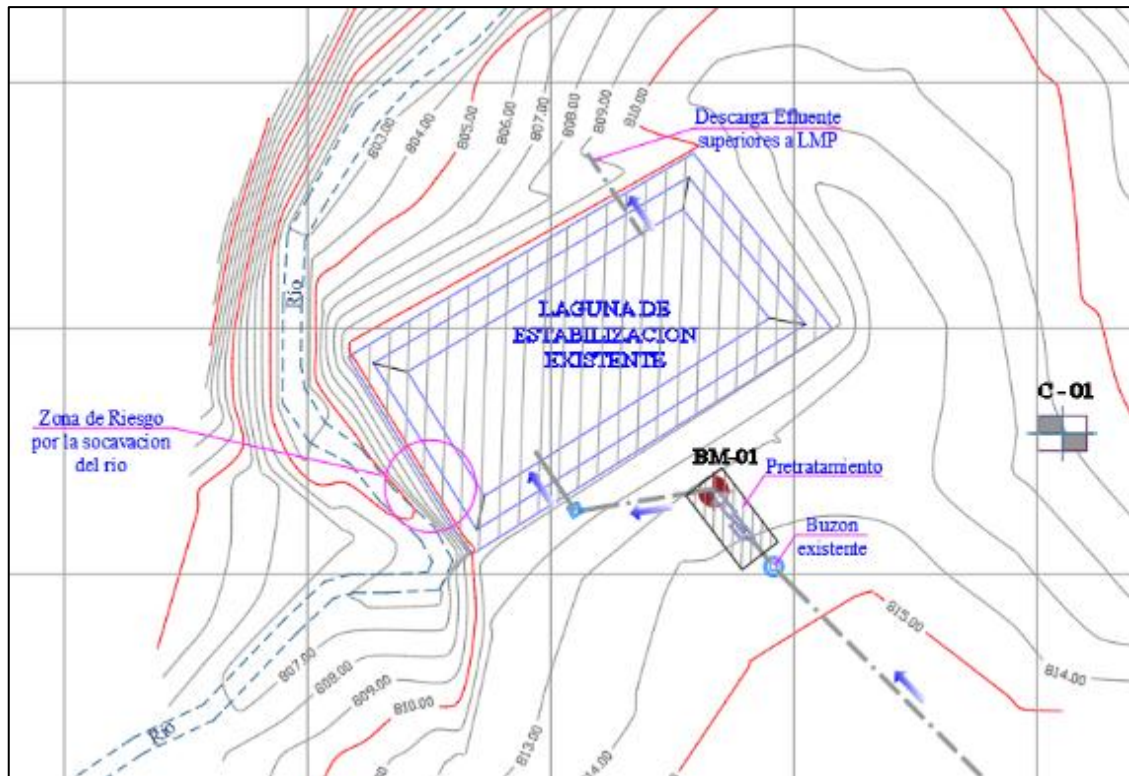
Se recomienda la ampliación y mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca, ya que la capacidad del PTAR, se debe ampliar debido al incremento del caudal de diseño y así para seguir funcionando de manera adecuada y no contaminar con el ambiente.

Es necesario y urgente que la municipalidad y la población tomen conciencia respecto a la importancia de la limpieza general del área de planta de tratamiento de aguas residuales (mantenimiento) como: eliminación de malezas y arbustos de los taludes y la corona de las lagunas, limpieza de natas, construcción de zanjas de desviación de aguas de lluvia etc. Para evitar la producción de malos olores por el limitado iluminación, proliferación de insectos (zancudos, mosquitos y otros), roedores, etc. que puedan afectar la salud de la población.

Recomiendo a las autoridades de turno el monitorio de las PTAR y gestión de proyectos de mejoramiento, ampliación y/o construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para la preservación de la salud y el medio ambiente.

Se recomienda la reubicación de la laguna de estabilización debido a que no cumple con la distancia mínima de los cauces naturales como ríos riachuelos, etc. Impuesta por las normas ambientales. La laguna está ubicado a pocos metros del cauce de un río, Es más, por el lado Este de la Laguna se visualiza la socavación de la corona por el incremento del caudal del río en épocas de lluvia.

ANEXO I UBICACIÓN DE LA LAGUNA



Ubicación por imagen satelital.



ANEXO III
PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 1 Vista de cámara de rejas obstruido por los sedimentos de escorrentía pluvial



Imagen 2 Desarenador existente sin mantenimiento por la escorrentía pluvial



Imagen 3 Vista de medidor parshall mal construido y desarenador sin limpieza.



Imagen 4 Vista de presencia de natas y la ausencia de mantenimiento de desbroce



Imagen 5 Vista de natas y crecimiento de plantas acuáticas en laguna de estabilización.



Imagen 6 Rebalse de laguna por la socavación de río, fecha enero del 2020.



Imagen 7 Filtración del agua residual hacia el riachuelo por la corona socavado



Imagen 8 Deslizamiento del talud exterior de la laguna por la socavación del río,
noviembre 2019



ANEXO 05.

INFORME DE GESTIÓN DE RIESGOS DEL PTAR

PICHIWILLCA EXISTENTE





1.0 GENERALIDADES

1.1 Ubicación del proyecto

El presente trabajo se ubica en la planta de tratamiento de aguas residuales por medio laguna de estabilización, de la localidad de centro poblado de Pichiwillca, del distrito de Samugari, provincia de La Mar, región de Ayacucho, comprendido desde mes de julio del 2019 al enero del 2020.

1.1.1 Ubicación por coordenadas Geográficas

Latitud : 12° 47'06.65" S
Longitud : 73°38'31.53" O
Altitud : 784 msnm.

1.1.2 Ubicación Geográfica

Centro poblado : Pichiwillca
Distrito : Samugari
Provincia : La Mar
Región : Ayacucho

1.1.3 Ubicación por Coordenadas UTM

Este : 8586235.98 m
Norte : 647407.00 m
Altitud : 784.000 msnm



Figura 1.1 Mapa político del Perú

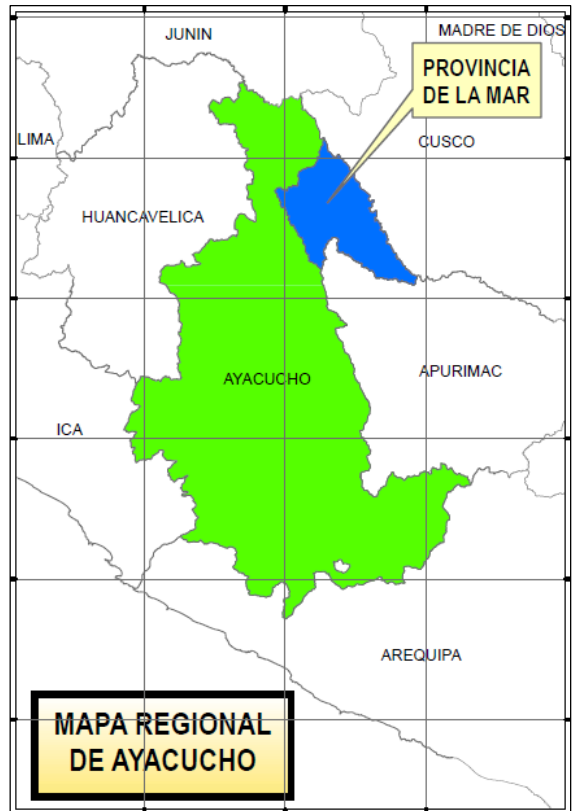


Figura 1.2 Mapa regional de Ayacucho

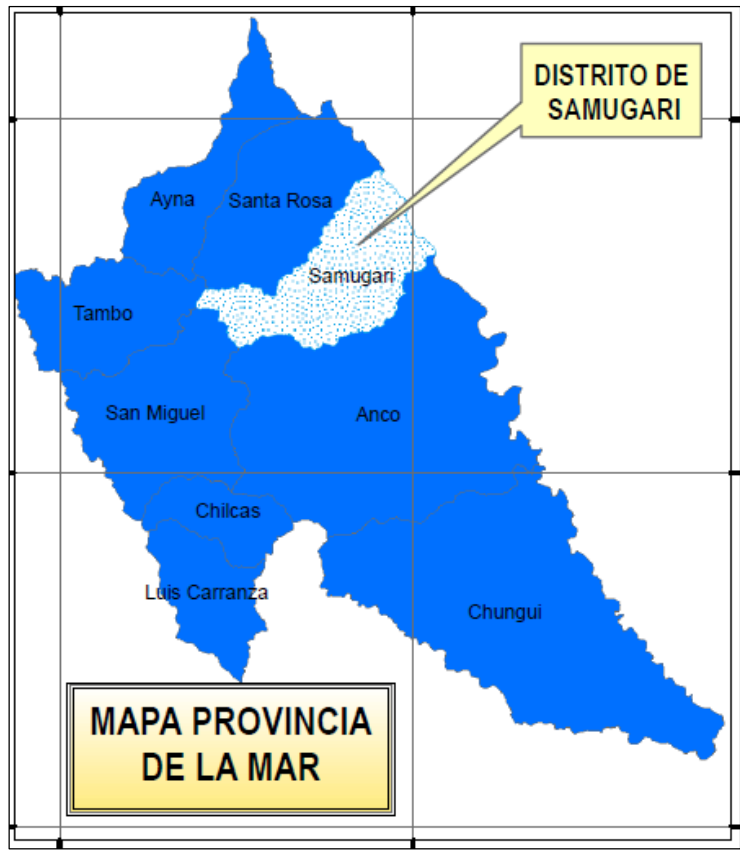


Figura 1.3 Mapa provincial de La Mar

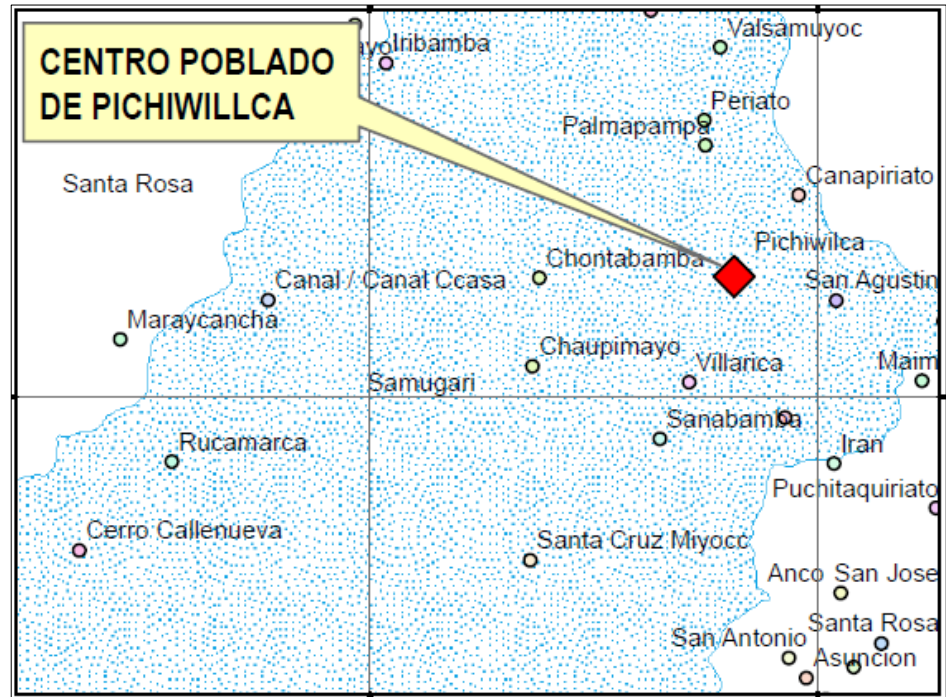


Figura 1.4 Centro Poblado de Pichiwilca



Figura 1.5 Ubicación del PTAR Pichiwillca

1.2 Descripción de la laguna existente

La planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Pichiwillca, es un proyecto construido en el año 2004 por el gobierno de turno, para un periodo de 20 a 25 años de funcionamiento. La PTAR de Pichiwillca cuenta principalmente de pre tratamiento que conforman de: cámara de rejás, desarenador y el medidor Parshall, y como tratamiento biológico una laguna de estabilización.

EL PTAR no cuenta con zanjas de desviación para aguas de lluvia, ni aliviaderos para evacuar el exceso de aguas de lluvia, esta es la razón de que las estructuras de pretratamiento colapsen en momentos de lluvias de máximas intensidades, muestra de ello las rejás son obstruidas por malezas y sedimentos que arrastra la escorrentía, los desarenadores son saturados por sedimentos.

La laguna de estabilización (facultativo) presenta medidas de 64.00 m de largo con 32.00 m de ancho a nivel de la corona, la estructura física de la laguna se encuentra deteriorado, la corona de la laguna presenta socavación por el riachuelo que circula muy cerca de ella ya que en épocas de lluvia se sobrecarga el riachuelo, además, por no presentar mantenimiento desde su construcción, el volumen de la laguna se ha disminuido considerablemente por el sedimento de materia orgánica por el tratamiento de agua residual y por la acumulación de material arenas, malezas, ramas de arbustos, todo tipo de plásticos y otros objetos que se



encuentran en la superficie, esto por el arrastre hidráulico de escorrentías ya que la laguna se ubica en un punto de acumulación de aguas de lluvias.

1.3 Objetivo general

Identificar, evaluar y plantear acciones de solución sobre los riesgos encontrados en el funcionamiento de la laguna de estabilización, para así mejorar de la calidad ambiental y el bienestar de la población del sector.

1.4 Objetivos específicos

- 1 Identificar de los riesgos que pueden ocurrir en el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual mediante laguna de estabilización.
- 2 Evaluar y clasificar los riesgos de acuerdo a su gravedad del funcionamiento de la laguna de estabilización.
- 3 Plantear acciones de solución al problema generado y dar recomendaciones del caso.

2.0 GESTION DE RIESGOS

2.1 Identificación de riesgos

En la planta de tratamiento de aguas residuales de Pichiwillca por medio de lagunas de estabilización existente, se ha identificado los posibles riesgos que puedan ocurrir durante el funcionamiento hasta cumplir su periodo de vida. En esta etapa se ha identificado el riesgo de que la laguna sufra un colapso de la estructura física por la parte este de la laguna, ya que actualmente se encuentra deteriorado el talud exterior por los incrementos de caudal del riachuelo que fluye muy cerca de ella. Las precipitaciones que se genera en periodos de noviembre a marzo, incrementan fuertemente el caudal normal del riachuelo y ello ocasiona derrumbes no solo en la zona de la laguna si no en otras partes del curso del riachuelo.

Las causas para este riesgo de colapso de la laguna que pueda ocurrir es principalmente el incremento de caudal del riachuelo en épocas de lluvia y ello el cambio de dirección que se genera en el cause del rio. Además, otra causa para este riesgo es que la ubicación de la laguna existente, no ha sido planificado los posibles riesgos al instalar muy cerca al riachuelo, sabiendo que las precipitaciones en la zona superan los 1350 mm anuales. Es más,

no está permitido instalar plantas de tratamiento de aguas residuales, menores a 30m de un cauce natural.



Figura 2.1 Vista del derrumbe provocado en el mes de noviembre del 2019.

En la figura 2.1 se puede observar claramente que la corona exterior de la laguna, ya está derrumbándose por la socavación del riachuelo, este hecho ha ocurrido en el mes de diciembre del 2019.

Además, se identificó otro riesgo de que la laguna de estabilización rebalse permanentemente y no retenga el agua residual ya que en épocas de lluvia ya ocurre este hecho por las lluvias que generan arrastres de sedimentos, restos de vegetales y otros que se encuentra en la superficie terrestre que directamente van hacia la laguna de tal forma que el volumen de la laguna colapsa. Este hecho ocurre precisamente por que no cuenta con zanjas de evacuación de aguas de lluvia.



Figura 2.2 Vista de agua residual al nivel de la corona



Figura 2.3 Vista de agua residual rebalsando por encima de la corona

En la figura 2.3, se observa el rebalse de la laguna de estabilización por la parte del derrumbe ocasionado por el riachuelo, la fotografía fue captado en el mes de enero del 2020.

2.2 Evaluación y clasificación de riesgos

Luego de identificados los riesgos, se procede a desarrollar un análisis cualitativo de los mismos, con el objeto de valorar su probabilidad de ocurrencia e impacto durante la culminación de su etapa de vida. Como resultado de este análisis, se clasifican los riesgos en función a su alta, moderada o baja prioridad. Esta clasificación responde a una matriz de probabilidad e impacto, la que se adjunta al presente en el Anexo N° 02.

1. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Muy Alta	0.90	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.70	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.50	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.30	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.10	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
2. IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA			0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
3. PRIORIDAD DEL RIESGO					Baja	Moderada	Alta

Figura 2.4 Matriz de probabilidad e impacto según guía PMBOK

2.3 Acciones tomadas

La primera acción a tomar es que se construya una defensa riverena con la finalidad de contener el desgaste del talud de la laguna y así evitar una posible avalancha de agua residual que ocasionará daños ambientales y ecológicos.

La otra acción de inmediato es construir otra laguna de estabilización mas lejos del cause natural del riachuelo, ya que en la zona hay espacios para construir mas lagunas a lado oeste de la laguna existente.

2.4 Asignar riesgos

Finalmente se debe asignar la responsabilidad para desarrollar la gestión de riesgo, tomando en consideración la capacidad para poder administrar dicha gestión. En ese sentido, se muestra la asignación indicada en el Anexo N° 03 del presente informe, lo que se ha contemplado de acuerdo a las competencias de los implicados en la fase de ejecución del proyecto en funcionamiento.



3.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

Se ha identificado los riesgos que pueden ocurrir en el funcionamiento de la planta durante la culminación de su etapa de vida, en ello se ha encontrado el riesgo de que la laguna sufra colapso de la estructura física de la laguna, provocando una avalancha de agua residual ríos abajo, el cual ocasionaría daños ambientales como ecológicos y el bienestar de la población.

Como resultado de este análisis, los riesgos se clasificaron en prioridad alta, esta clasificación responde a una matriz de probabilidad e impacto, la que se adjunta al presente en el Anexo N° 02.

Se plantea acciones inmediatas que se construya una defensa riverena con la finalidad de contener el desgaste del talud de la laguna y así evitar una posible avalancha de agua residual que ocasionará daños ambientales y ecológicos. Mientras se construí otra laguna de estabilización mejor diseñado, más lejos del cauce natural del riachuelo, ya que en la zona hay espacios para construir más lagunas a lado oeste de la laguna existente y son propiedad comunal según menciona los pobladores.

3.2 Recomendaciones

Es necesario y urgente que la municipalidad y la población tomen cartas en el asunto en construir nuevas lagunas de estabilización con una buena ubicación y mejor diseñado, a fin de evitar una avalancha de agua residual ríos abajo, el cual ocasionaría daños ambientales como ecológicos y el bienestar de la población.

Recomiendo a las autoridades de turno el monitorio de las PTAR y gestión de proyectos de mejoramiento, ampliación y/o construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales para la preservación de la salud y el medio ambiente.



4.0 LISTA DE ANEXOS

En materia de todo lo señalado en el presente informe, se adjuntan los siguientes:

- Anexo N° 01: Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos.
- Anexo N° 02: Matriz de probabilidad e impacto, según Guía del PMBOK.
- Anexo N° 03: Formato para asignar riesgos.

Anexo N° 01

Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos

1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	R001-2020				
		Fecha	26/08/2020				
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"Capacidad de remoción de agua residual en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca - Ayacucho, 2019"				
		Ubicación Geográfica	DEPARTAMENTO	: AYACUCHO	PROVINCIA	: LA MAR	
			DISTRITO	: SAMUGARI			
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS							
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	R001-2020					
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Riesgo de colapso de la laguna de estabilizacion existente por la socavación del riachuelo.					
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Incremento de caudal del riachuelo por la lluvias torrenciales de a zona.				
		Causa N° 2	Socavacion por el cambio de direccion del rio al incrementar su caudal.				
		Causa N° 3	La ubicación de la laguna existente muy serca al cauce del riachuelo y no cumple la distacia mínima establecida por las normas ambientales.				
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS							
4.1	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			4.2	IMPACTO PROVOCADOS POSTERIORMENTE		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	X
	Muy alta	0.90	X		Muy alto	0.80	
	Muy alta		0.900		Alto		0.400
	4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
Puntuación del Riesgo = Probabilidad x Impacto		0.360	Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad			
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS							
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo		Evitar Riesgo	X		
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo			
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Daños ambientales y ecologicos cerca a la laguna y rios abajo					
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	CONSTRUIR DEFENSA RIVEREÑA EN LA ZONA AFECTADA PARA PROTEGER Y REUBICAR LA LAGUNA DE ESTABILIZACION.					

Anexo N° 01

Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos

1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	R002-2020			
		Fecha	26/08/2020			
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto	"Capacidad de remoción de agua residual en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca - Ayacucho, 2019"			
		Ubicación Geográfica	DEPARTAMENTO	: AYACUCHO		
			PROVINCIA	: LA MAR		
			DISTRITO	: SAMUGARI		
3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						
3.1	CÓDIGO DE RIESGO	R002-2020				
3.2	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Reduccion del tiempo retencion hidraulica, por la reducción del volumen de la laguna existente				
3.3	CAUSA(S) GENERADORA(S)	Causa N° 1	Acumulación de sedimentos de arena y restosde vegetales por el arrastre provocado por la escorrentias			
		Causa N° 2	Inexistencia del mantenimiento de la laguna existente			
		Causa N° 3	Falta de sanjas de evacuación de aguas de lluvia para evitar los rellenos a la laguna existente			
4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS						
4.1	PROBABILIDAD DE OCURENCIA			4.2 IMPACTO PROVOCADOS POSTERIORMENTE		
	Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50		Moderado	0.20	x
	Alta	0.70	x	Alto	0.40	
	Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
	Alta		0.700	Moderado		0.200
4.3 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO						
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad x Impacto	0.140	Prioridad del Riesgo	Prioridad Moderada		
5 RESPUESTA A LOS RIESGOS						
5.1	ESTRATEGIA	Mitigar Riesgo	X	Evitar Riesgo	x	
		Aceptar Riesgo		Transferir Riesgo		
5.2	DISPARADOR DE RIESGO	Repose de las aguas residuales por las coronas de la laguna existente en las épocas de lluvia				
5.3	ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO	REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA LAGUNA, CONSTRUIR SANJAS DE EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA O CONSTRUIR NUEVA LAGUNA LAGUNA.				

Anexo N° 02

Matriz de probabilidad e impacto según Guía PMBOK

1. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	Muy Alta	0.90	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.70	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.50	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.30	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.10	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
2. IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA			0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
3. PRIORIDAD DEL RIESGO					Baja	Moderada	Alta

Anexo N° 03

Formato para asignar los riesgos

1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO		Número	F-03		2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO		Nombre del Proyecto	"Capacidad de remoción de agua residual en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca - Ayacucho, 2019"		
		Fecha	26/08/2020				Ubicación Geográfica	DEPARTAMENTO : AYACUCHO PROVINCIA : LA MAR DISTRITO : SAMUGARI	ANEXO : PICHIWILLCA	
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO				4. PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
			4.1 ESTRATEGIA SELECCIONADA				4.2 ACCIONES A REALIZAR EN EL MARCO DEL PLAN		4.3 RIESGO ASIGNADO A	
3.1 CÓDIGO DE RIESGO	3.2 DESCRIPCIÓN DEL RIESGO		3.3 PRIORIDAD DEL RIESGO	Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo			Transferir el riesgo	Entidad	Contratista
R001-2020	Riesgo de colapso de la laguna de estabilizacion existente por la socavación del riachuelo.		Prioridad alta		x			X		
R002-2020	Reduccion del tiempo de retencion hidráulica, por la reducción del volumen de la laguna existente.		Prioridad Moderado	x	x			X		



ANEXO 06.

ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PICHIWILLCA



CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo principal

- ❖ Realizar el Levantamiento Topográfico y plasmar en planos los detalles, la identificación de las características físicas del terreno, definición de cotas, pendientes, además la determinación de perímetros, linderos colindancias, áreas, ángulos y vértices de las referencias a las coordenadas UTM, y otras características que permitan tener la información precisa, para el proyecto “**Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019**”.

1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Establecer sobre toda su área las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí, por mediciones de precisión relativamente alta.
- ❖ Situar todos los detalles que interesen, incluyendo los puntos antes citados, mediante mediciones de menor precisión apoyadas en las estaciones principales. Trabajos de campo.
- ❖ Elaborar planos topográficos, plasmando todo el detalle posible encontrado en la parte de trabajo de campo, para que pueda servir como base para el proyecto mencionado

1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló aplicando la siguiente metodología de trabajo:

Primero: Etapa de reconocimiento de las áreas en estudio y zonas aledañas donde se propondrá el proyecto a desarrollar.

Segundo: Realización de los Trabajos de campo, mediciones, uso de equipos topográficos, toma de puntos de control (horizontal, vertical).

Tercero: Realización de los Trabajos de gabinete, el cual está basado en el procesamiento de datos, haciendo uso de programas de ingeniería como STAR NET V07 para realizar el cálculo de la red planimetría y altimétrica del proyecto, AutoCAD civil 3D 2018 para los dibujos y procesamiento de datos.

1.3 UBICACIÓN

1.3.1 Ubicación geográfica

La zona del proyecto se ubica en la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado de Pichiwillca de Distrito de Samugari uno de los distritos de la Provincia de La Mar administrados

por la región de Ayacucho en los cuales se desarrollará un proyecto de investigación “**Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019**”.

Coordenadas geográficas:

- ✓ Latitud Sur : 12° 47' 06”.
- ✓ Longitud Oeste : 73° 38' 30”.

Altitud:

El Centro Poblado de Pichiwillca se encuentra a 800 m.s.n.m.

1.3.2 Ubicación política

El distrito de Samugari , pertenece a la jurisdicción política administrativa de la provincia de La Mar, departamento de Ayacucho .

División Política:

- Región : Ayacucho
- Provincia: La Mar
- Distrito : Samugari
- Localidad: C.P. de Pichiwillca

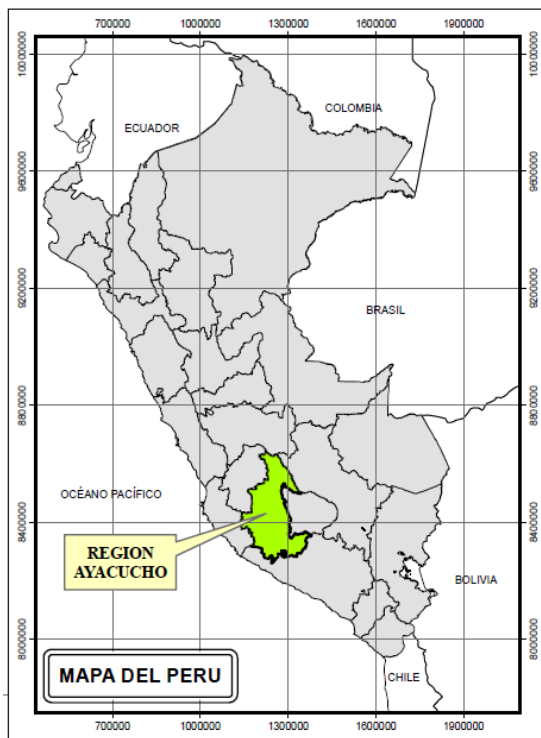


Figura N°01: Ubicación de la Región Ayacucho

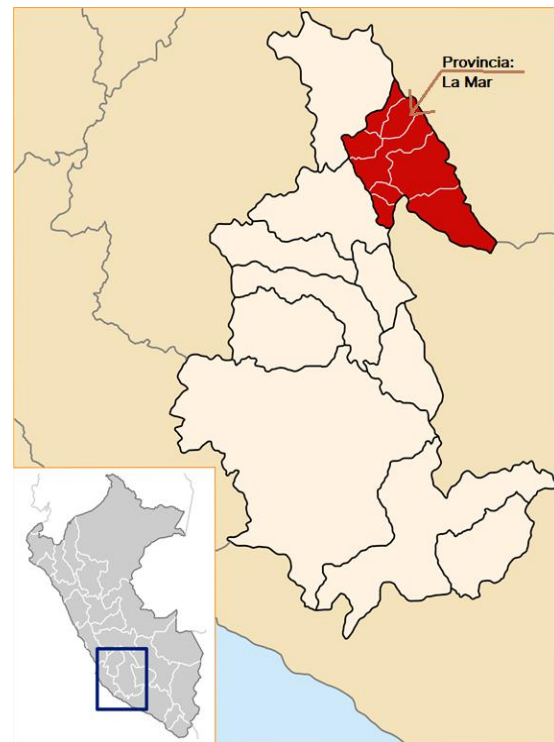


Figura N°02: Ubicación de la provincia de La Mar



Figura N°03: Ubicación del Distrito de Samugari



Figura N°04: Imagen Satelital del Centro Poblado de Pichiwillca

1.4 ACCESOS AL PROYECTO.

El Centro Poblado de Pichiwillca, está ubicado al sur-este del Distrito de Samugari , a una distancia de 6 km aproximadamente por una vía trocha afirmada, cuyo acceso es desde la ciudad de Ayacucho – Yauli – Paucará – siguiendo la ruta hacia la ciudad de La Mar , existe un desvío por el lado derecho en el anexo de Calzada por la cual se ingresa hacia el Centro poblado de Pichiwillca . El acceso a la zona del proyecto es la siguiente:

RUTA	DESDE	A	Tipo de vía	Estado de la vía	Medios de transporte	Km	Tiempo
I	Ayacucho	San Francisco	Asfaltado 28B	Regular	Autos y combis	180	4:30 h
II	San Francisco	Pichiwillca	Afirmado	Regular	Autos y combis	46.1	2:10 h



1.5 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL PROYECTO

CARACTERÍSTICAS CLIMATICAS:

El clima de la región es cálido templado con humedad, con lluvias periódicas de noviembre a febrero, con variedades sensibles de temperatura entre el día y la noche, pero con la moderación apropiada y permisible para la vida humana.

Durante los meses que corresponde al invierno y a la primavera se produce una fuerte insolación debido a la transparencia de la atmósfera.

Durante la noche la temperatura no baja demasiado, por la humedad existente en el aire. El Centro Poblado Pichiwillca está sujeto a temperaturas diarias que en promedio fluctúan entre 30°C y 10°C.

SANEAMIENTO BÁSICO:

En lo referente a este servicio a nivel de centro poblado de Pichiwillca, la población cuenta con desagüe el 84.6% , el resto carece de este servicio; en lo referente a al consumo de agua el 80% de la población del distrito cuenta con el servicio de agua, pero el agua que consumen no es potable, es agua entubada de los manantes que acceden en sus respectivas viviendas, el 20% de la población carece de agua entubada, se abastecen de los riachuelos y/o artesanalmente han construido líneas de conducción para poder abastecerse del líquido vital.

CAPÍTULO II: TRABAJOS DE CAMPO

2.1 RECONOCIMIENTO DE ÁREA EN ESTUDIO

2.1.1 Instalación de puntos de control principal

Al llegar se hizo un recorrido general de la zona a levantar, siendo el inicio fue en el estructura existente de pretratamiento. En este lugar fijamos nuestros puntos de control vertical y horizontal, que fueron enlazados a la red nacional (Instituto geodésico nacional), este trabajo se hizo con estación total.

POLIGONAL DE CAMPO				
EMs	ESIE(X)	NORIE(Y)	COTA (ELEVACIÓN)	DESCRIPCIÓN
1	647426.78	8586213.50	813.21	BM-01
2	647586.06	8586250.69	819.09	BM-02

2.1.2 Descripción de elementos existentes en el terreno

En cuanto a los elementos existentes antes del levantamiento de puntos topográficos se encontraron laguna de estabilización existente con su sistema de pretratamiento chacras, etc. las ubicaciones exactas están ubicadas en los planos topográficos.

2.2 RED DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL

Está relacionado con toda lo que tiene que ver con la materialización de hitos de concreto, que aseguren estabilidad, y permanencia, para poder ser utilizados posteriormente, en el caso de replanteo de las obras en sí, estos hitos tienen coordenadas en el eje “x” y el eje “y”, (Coordenadas Norte y Este), estos tienen que ver con el control horizontal y la red de control vertical tiene que ver con la altura en el eje “z”, la cual controla la altura en cada punto establecido, y estas están referidas a m.s.n.m.

2.2.1 Monumentación de puntos topográficos

Las cotas están niveladas al punto geodésico cuyas características se mencionan líneas arriba.

El entorno nos ofrece lugares permanentes para establecer la poligonal y se establecieron puntos de apoyo, además de la BMs que necesariamente se tuvieron que monumentar en rocas fijas y pintados en color rojo oxido.

Los puntos de control en el área de estudio fueron ubicados en zonas estratégicas para facilitar su uso en el replanteo futuro y fueron planificadas con anterioridad al levantamiento y se colocaron en el área a intervenir, para que de esta manera se pueda replantear topográficamente, las mejoras a diseñar.

2.2.2 Descripción de materialización de los puntos de control vertical y horizontal

Los puntos de control en el área de estudio fueron ubicados en zonas estratégicas para facilitar su uso en el replanteo posterior, además fueron referenciados pintados adicionales en rocas fijas.



2.2.3 Precisión de los puntos de control horizontal: precisión planimétrica

De acuerdo al equipo utilizado, la precisión Planimetría en cuanto a ángulos es de 1 Segundos y en longitud es de 1/10000, que llevan a calcular coordenadas en el sistema Elegido, con un error de llegada por sector de 0.010m en el norte y de 0.008m en el este, esta abertura ha sido compensada en el mismo equipo utilizando el método de los Mínimos cuadrados, reduciendo así el error de llegada por cada tramo observado.

Por ello es que indicamos que la precisión obtenida es alta por lo que recomendamos el uso de las coordenadas.

2.2.4 Precisión de los puntos de control vertical: precisión altimetría

Las cotas han sido obtenidas mediante el uso de una Estación Total Moderna, utilizando como inicio el punto de referencia E1. Estos equipos dan una confiabilidad muy elevada en la ubicación de coordenadas y altitud como se explica anteriormente, la toma de datos con esta moderna estación es muy precisa.

2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO

Descripción de la recolección de datos

Para la nivelación altimétrica se utilizó una estación Total moderna, obteniendo las cotas de las estaciones de la Poligonal de apoyo cerrado y sus respectivas coordenadas.

Se realizó el levantamiento de todos los cambios de terreno, caminos de acceso, etc. Formando así una poligonal de apoyo cerrada para la medición de todos los detalles (Puntos Taquigráficos del terreno natura).

Puntos Taquimétricos o estaciones de apoyo o relleno topográfico

A partir del punto monumentados BM, se ha levantado los puntos taquimétricos utilizando la estación total y los prismas.

2.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO VERTICAL

No se adjuntan datos de nivelación ya que se realizó no por métodos clásicos de la topografía, si no, más bien se utilizó estación Total, con la cual se obtienen directamente los datos en coordenadas X, Y, Z, siendo Z, la cota referida sobre el nivel del mar.

Puntos de nivelación BMs.

Los puntos de nivelación usados se encuentran calculados mediante una moderna estación total de marca TopCon la cual nos garantiza y certifica la confiabilidad de los datos obtenidos con este instrumento.

Georreferenciación de vértices y/o Estaciones.

La Georreferenciación de los puntos efectuados se ubicó en las áreas respectivas de trabajo, que comprende el respectivo proyecto.



Los BM'S fueron ubicados y monumentados en lugares estratégicos en el borde del canal, esquina de casa y cerca de las lagunas y grabadas con pintura de color rojo.

2.5 RECURSOS HUMANOS Y EQUIPOS UTILIZADOS

RECURSOS HUMANOS.

Para el trabajo que respecta a la topografía se contó con el personal especialista En Topografía:

- ✓ 01 brigada de topografía dirigida por el Ingeniero y el Tec. Especialista en topografía

Asistentes:

- ✓ 03 Prismeros.
- ✓ 02 Personales para monumentado y pintados de BMs.
- ✓ 01 Personal para tomar fotografías.

MEDIOS, EQUIPOS Y MATERIALES

Para la ejecución del proyecto, se tendrá la necesidad de contar con los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

1. UNA (01) Estación Total con accesorios. MARCA TOPCON.
2. UN (01) Trípodes. Metal
3. Tres bastones con Prisma
4. Wincha métricas
5. Herramientas manuales: Pico y Pala.



CAPÍTULO III: TRABAJOS EN GABINETE

El levantamiento topográfico con el equipo estación total se ha destacado en los últimos años en nuestro país, como la mejor opción cuando se pretende tres enfoques esenciales: calidad, precisión y eficiencia. La estación total surge para reemplazar el instrumento conocido como teodolito, pero además integra en sí mismo otros instrumentos de gran utilidad para la medición de distancias y un procesador de cálculos con memoria para el almacenamiento de datos.

3.1 COMPENSACIÓN Y CÁLCULOS DE COORDENADAS PLANAS UTM DE LOS PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL

Los puntos de las coordenadas levantadas en el campo se encuentran calculados y certificados por la estación Total marca Topcon. Para realizar esta compensación se le ingresa a la estación total como factor de escala 1.00000000 que automáticamente lo lleva a una distancia coordenada plana de levantamiento topográfico,

- ✓ Poligonal de apoyo cerrada, partiendo de una estación elegida Como partida.
- ✓ Triangulación, teniendo como base 01 estación con coordenadas conocidas, para determinar las coordenadas de la estación de apoyo al Estudio del proyecto.
- ✓ Para realizar las conversiones de sistema también se utilizó el software STAR NET V07 así mismo que sirve para el cálculo de poligonales principales y secundarias
- ✓

3.2 ENLACE A LA RED GEODÉSICA NACIONAL

Para este caso se tomó como punto de partida una estación ubicada en la estación PIGN, tomando como referencia atrás un punto obtenido de la línea de azumut ubicado entre los puntos PIGNT y el punto PIGN con ayuda del Google Eart, que fue nuestra base de apoyo y a partir de allí se toman las estaciones para la poligonal principal de apoyo, quedando estos puntos enlazados a la red geodésica nacional.

3.3 COMPENSACIÓN Y CÁLCULO DE COORDENADAS PLANAS UTM DE LOS PUNTOS DE CONTROL VERTICAL

El uso de modernos equipos de levantamiento, como en el caso de la estación Total, ha acortado el tiempo de levantamiento y el cálculo y compensación de cotas, generándose estos automáticamente en la memoria interna del aparato, con el sistema operativo que posee, solo es necesario localizar los puntos y tomarlos, este proceso interno nos da una precisión de +/- 1 milímetro.



Cálculo de coordenadas y cotas

Para esto se utilizó la Estación Total donde el registro de campo es automático, con la cual se pueden medir lo siguiente: Ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Conociendo las coordenadas del Lugar donde se ha colocado la Estación es posible determinar las coordenadas Tridimensionales de todos los puntos que se midan. Procesando posteriormente las Coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y representar gráficamente los Detalles del terreno considerados.

3.4 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN TOPOGRÁFICO, SOFTWARE Y CUADROS EXPLICATIVOS

TRANSFERENCIA DE DATOS

Son las comunicaciones con la Pc la cual se realiza los siguientes trabajos. El trabajo que se tuvo que realizar es el procesamiento de los datos traídos del campo, en la Estación Total el registro de campo es automático, con la cual se pueden medir Ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Conociendo las coordenadas del Lugar donde se ha colocado la Estación es posible determinar las coordenadas Tridimensionales de todos los puntos que se midan. Procesando posteriormente las Coordenadas de los datos tomados es posible dibujar y representar gráficamente los Detalles del terreno considerados. Con las Coordenadas de dos puntos se hace Posible además calcular las distancias o el desnivel entre los mismos puntos, aunque no se hubiese estacionado en ninguno. Se considera en topografía como el proceso Inverso al replanteo, pues mediante La toma de datos se dibuja en planos los detalles del terreno actual se siguen los siguientes pasos que son:

GESTIÓN DE DATOS

El uso de la estación total no concluye con la toma de datos en campo. Debemos Tener en cuenta en que programa se va a trabajar, es necesario volcar esos datos a un computador para poder procesarlos gran parte de los avances en la tecnología De las estaciones han ido destinadas a mejorar esta comunicación.

Las estaciones totales han evolucionado desde la utilización de libretas electrónicas Hasta la incorporación de memoria interna en el propio instrumento y la medida ya no Es óptica o mejor dicho el operador ya no tiene problema en ver en la regla estadimétrica ya que las ondas del láser hacen todo el trabajo.

MEMORIA INTERNA

Es un sistema que elimina periféricos y cables de conexión incrementando Notablemente la velocidad del trabajo.

FORMATOS

Los datos archivados en los sistemas de memoria se organizan en archivos de texto ASCII que pueden ser transferidos y editados pero lo que realmente interesa al usuario Es el formato resultante de la descarga de datos a la Pc y que se puede configurar:



Este formato ha de ser compatible con el programa de cálculo topográfico que vaya Emplearse en esta figura aparece un fichero de observaciones directamente Descargado de una estación con formato GSI este archivo será importante desde un Programa de cálculo.

Los programas de topografía generalmente permiten que la importación de datos Sean en diversos formatos; en este caso seleccionamos el formato GSI y obtenemos el Siguiente resultado. La información aparece en columna y preparada para calcular lo Que se requiere.

1. Para bajar o descargar datos de la estación total a la computadora se realiza Mediante la Extracción de los Datos en Memoria de Almacenamiento Masivo Externa y luego se transfiere a una PC.

2. Luego, se realizó la representación gráfica del terreno mediante el programa AUTOCAD CIVIL 2018 prosiguiendo los siguientes pasos:

El proceso cartográfico constara de las normas a seguir para la confección De los planos involucrados para este estudio.

3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO “AUTOCAD CIVIL 3D”

El programa Top Link, permitió tener la información en formato de Excel, luego se importaron los puntos en AutoCAD Civil 3D.

Para él cálculo de la poligonal electrónica en el sistema UTM se requirió lo siguiente:

Utilizar el software STAR NET para cálculo de la red planimetría enlazada a la red geodésica nacional.

3.5.1 Edición de TIN

Triangulated Irregular Network (red irregular triangular), Las Tin son muy usadas para la representación de superficies que son altamente variables y contienen discontinuidades y líneas rotas. Los componentes principales de un Tin son los triángulos, nodos y bordes. Los nodos son localizaciones definidas por valores x,y,z desde los cuales se construye el Tin. Los triángulos están formados mediante la conexión de cada nudo con sus vecinos. Los bordes son las caras de los triángulos. La estructura exacta de un Tin está basada en unas reglas de triangulación que controlan la creación de los Tin. Para la representación real del terreno es muy necesaria la edición de éstos, ya que las probabilidades para unir los puntos (formación de triángulos) son muchas.

3.5.2 Proceso de curvas de nivel

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la Interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son:

- ❖ Curvas mayores o primarias: 5.00 metro.
- ❖ Curvas menores o secundarias: 1.00 metros.



3.6 CÁLCULO DE COORDENADAS PLANAS

El cálculo de coordenadas UTM requiere de las correcciones por factor de escala y la distancia de cuadrícula previo al cálculo se ha efectuado el ajuste del cierre angular de la poligonal para calcular el azimut de cada lado a partir del punto BM, de acuerdo al procedimiento anteriormente descrito.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- ❖ Exportación de datos topográficos de la Estación Total hacia el software Top link.
- ❖ Procesamiento de los datos de campo, se utilizó el software “AutoCAD Civil 3D”
- ❖ Elaboración del Plano Topográfico en el software AutoCAD.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Control horizontal y vertical

Se realizó por radiación, se tomaron 2 estaciones correspondientes a la poligonal de apoyo cerrada.

4.1.2 Cartografía

En este ítem se mencionarán las especificaciones técnicas, para efecto de confección de los planos necesarios para este proyecto:

La presentación del área levantada, se muestra en los planos del anexo 05.5:

1. Ubicación (U) 1 / 5,000
2. Topográfico (T) 1 / 1000
3. Perfiles longitudinales. (PL) 1/1500 H, 1/150 V

El plano topográfico y de Perfiles longitudinales, se adjunta al final del informe y en CD.

4.1.3 Topografía

En el plano se indica lo siguiente:

- ❖ En el plano topográfico se indica los puntos de lagunas de estabilización existentes y áreas proyectadas para la ampliación, etc. Referenciado a los puntos de control BM's.
- ❖ En el plano topográfico se indica las curvas de nivel cada 1.00m del área de ampliación para la ubicación de lagunas facultativas.
- ❖ En el plano topográfico se indica el Norte Magnético o Geográfico.
- ❖ En los Planos se incluyen cuadros con los símbolos y leyendas, así como las escalas gráficas y numéricas empleadas.

4.2 CONCLUSIONES

- ❖ La zona de estudio se ha ubicado y recorrido en toda su extensión como reconocimiento de campo, teniendo en cuenta la condición básica para instalar una planta de tratamiento de aguas residuales.
- ❖ Se hizo el levantamiento topográfico de toda el área de intervención del proyecto en base a los puntos de control utilizando la estación total, incluyendo los detalles existentes como laguna de estabilización y su sistema pretratamiento, puntos de control BMs, etc.
- ❖ Se ha procesado la información de campo y luego elaborado los planos topográficos con curvas de nivel cada 1.00 m, detalles existentes, con BMs establecidos y escalas adecuadas recomendados por las normas peruanas.



ANEXO 07.

ESTUDIO DE GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y MECÁNICA
DE SUELOS



Índice

I. GENERALIDADES	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Objetivo.....	4
1.3. Metodología	4
1.4. Ubicación del Área de Estudio.....	4
1.5. Acceso al Área de Estudio	6
1.6. Clima.....	6
II. GEOMORFOLOGIA, GEOTECNIA Y GEODINAMICA EXTERNA	7
2.1. Geomorfología Regional	7
2.2. Geología Regional.....	7
2.3. Geología Local	9
2.4. De la Geodinámica Externa.....	9
2.4.1. Geodinámica Regional	9
2.4.2. Geodinámica Local.....	9
III. SISMICIDAD	10
IV. EXPLORACIONES DE CAMPO	11
4.1. Excavación de calicatas	12
4.2. Ensayos de Densidad de Campo.....	12
V. ENSAYOS DE LABORATORIO	13
5.1. Ensayos Estándar	13
5.2. Corte Directo.....	13
5.3. Ensayos Químicos	14
VI. ANALISIS DE CIMENTACION	16
6.1. Profundidad de Cimentación	16
6.2. Determinación de Parámetros Geotécnicos	16
6.3. Capacidad Admisible del Suelo	17
6.3.1. Capacidad Admisible por Resistencia.....	17
6.3.2. Capacidad Admisible por Asentamiento	18
VII. PRUEBA DE INFILTRACION	19
7.1. Descripción.....	19
7.2. Descripción del ensayo.....	19
7.3. Análisis y Resultados del ensayo	21

7.3.1. Pruebas Realizadas.....	21
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23

ANEXOS

ANEXO I: Figuras

- Mapa de zonificación sísmica
- Plano de ubicación de calicatas

ANEXO II: Registros de Exploración

- Perfil estratigráfico

ANEXO III: ensayos de laboratorio

- Ensayos de clasificación Granulométrica
- Límites de Consistencia
- Análisis químico

ANEXO IV: Análisis de Resultados

- Cálculo de la capacidad admisible de trabajo del terreno de fundación
- Test de Percolación

ANEXO V: Panel fotográfico


.....
ING. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
FUNDAMENTOS

I. GENERALIDADES

1.1. Introducción

El presente informe es el resultado del estudio Geotecnia y mecánica de suelos con fines de caracterización de la zona de emplazamiento del proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019".

Para tal fin se ha realizado un programa de investigaciones geotécnicas que consiste en revisión de la información, inspección técnica, ensayos de campo, ensayos de laboratorio, obtención del perfil estratigráfico y análisis de cimentación del área de interés.

1.2. Objetivo

El objetivo del presente estudio es el de conocer las propiedades físico mecánicas del terreno sobre el cual se proyecta diseñar las estructuras que involucran la laguna de estabilización, y así identificar el tipo de suelo y sus características de resistencia y deformación mediante la realización de ensayos in situ y de laboratorio.

Los resultados de este estudio será la base para definir el tipo y las características de la cimentación del Proyecto.

1.3. Metodología

Con la finalidad de cumplir con el programa de trabajo, se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Revisión de la Información existente.
- ✓ Inspección y evaluación visual del área de estudio.
- ✓ Exploración de Campo.
- ✓ Ensayos de Laboratorio

1.4. Ubicación del Área de Estudio

La zona del proyecto se encuentra ubicada en el Centro Poblado de Pichiwilca, distrito de Samugari, provincia La Mar en la Región Ayacucho.

Ubicación Política

Departamento : Ayacucho

Provincia : La Mar



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS

Distrito : Samugari

Lugar : Centro Poblado de Pichiwillca

Geográficamente la zona de estudio, se encuentra ubicada en las coordenadas UTM siguientes:

Este : 647,459.26

Norte : 8'585,556.50

ubicación y Localización del Proyecto




Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
PUNTO

Vista satelital de la Ubicación de la Zona del Proyecto



1.5. Acceso al Área de Estudio

El acceso al Distrito de Samugari, se realiza por vía terrestre, a través de la carretera San Francisco - Santa Rosa. Con un recorrido de 41 km de la ciudad de San Francisco, hasta llegar al Distrito de Samugari, de donde se vira a la derecha continuando con una carretera afirmada que conduce hasta la localidad de Palmapampa, pasando por el distrito de Samugari: El transporte se realiza en camionetas, autos, buses, a través de un recorrido de aproximadamente 1:25 minutos.

La Municipalidad de Samugari está interconectada a través de trochas carrozable que articulan a todos sus anexos y centros poblados existiendo pueblos que aún no cuentan con vías de acceso y se comunican por camino de herradura, el 96% de los centros poblados están interconectados por trochas carrozable y el 4 % con caminos de herradura.

El acceso al centro poblado de Pichiwilca es a través de una carretera afirmada de 4.40 km.

1.6. Clima

corresponde a un clima Ligeramente húmedo y Cálido.

Los valores más altos de la temperatura media se manifiestan entre los meses de octubre y marzo, oscilando entre 23.5 °C y 27.3 °C.

Las temperaturas máximas extremas, generalmente, presentan sus valores más altos durante los meses de enero y diciembre (35.6 °C), y excepcionalmente, setiembre (36 °C).

Los valores más bajos de las temperaturas máximas extremas fluctúan entre 33.5 °C y 27.7 °C y son registrados mayormente, durante los meses de invierno.

II. GEOMORFOLOGIA, GEOTECNIA Y GEODINAMICA EXTERNA

2.1. Geomorfología Regional

La región Ayacucho presenta una geografía abrupta, formada por valles estrechos y profundos, con impresionantes abismos, frías mesetas y altas cumbres. Las características geológicas regionales pertenecen al Cuadrángulo de Llochegua 25-o y San Francisco Ayacucho 26-o, del INGEMMET.

El desarrollo geomorfológico del área estudiada es el resultado de procesos tectónicos sobreimpuestos por los procesos geodinámicas que han dado el modelado actual de la región. Entre los procesos tectónicos que han controlado el modelado tenemos el fallamiento muy probablemente en bloques, que han dado origen a la cuenca del río Apurímac, así como también a los diversos plegamientos existentes; aunado a esto tenemos la intensa erosión causada por los diversos ríos y quebradas existentes, y la litología de las diversas unidades estratigráficas que han dado la configuración actual del relieve.

La geomorfología está conformada por rellenos de arena y grava, formando depósitos lenticulares, limitados por depósitos areno-arcillosos. Por otra parte, en las planicies de inundación, los depósitos característicos los constituyen materiales limo-arcillosos finamente laminados, incluyendo depósitos finos de pantanos con un alto contenido de materia orgánica.

La geomorfología se caracteriza por presentar terrenos de cambios bruscos de relieve, que forman en algunas zonas crestas pronunciadas, además la erosión fluvial es el rasgo distintivo de la zona, como lo evidencian los valles abruptos y en forma de V, pendientes moderadas y de fondo plano, rellenos con depósitos fluviales de gravas y arenas.

2.2. Geología Regional

Las características geológicas regionales y sus alrededores se presentan en la figura geológica adjunta del anexo I, la cual ha sido tomada de la carta geológica N° 25-o del INGEMMET.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS

Según la Geología del cuadrángulo de Llochegua, en el área de estudio se presentan las siguientes unidades:

Paleozoico

a) Formación Cabanillas

Litológicamente consiste de una alternancia de areniscas cuarzosas y limolitas pizarrosas, son de color gris claros. En menor proporción alternan las limolitas pizarrosas, estratificadas en capas delgadas.

Cuando se producen cambios en su morfología, pueden generar movimientos en masa.

b) Grupo Ambo.

Esta secuencia aflora en la margen izquierda del río Apurímac, se muestra una secuencia de areniscas cuarzosas de color gris oscuro estratificadas en capas, intercaladas con limolitas pizarrosas micáceas en capas delgadas.

Morfológicamente forma montañas o colinas de formas cóncavas.

Originan suelos poco potentes, son rocas de poca susceptibilidad a los movimientos en masa.

c) Formación Ananea

Secuencia pizarrosa y que se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura, en muchos casos inestables debido a las pendientes pronunciadas y la constante deforestación que origina deslizamientos.

El área de estudio se encuentra sobre esta unidad.

Cenozoico

Está constituido por una secuencia clástica continental constituida por capas rojas.

a) Depósitos Aluviales

Estos depósitos se encuentran distribuidos a lo largo de los cauces de los ríos Apurímac y afluentes. Los materiales que lo forman son de composición heterogénea, constituidos por gravas, arenas y limos.

En el sector del río Apurímac, esta unidad está conformada por gravas bien redondeadas, formando barras de cauce, que son de formas paralelas a la dirección de la corriente de agua, llegando a constituir pequeñas islas, terrazas que indican las fluctuaciones del caudal y la migración de las aguas.

2.3. Geología Local

Geológicamente, el proyecto se asienta sobre depósitos sedimentarios de variadas edades geológicas que van desde el Cuaternario hasta el Cretáceo. Se encuentra conformada esencialmente por rocas sedimentarias como calizas margosas y arenosas, las cuales se observan extensamente cubiertas por material aluvial y coluvial. Los depósitos coluviales afloran a lo largo de todo el trayecto, donde se les observa a menudo entremezclado con material orgánico aluvial.

Los alrededores de la zona del proyecto están conformados por rocas sedimentarias, que cubren toda la superficie de las quebradas por donde discurre el agua, debido al caudal máximo que presenta en las épocas de lluvias, todo el material de cobertura ha erosionado, dejando al descubierto las afloraciones rocosas.

No se han identificado problemas geodinámicos, los fenómenos más significativos que podrían considerarse, corresponden a erosión y deslizamientos superficiales y los menos relevantes a caída de derrubios.

2.4. De la Geodinámica Externa

2.4.1. Geodinámica Regional

Los peligros geológicos identificados en orden de importancia son:

- Erosión fluvial
- Flujo de detritos (huaycos)
- deslizamientos
- Alta precipitación pluvial, es el más importante por su potencial de afectación en cuanto a la estabilidad de las laderas.
- Procesos de meteorización.
- Acumulación de grandes masas de suelo.

2.4.2. Geodinámica Local

En la zona de estudio no se han identificado problemas de geodinámica externa de consideración que puedan afectar la funcionabilidad de la vida útil del proyecto.

Si bien el estudio, se realizó en épocas de ausencia de lluvias, donde no se observó deslizamientos de gran magnitud, no es de descartar que en épocas de alta precipitaciones pluviales se produzcan un mayor afecto de las aguas de

escorrentía e infiltración sobre la estabilidad de las laderas; con procesos locales de saturación – reptación y formación de flujos que movilizan los horizontes de rocas descompuestas y parte de los depósitos coluviales. La potencia de los depósitos coluviales, está formada por una capa de cobertura, es decir por suelos limo arcillosos, a manera de un plano inclinado y que condicionan que este sea susceptible de generar reptaciones; por lo que, al realizar los cortes, podrían presentarse problemas de deslizamientos locales, por lo que se recomienda tener en cuenta partidas referentes a los controles geológicos geotécnicos.

III. SISMICIDAD

El mapa de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Alva Hurtado et al 1984). De acuerdo a este mapa a la zona de estudio le corresponde una intensidad media mayor de VI en la Escala Mercalli Modificada.

Mapa de Zonificación sísmica. (RNE. Norma Técnica E.030)

Según el mapa de zonificación, y de acuerdo a la Norma Sismo - Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, a la zona de estudio le corresponde una sismicidad de zona 2.

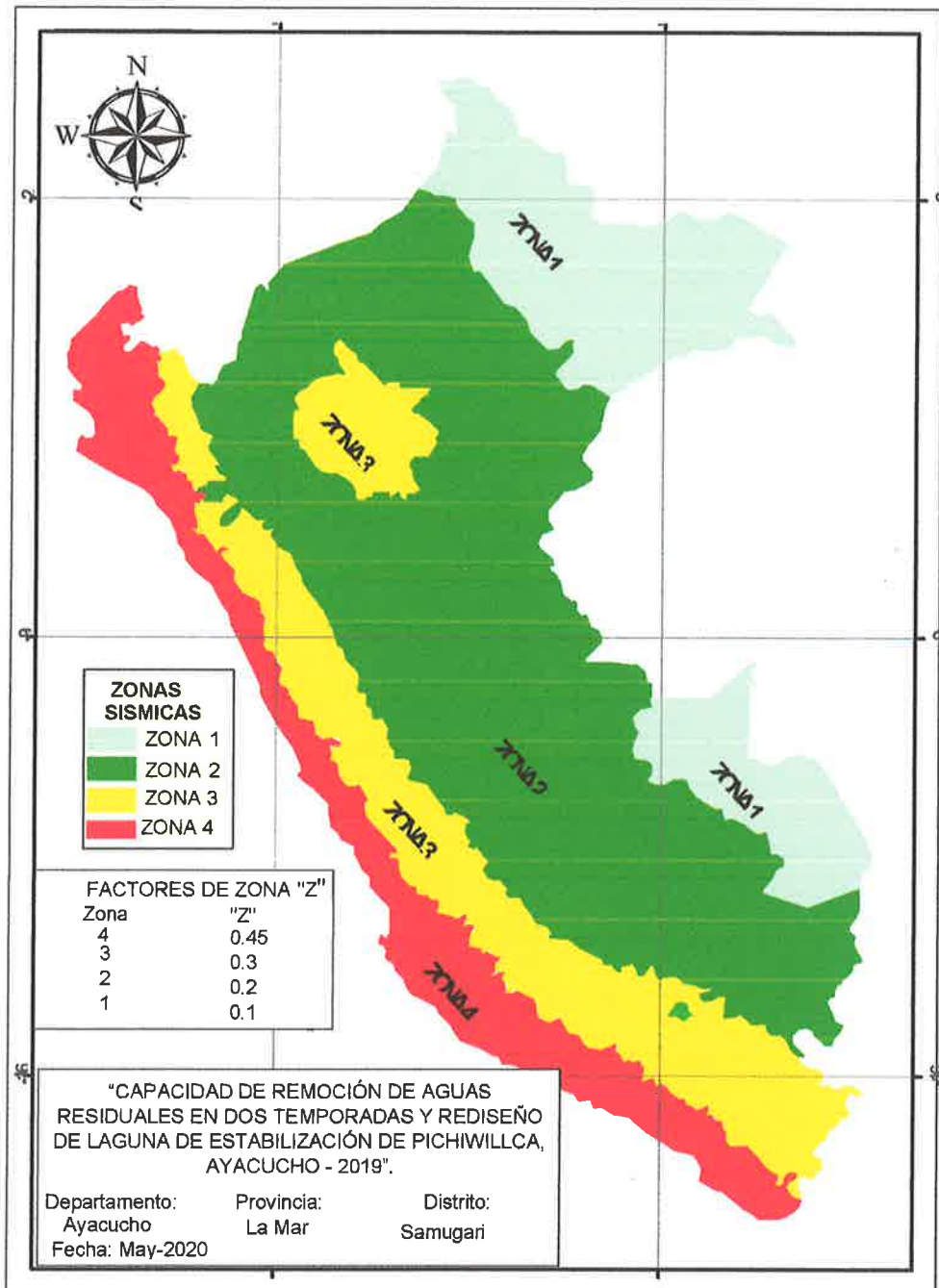
Para la zona en estudio según el Reglamento Nacional de Edificaciones y de las características geotécnicas de la zona se tiene los siguientes factores geotécnicos para diseño sismo resistente que se indican en la siguiente Tabla:

Cuadro N° 01: Parámetros de sitio

DESCRIPCION		VALORES
Factores de Zona	Zona 2	Z= 0.25 g
Perfil tipo de suelo	Suelos Blandos S3	S= 1.40
	Periodo que define la plataforma del factor de ampliación sísmica	Tp= 1.00 seg.
	Periodo que define el inicio de la zona del factor de ampliación sísmica.	Tl= 1.60 seg.


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACTOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES

Mapa de Zonificación sísmica. (RNE. Norma Técnica E.030)



IV. EXPLORACIONES DE CAMPO

Para el presente estudio se ejecutaron los siguientes ensayos de campo: dos (02) excavaciones a cielo abierto (calicatas) con obtención de muestras, distribuidos convenientemente en la zona de estudio.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS

4.1. Excavación de calicatas

Con el objeto de identificar los diferentes estratos de suelo y su composición mediante la obtención de muestras alteradas de su interior, se ejecutaron excavaciones con equipo manual a cielo abierto (calicatas), alcanzando una profundidad máxima de 2.50 m., a cada calicata se le denominó C-01 y C-02.

En cada una de las calicatas se realizó el registro de la excavación de acuerdo a la norma ASTM D-2488, describiendo el perfil estratigráfico y el tipo de material encontrado, la descripción comprende: la clasificación técnica, forma del material granular; color; porcentaje estimado de bolonería y presencia de material orgánico; contenido de humedad e índice de plasticidad.

A continuación, se presenta un resumen de las calicatas. Los registros de los ensayos se muestran en el anexo.

Cuadro N° 02: Resumen de Calicatas

Lugar de Muestreo	Coordenadas		N° de muestra	Profundidad alcanzada (m)	Nivel freático (m)
	Este	Norte			
C-01/Laguna N° 01	647484.11	8586222.9	M-1	2.50	N.A
C-02/Laguna N° 02	647570.05	8586341.65	M-2	2.50	N.A

4.2. Ensayos de Densidad de Campo

Para determinar la densidad del suelo de fundación se ha ejecutado ensayos de densidad por el método del cono de arena, cuyos resultados se presentan a continuación.

Cuadro N° 03: Resultados de densidad del suelo

Calicata	Ensayo	Profundidad	Densidad Húmeda (gr/cm ³)
C-01/Laguna N° 01	D-1	1.00 – 1.20	1.48
C-02/Laguna N° 02	D-4	1.00 – 1.20	1.50

Los registros de campo se encuentran en el anexo.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS

V. ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1. Ensayos Estándar

Se tomaron un total de dos muestras alteradas en las excavaciones, para la ejecución de los ensayos de laboratorio correspondientes, para lo cual cada muestra fue identificada convenientemente y embalada en bolsas de polietileno para ser remitidas al laboratorio.

Con las muestras alteradas obtenidas de las excavaciones (calicatas), se realizaron ensayos estándar de clasificación de suelos y de propiedades físicas consistentes en: análisis granulométrico por tamizado y contenido de humedad.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas de la American Society For Testing and Materials (ASTM). Las normas para estos ensayos son los siguientes:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422
- ✓ Contenido de humedad ASTM D-2216
- ✓ Límites de Atterberg ASTM D-4318
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487

Cuadro N° 04: Ensayos Estándar

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			C.H (%)	Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L	L.P.	I.P.		
C-01/Laguna N° 01	M-1	2.50	4.3	61.4	34.3	26.6	20.2	6.4	13.9	SC-SM
C-01/Laguna N° 02	M-1	2.50	8.1	55.9	36.0	28.5	21.6	6.9	15.7	SC-SM

Los certificados de los ensayos de laboratorio se presentan en el anexo.

5.2. Corte Directo

El ensayo de corte directo, se realizó siguiendo la Norma NTP 339.171/ASTM D3080, las muestras alteradas fueron remodeladas en base a los ensayos como el peso volumétrico, obtenidas de las exploraciones de campo (calicatas), sobre el terreno de fundación de las estructuras proyectadas.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los cuatro ensayos de corte directo realizados.


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
 FUNDAMENTOS

Cuadro N° 05: Resumen de Ensayo Corte Directo

Calicata	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	C (kg/cm ²)	∅ (°)
C-01/Laguna N° 01	1.80	SC-SM	18.7	0.04
C-01/Laguna N° 02	1.80	SC-SM	18.2	0.04

C: cohesión

∅: ángulo de fricción

Los certificados de los ensayos de laboratorio se presentan en el anexo.

5.3. Ensayos Químicos

Con el objeto de estimar el grado de agresividad del suelo se han ejecutado ensayos químicos de suelo, donde se han determinado el Ph, sales solubles totales, cloruros y sulfatos contenidos en las muestras de suelo, obtenidas de las exploraciones (calicatas).

Dichos ensayos han sido ejecutados bajo los alcances de las siguientes normas:

- ✓ Sales solubles totales: determinación de sales solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.152
- ✓ Cloruro soluble: determinación de cloruros solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.177
- ✓ Sulfato soluble: determinación de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.178
- ✓ pH: Método potenciométrico

Cuadro N° 06: Resultados de los Ensayos Químicos

Calicata	Profundidad (m)	pH	SST (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)
C-01/Laguna N° 01	0.80 – 1.50	7.02	3568.45	2282.37	569.85
C-01/Laguna N° 02	0.80 – 1.50	6.89	3268.19	2016.82	3268.19

SST: Sales solubles totales

ppm: partes por millón

En base a los resultados de los análisis químicos en muestras de suelo, al cuadro siguiente que presenta los límites permisibles recomendados por el Comité ACI 318-2008, y valores recopilados de la literatura existente sobre las cantidades en partes por millón (ppm) de sulfatos, cloruros y sales solubles totales, así como el

grado de alteración y las observaciones del ataque a las armaduras y al concreto, se da las recomendaciones necesarias para la protección ante el ataque químico.

Cuadro N° 07: elementos nocivos para la cimentación

COMPARATIVO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO SEGÚN LAS SIGUIENTES NORMAS: (valores expresados en partes por millón)									
Grado de Ataque	Comité 318-83 ACI				BRS DIGEST (segunda Aerie) 90				
	Americana				Inglesa				
	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el agua	Tipo de cemento recomend. (*)	Rel.a/c máxima recomend. (**)	Sulfatos en el suelo	Sulfatos en el agua	Tipo de cemento recomend. (*)	Rel.a/c máxima recomend. (**)	Cont. Mínimo de cemento (***)
Leve	0-1000	0-150	I	-	<2400	<360	I	0.55	280
Moderado	1000-2000	150-1500	II	0.50	2400-6000	360-1440	II	0.50	330
Severo	2000-20000	1500-10000	V	0.45	6000-24000	1440-6000	V	0.45	330
Muy severo	>20000	>10000	V+ Puzolana	0.45	>24000	>6000	V+ Revestimiento protector	0.45	370
*tipo de cemento recomendado					*tipo de cemento recomendado				
**relación agua – cemento recomendada en el diseño del concreto					**relación agua – cemento recomendada en el diseño del concreto				
***contenido mínimo de cemento en kg/m ² , que debe usarse en el concreto.					***contenido mínimo de cemento en kg/m ² , que debe usarse en el concreto.				

Cuadro N° 08: límites permisibles

Presencia en el Suelo	ppm	Grado de Alteración	Observaciones
*Sulfatos	0 - 1000	Despreciable	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1000 - 2000	Moderado	
	2000 - 20000	Severo	
	>20000	Muy Severo	
*Cloruros	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
**Sales Solubles Totales	>15000	Perjudicial	Ocasiona de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

*Comité ACI 318-2008

**Experiencia existente

El contenido de cloruros está por debajo de los límites perjudiciales, por lo que se descarta daños a la armadura de refuerzo.

Así mismo los niveles de sales solubles totales están por debajo de los límites perjudiciales por lo cual se descarta problemas de pérdida de resistencia del suelo por lixiviación.

En conclusión, los niveles de agresividad química son leves por lo cual se recomienda el empleo de cemento tipo I.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
CONCRETO

VI. ANALISIS DE CIMENTACION

A continuación, se presenta el análisis de cimentación, desarrollado sobre la base de los resultados de la descripción de la evaluación geológica y resultados de los ensayos de laboratorio.

Este análisis consiste en determinar la capacidad admisible tomando en cuenta las características geotécnicas del terreno de fundación.

6.1. Profundidad de Cimentación

Tomando en cuenta las características del terreno en los puntos investigados, estimando las dimensiones de las estructuras proyectadas, se recomienda considerar mejoramiento del suelo, en caso de proyectarse estructuras que superen las cargas máximas determinadas en el presente estudio.

6.2. Determinación de Parámetros Geotécnicos

Para el área de la laguna N° 01, la calicata C-01 mostro un material conformado por Arena Limo Arcillosa (SC-SM) de mediana plasticidad.

Para el área de la laguna N° 02, la calicata C-01 mostro un material conformado por Arena Limo arcillosa (SC- SM) de mediana plasticidad.

La estimación de los parámetros geotécnicos, como el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c) del suelo, han sido efectuados a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio de corte directo y de una estimación del tipo de suelo en el que requiere cimentar.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los parámetros de resistencia y deformación considerados para los cálculos de la capacidad admisible del terreno.

Cuadro N° 09: parámetros geotécnicos para el proyecto

Calicata	Prof. (m)	γ (gr/cm ³)	Cohesión (kg/cm ²)	ϕ (°)	Es (kg/cm ²)	u
C-01	1.50	1.48	0.04	18.7	300	0.20
C-02	1.50	1.50	0.04	18.2	300	0.20

El valor del módulo de elasticidad (Es) y el módulo de Poisson (u) han sido obtenidos de estimaciones, literatura y a experiencias similares.

Se realizará los cálculos de la capacidad admisible del terreno para una cimentación superficial.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS

6.3. Capacidad Admisible del Suelo

La capacidad admisible del suelo, primero se calculará por resistencia y luego se verifica por asentamiento.

6.3.1. Capacidad Admisible por Resistencia

Para determinar la capacidad admisible por resistencia se ha usado el método de Terzagui y Peck, con los parámetros de Vesic, cuya ecuación se muestra a continuación:

$$q_u = S_c C N_c + S_y \frac{1}{2} \gamma B N_y + S_q \gamma D_f N_q \qquad q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

- q_u = capacidad ultima de carga
- q_{ad} = capacidad admisible de carga
- F_s = factor de seguridad
- γ = peso unitario del suelo
- B = ancho de la cimentacion
- D_f = profundidad de cimentacion
- N_c, N_y, N_q = parametros de capacidad portante en funcion de ϕ
- S_c, S_y, S_q = factores de forma (Vesic, 1979)

$$S_y = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right); \quad S_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) * \left(\frac{B}{L} \right); \quad S_q = 1 + \text{tg } \phi \left(\frac{B}{L} \right)$$

En el área de la laguna N° 01, la calicata C-01, está conformado por arena limo arcilloso (SC-SM), se ha realizado los cálculos estimando una cimentación superficial mediante platea (BxB) de 6.0x6.0 m. y 8.0x8.0m y zapata cuadrada de ancho (B) variable de 1.0 m y 2.0 m.

Cuadro N° 10: capacidad admisible por resistencia

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	ϕ (°)	q_u (kg/cm ²)	q_{adm} (kg/cm ²)
C-01 Laguna N° 01	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.7	4.7	1.6
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.7	5.6	1.9
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.7	3.5	1.2
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.7	3.9	1.3

En el área de la laguna N° 02, la calicata C-02, está conformado por arena limo arcillosa (SC-SM), e ha realizado los cálculos estimando una cimentación superficial mediante platea (BxB) de 6.0x6.0 m. y 8.0x8.0m y zapata cuadrada de ancho (B) variable de 1.0 m y 2.0 m.

Cuadro N° 11: capacidad admisible por resistencia

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	Ø (°)	q _u (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)
C-02 Laguna N° 02	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.2	4.5	1.5
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.2	5.2	1.7
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.2	3.3	1.1
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.2	3.7	1.2

6.3.2. Capacidad Admisible por Asentamiento

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 2.5 cm (cimiento corrido y zapata) y 5.1 cm (platea), por el tipo de cimentación. Lambe (1994).

Para el cálculo del asentamiento se ha considerado las siguientes relaciones:

$$S_i = \frac{q \cdot B \cdot (1-u^2) \cdot I_f}{E_s} \quad I_f = \frac{\sqrt{L}}{B_z}$$

Donde:

S_i = asentamiento inmediato producido, en cm.

u = coeficiente de poisson

I_f = factor de forma $\left(\frac{cm}{m}\right)$

B = ancho de la cimentacion

L = longitud de la cimentacion

E_s = modulo de elasticidad $\left(\frac{tn}{m^2}\right)$

$q_{ad(2)}$ = capacidad admisible por asentamiento $\left(\frac{tn}{m^2}\right)$

B_z = parametro en funcion de las dimensiones de la cimentacion

D_f = profundidad de cimentacion



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES

Cuadro N° 12: capacidad admisible por asentamiento

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	Ø (°)	Es (kg/cm ²)	u	Q _{adm} (kg/cm ²)
C-01 Laguna N° 01	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.7	300	0.20	1.6
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.7	300	0.20	1.9
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.7	300	0.20	1.2
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.7	300	0.20	1.3

Cuadro N° 13: capacidad admisible por asentamiento

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	Ø (°)	Es (kg/cm ²)	u	Q _{adm} (kg/cm ²)
C-02 Laguna N° 02	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.2	300	0.20	1.5
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.2	300	0.20	1.7
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.2	300	0.20	1.1
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.2	300	0.20	1.2

VII. PRUEBA DE INFILTRACION

7.1. Descripción

El presente informe técnico tiene como objetivo principal realizar la prueba de infiltración, en el terreno destinado a las lagunas facultativas en el C.P. Pichiwilla.

Se ha realizado la prueba según lo establecido en reglamento Nacional de Construcciones en la Norma I.S-020.

7.2. Descripción del ensayo

Prueba de infiltración – reglamento Nacional de Construcciones – Norma I.S. 020

La prueba de percolación se utiliza para obtener un estimativo del tipo cuantitativo de la capacidad de absorción de un determinado sitio.

El procedimiento recomendado para realizar la prueba es el siguiente:

1. Número y Ubicación de las Pruebas Se harán 6 o más pruebas en agujeros separados uniformemente en el área donde se construirá el campo de percolación.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INVENTOR

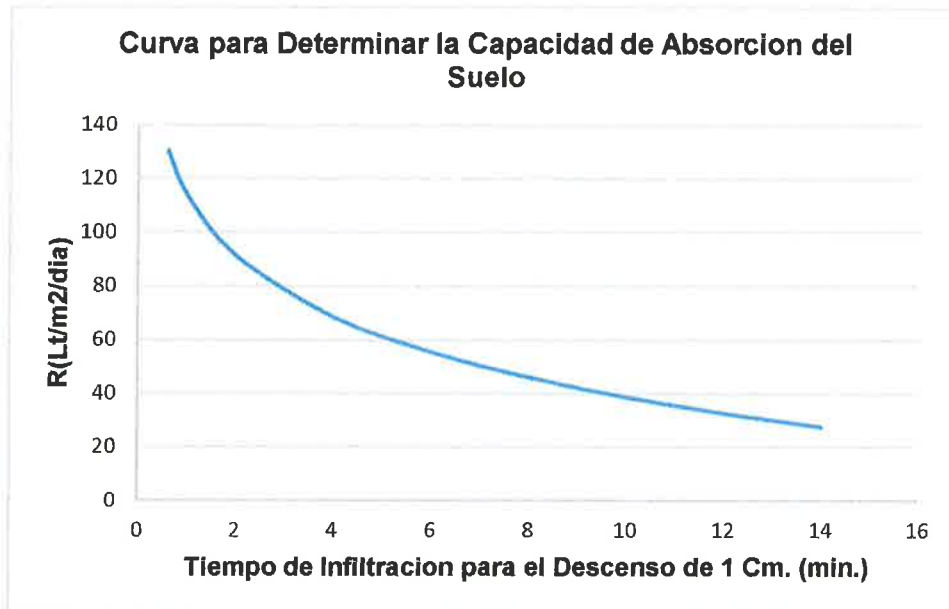
2. Tipo de Agujeros Excávense agujeros cuadrados de 0,3 x 0,3 m cuyo fondo deberá queda a la profundidad a la que se construirán las zanjas de drenaje.
3. Preparación del Agujero de Prueba Cuidadosamente, con cuchillo se repararán paredes del agujero; añada 5 cm de grava fina o arena gruesa al fondo del agujero.
4. Saturación y Expansión del Suelo Se llenará cuidadosamente con agua limpia el agujero hasta una altura de 0.30 m sobre la capa de grava y se mantendrá esta altura por un período mínimo de 4 horas. Esta operación debe realizarse en lo posible durante la noche. A las 24 horas de haber llenado por primera vez el agujero, se determinará la tasa de percolación de acuerdo con el procedimiento que se describe a continuación.
5. Determinación de la Tasa de Percolación:
 - a) Si el agua permanece en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se ajusta la profundidad aproximadamente a 25 cm sobre la grava. Luego utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua durante un periodo de 30 min. Este descenso se usa para calcular la tasa de percolación.
 - b) Si no permanece agua en el agujero después del periodo nocturno de expansión, se añade agua hasta lograr una lámina de 15 cm por encima de la capa de grava. Luego, utilizando un punto de referencia fijo, se mide el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos aproximadamente, durante un periodo de 4 horas.

Cuando se estime necesario se podrá añadir agua hasta obtener un nuevo nivel de 15 cm por encima de la capa de grava. El descenso que ocurre durante el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de absorción o infiltración. Los datos obtenidos en las primeras horas proporcionan información para posibles modificaciones del procedimiento, de acuerdo con las condiciones locales.
 - c) En suelos arenosos o en algunos otros donde los primeros 15 cm de agua se filtran en menos de 30 minutos después del periodo nocturno de expansión, el intervalo de tiempo entre mediciones debe ser de 10 minutos y la duración de la prueba una hora. El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración

Nota: En los terrenos arenosos no será necesario esperar 24 horas para realizar la prueba de percolación.

7.3. Análisis y Resultados del ensayo

Luego de culminado la fase de ensayos de campo, se analiza los resultados obtenidos.



Fuente: R.N.C. -IS 020

- R= Coeficiente de Infiltración ($Lm^2 \times dia$)

7.3.1. Pruebas Realizadas

Se realizó 05 pruebas de infiltración (percolación), en los terrenos destinados al proyecto, según lo establecido en la Norma IS-020.

El tipo de suelo predominante en la zona de estudio, tiene una clasificación SUCS SC-SM, las cuales mostraron una regular tasa de infiltración según las comparaciones con tablas publicadas en las Normas Técnicas.

De las pruebas de infiltración realizadas, se obtuvo diferentes tasas de infiltración el que se detalla a continuación:


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS

Cuadro N° 14: Resultados de Prueba de infiltración del suelo

Terreno/Laguna	Tasa de Infiltración (min.)	Coefficiente de infiltración R (Lt/m ² /dia)
Prueba N° 01	11.00	36.00
Prueba N° 02	10.00	39.00
Prueba N° 03	11.00	36.00
Prueba N° 04	10.00	39.00

Según lo estipulado en las especificaciones Técnicas diseño de pruebas de infiltración, de la unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural -OPS/CEPIS/0.382 – UNATSABAR, clasifica a los terrenos de acuerdo a los resultados de esta prueba en rápidas, medias y lentas, según los valores de la presente tabla.

Cuadro N° 15: Clasificación de suelos según su infiltración

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

FUENTE: NORMA TÉCNICA I.S. 020 TANQUES SÉPTICOS

- De acuerdo a los ensayos de percolación realizadas en las zonas del proyecto, los suelos son de infiltración lenta.



Ing. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El objetivo del presente estudio es el de conocer las propiedades físico mecánicas del terreno sobre el cual se emplazará el proyecto, y así identificar el tipo de suelo y sus características físico-mecánicas.
- ✓ Los suelos presentes en el área de influencia del proyecto son de origen aluvio-coluvial, conformada por gravas, arena englobadas en una matriz limo-arcillosa. Los afloramientos rocosos se observan en las quebradas, donde las crecidas en épocas de lluvias arrastran el material de cobertura, y están conformados por rocas metamórficas como pizarras y filitas.
- ✓ Los perfiles estratigráficos de las calicatas de exploración indica la presencia de suelos finos y arenosos clasificados como arena limo arcillosa (SC-SM). El material gravoso es escaso y están conformado por pizarras fracturadas.
- ✓ En la zona de estudio no se han identificado problemas de geodinámica externa de consideración que puedan afectar la funcionabilidad de las estructuras en la vida útil del proyecto, sin embargo considerar que en épocas de alta precipitaciones pluviales se produzcan un mayor afecto de las aguas de escorrentía e infiltración sobre la estabilidad de las laderas; con procesos locales de saturación – reptación y formación de flujos que movilizan los horizontes de rocas descompuestas y parte de los depósitos coluviales, que podrían provocar movimientos superficiales, causados por la saturación del terreno, que siguen la dirección de la pendiente natural del terreno, lo cual afectaría a suelos con plasticidad media a alta. Por lo que se recomienda un manejo riguroso de las aguas de escorrentía para controlar estos procesos que podrían afectar las estructuras proyectadas.
- ✓ Los valores de capacidad admisible de los terrenos, se muestran en el siguiente cuadro, donde se han consignado, para fines de cálculo, valores de ancho (B) y largo (L) para zapatas aisladas y plateas.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	Ø (°)	Es (kg/cm ²)	u	Q _{adm} (kg/cm ²)
C-01 Laguna N° 01	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.7	300	0.20	1.6
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.7	300	0.20	1.9
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.7	300	0.20	1.2
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.7	300	0.20	1.3

Zona	Tipo	Df (m)	BxL (m)	Cohesión (kg/cm ²)	Ø (°)	Es (kg/cm ²)	u	Q _{adm} (kg/cm ²)
C-02 Laguna N° 02	Platea	1.0	6.0x6.0	0.04	18.2	300	0.20	1.5
		1.0	8.0x8.0	0.04	18.2	300	0.20	1.7
	Zapata Cuadrada	1.5	1.0x1.0	0.04	18.2	300	0.20	1.1
		1.5	2.0x2.0	0.04	18.2	300	0.20	1.2

- ✓ De los resultados de los ensayos químicos se concluye que los niveles de cloruros y sales solubles totales están por debajo de los límites perjudiciales, por lo cual se descarta daños a la armadura de refuerzo, y se podrá utilizar el cemento portland tipo I.
- ✓ Se debe tener en cuenta que la Capacidad de Carga Admisibile del terreno varía en función de diversos parámetros intrínsecos y extrínsecos, como son el área de la cimentación, forma de la cimentación, profundidad de cimentación, etc. Por lo cual no se puede hablar de un solo valor de capacidad de carga admisible del terreno, si no de varios valores, todos para una misma cimentación.
- ✓ De acuerdo a los ensayos de percolación realizadas en las zonas del proyecto, los suelos son de infiltración lenta.

Terreno/Laguna	Tasa de Infiltración (mln.)	Coefficiente de infiltración R (Lt/m ² /dia)
Prueba N° 01	11.00	36.00
Prueba N° 02	10.00	39.00
Prueba N° 03	11.00	36.00
Prueba N° 04	10.00	39.00


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INAMENTON

- ✓ Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo a la práctica usual de la Ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado, para el terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata.

Sin embargo, por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en algunos sondeos a toda el área del proyecto, no siempre es posible tener seguridad total acerca de la información obtenida.



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS

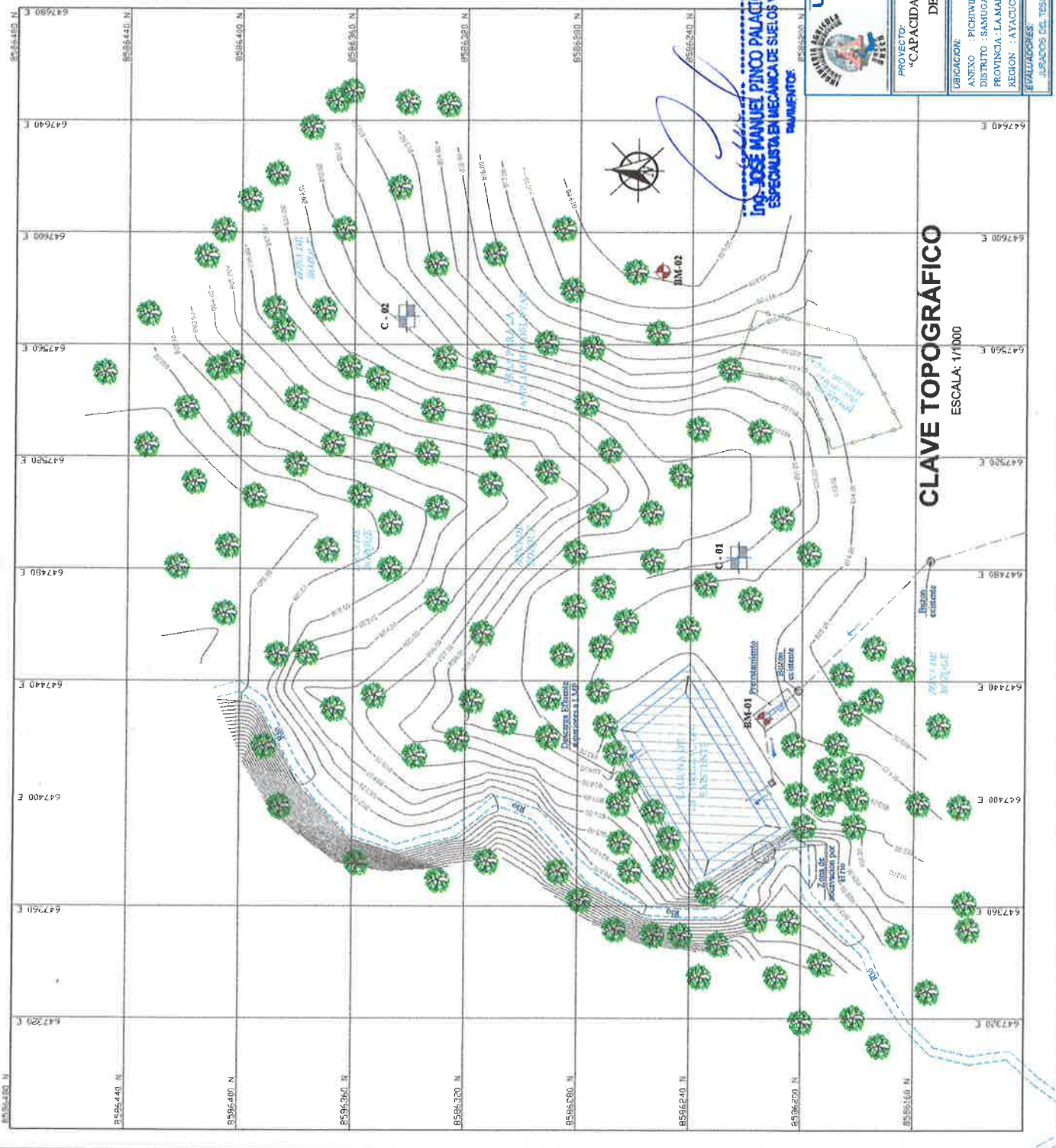
ANEXOS



Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS

ANEXO I: Figuras


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
#1111111111



CUADRO DE BMS

BMs	Elevación	Norte	Este	Descripción
01	813.21	8586213.30	647426.78	Monumentado en concreto existente
02	813.09	8586231.69	647586.06	Monumentado en raso fija

DIMENSIONES DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN


Laguna	Largo	Ancho	Corona	Totid	Descripción
01	64.0m	32.0m	2.5m	1.501	Estructura rústica

UBICACIÓN DE CALICATAS

Cal	Elevación	Norte	Este	Descripción
01	811.09	8586226.92	647484.11	Para Laguna 01
02	810.29	8586241.53	647570.05	Para Laguna 02

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CALICATAS, POZO DE EXTRACCIÓN
	PIAR EXISTENTE, PRETRATAMIENTO Y LAGUNA
	BOSQUE
	SÍMBOLO DE BM Y IGN
	HERRADURAS
	RINCHUELO
	TUBERÍA EXISTENTE e=3"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

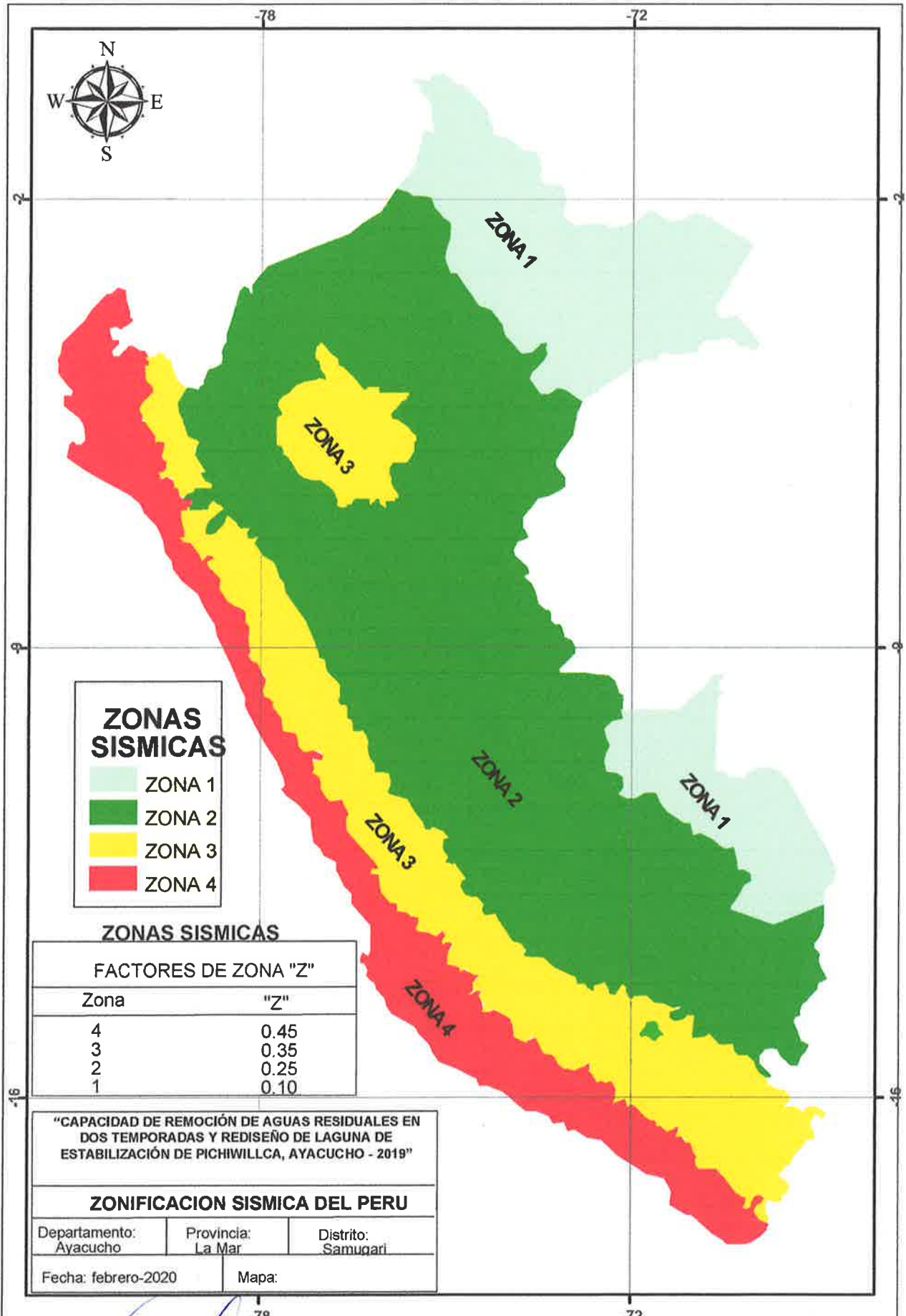
LAMINA

PC-01

PROYECTO:
"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHWILLCA, AYACUCHO - 2019"

<p>UBICACIÓN: ANEXO : PICHWILLCA DISTRITO : SANGOHARI PROVINCIA : LAMAR REGION : AYACUCHO</p>	<p>PLANO: PLANO UBICACION CALICATAS</p>	<p>FECHA: MAYO 2020</p>
<p>ELABORADOR: Y. L. B.</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>REVISOR: BACH. YEMERSON LAFIA BENDEZU</p>

CLAVE TOPOGRÁFICO
ESCALA: 1/1000



ZONAS SISMICAS

- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4

ZONAS SISMICAS

FACTORES DE ZONA "Z"	
Zona	"Z"
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

ZONIFICACION SISMICA DEL PERU

Departamento: Ayacucho	Provincia: La Mar	Distrito: Samugari
Fecha: febrero-2020		Mapa:

Jose Manuel Pinco Palacios
 Ing. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 PAVIMENTOR

ANEXO II: Registros de Exploración


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS



PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS

PROYECTO :	"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHWILLCA, AYACUCHO - 2019"	
SOLICITANTE :	Consultor	
CALICATA :	C-01	
UBICACIÓN :	Laguna N° 01 E:647484.11; N:8586222.9	Tec. L.M.S.
		FECHA: feb-20

1.- DATOS		2.- PERSONAL	
NIVEL FREÁTICO:	NO	CALICATA:	C-01
EXCAVACION:	Manual	SONDAJE:	2.50m
		OPERADOR:	J.M.L.
		ASISTENTE:	

3.- PERFIL						
Profundidad Cm.	NIVEL FREÁTICO	PERFIL GEOLOGICO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION		Profundidad Cm.
				AASHTO	SUCCS	
0			De 0.00m a 0.10 m. suelos orgánicos (limo orgánico), además de raíces incipientes.	PT y OL	PT y OL	0
50.0			De 0.10m a 2.50m, el segundo estrato corresponde a un suelo tipo Arena limo arcillosa (SC - SM), de baja plasticidad, de color rojo amarillento, en estado semi consolidado y húmedo. No se encontró la napa freática. se clasifica en el sistema unificado de clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta poca cantidad de grava (4.3%), presenta bastante cantidad de arena (61.4%), y presenta bastante finos (M.33%), la fracción gruesa es de perfil sub angular con textura fina, tipo roca fracturada, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad baja (índice plástico de 6.4%, lo que indica que la fracción fina es poco arcillosa), y de compresibilidad baja (límite líquido 26.6%, límite plástico de 20.2%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad 13.9%).	A-2-4 (0)	SC-SM	50.00
100.0						100.00
150.0						150.00
200.0						200.00
250.0						250.00

OBSERVACIONES

Ing. JOSÉ MANUEL RINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INMUEBLES



PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELOS

PROYECTO	"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"	
SOLICITANTE	Consultor	
CALICATA	C-02	
UBICACIÓN	C.P. Pichiwilca, Laguna N° 02. E: 647570.05; N: 8586341.65	Tec. L.M.S.
		FECHA: feb-20

1.- DATOS		2.- PERSONAL	
NIVEL FREÁTICO:	NO	CALICATA:	C-02
EXCAVACION:	Manual	SONDAJE:	2.50m
		OPERADOR:	J.M.L.
		ASISTENTE:	

3.- PERFIL						
Profundidad Cm.	NIVEL FREÁTICO	PERFIL GEOLOGICO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION		Profundidad Cm.
				AASHTO	SUCCS	
0			Refienos no controlados, conformado por suelos orgánicos (limo orgánico), presencia turba (material orgánico en descomposición) además de raíces incipientes, estrato no adecuado para el desplante de cimentación.	PT y OL		0
250.0			De 0.20m a 2.50m, el segundo estrato corresponde a un suelo tipo Arena limo Arcillosa, de mediana plasticidad, de color rojizo, en estado consolidado y húmedo. No se encontró la napa freática. se clasifica en el sistema unificado de clasificación del AASHTO como un A-4(0), presenta poca cantidad de grava (8.9%), presenta bastante cantidad de arena (55.9%), y presenta bastante finos (36.0%), la fracción gruesa es de perfil sub angular con textura fina, tipo roca fracturada, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad baja (índice plástico de 6.9%, lo que indica que la fracción fina es poco arcilloso), y de compresibilidad media (límite líquido 28.5%, límite plástico de 21.6%), el terreno se encuentra húmedo sin presencia visible de agua (humedad 15.7%).	A-4 (0)	SC- SM	250.00

OBSERVACIONES

Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
 CIMENTACIONES

ANEXO III: Ensayos de Laboratorio


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-88, ASTM D422)

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWLLCA, AYACUCHO - 2019"

SOLICITANTE : Consultor

TECNICO : J.U.V

MATERIAL : Natural

ING. RESPONSABLE : R.P.A

ESTRATO : E-2

FECHA : feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : Laguna N° 01 E:647484.11; N:8686222.9

TAMAÑO MAXIMO : 3/8"

CALICATA : C-01

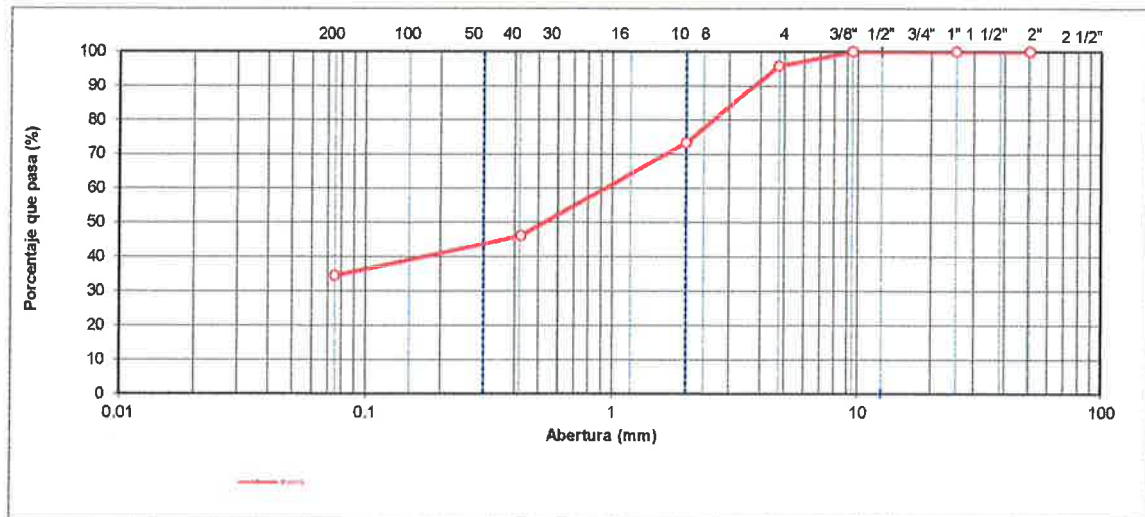
Peso inicial seco : 500 g

PROF. (m) : 2.50

Peso lavado seco : 320.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 13.9
2"	50.800						Límite Líquido (LL) : 26.6
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP) : 20.2
1"	25.400						Índice Plástico (IP) : 6.4
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS) : SC - SM
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO) : A-2-4
3/8"	9.500				100.00		Índice de Grupo : (0)
N° 4	4.750	21.35	4.27	4.27	95.73		Módulo de Fineza : 2.2
N° 8	2.360	46.50	8.90	13.17	86.83		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 10	2.000	70.68	13.53	26.71	73.29		Descripción (SUCS) : Arena limo arcillosa
N° 16	1.190	50.98	9.76	36.47	63.53		OBSERVACIONES :
N° 20	0.840	38.70	7.41	43.88	56.12		Grava 2" - N° 4 : 4.3
N° 30	0.600	35.81	6.86	50.73	49.27		Arena N°4 - N° 200 : 61.4
N° 40	0.425	16.86	3.23	53.96	46.04		Finos < N° 200 : 34.3
N° 50	0.300	12.05	2.31	56.27	43.73		D ₁₀ =D _{60(mm)} = 0.0218
N° 80	0.177	8.90	1.70	57.97	42.03		D _{30(mm)} = 0.0655
N° 100	0.150	26.29	5.03	63.00	37.00		D _{60(mm)} = 1.0231
N° 200	0.075	13.87	2.66	65.66	34.34		CU= 46.8429
< N° 200	FONDO	179.36	34.34	100.00	0.00		CC= 0.1921

CURVA GRANULOMETRICA





LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 423)

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHINLLCA, AYACUCHO - 2019"

SOLICITANTE : Consultor
 MATERIAL : Natural
 ESTRATO : E-2

TECNICO : J.U.V
 ING. RESPONSAI : R.P.A
 FECHA : feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : Laguna N° 01 E:647484.11; N:8586222.9 TAMAÑO MAXIMO : N° 40
 CALICATA : C-01
 PROF. (m) : 2.50

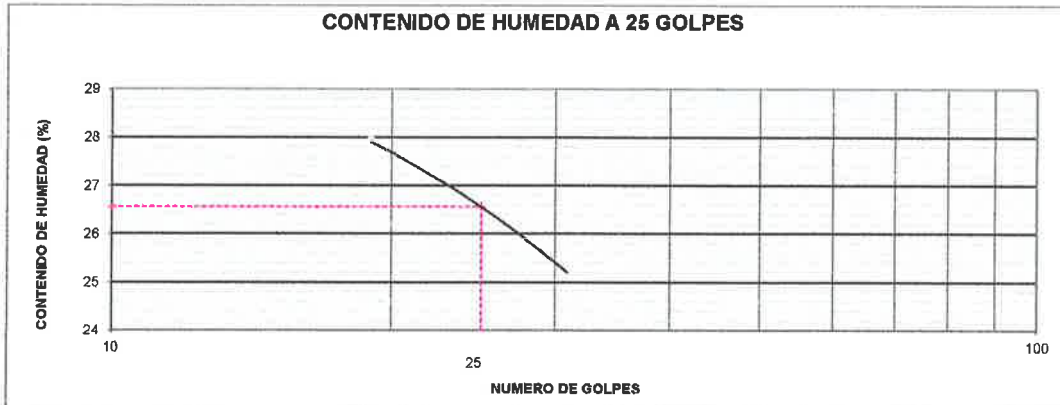
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	28.65	29.46	28.19
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.21	26.15	24.75
PESO DE AGUA	(g)	3.44	3.31	3.44
PESO DEL TARRO	(g)	11.58	13.64	12.45
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.63	12.51	12.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.24	26.46	27.97
NUMERO DE GOLPES		31	25	19

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		6	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	23.41	22.56
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	21.62	20.89
PESO DE AGUA	(g)	1.79	1.67
PESO DEL TARRO	(g)	12.52	12.81
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.1	8.1
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.67	20.67

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	26.6
LIMITE PLASTICO	20.2
INDICE DE PLASTICIDAD	6.4

OBSERVACIONES

--

Jose Manuel Pinco Palacios
 Ing. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
 FUNDAMENTOS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

Proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

Solicitante: Consultor

Lugar: Laguna N° 01 E:647484.11; N:8586222.9

Ubicación: C.P Pichiwilca

Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

Estado : Remoldeado (material < N° 4) **Clasificación SUCS:** SC-SM

Tipo de caja: Cuadrada **Muestra:** C-01-M1

Velocidad de corte: 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1	
Altura inicial	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Área Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.48 gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.80%
Humedad Fin.:	17.00%
Esf. Normal :	0.56 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.185 kg/cm ²

ESPECIMEN 2	
Altura	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Área Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.48 gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.80%
Humedad Fin.:	18.00%
Esf. Normal :	1.11 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.466 kg/cm ²

ESPECIMEN 3	
Altura	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Área Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.48 gr/cm ³
Humedad Inic.:	15.80%
Humedad Fin.:	18.90%
Esf. Normal :	2.22 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.747 kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.009	0.02
0.25	0.026	0.05
0.38	0.044	0.08
0.51	0.062	0.11
0.64	0.079	0.14
0.76	0.097	0.17
0.89	0.114	0.20
1.02	0.132	0.23
1.14	0.149	0.27
1.27	0.167	0.30
1.48	0.185	0.33
1.69	0.185	0.33
1.91	0.185	0.33
2.12	0.185	0.33
2.33	0.185	0.32
2.54	0.185	0.32
2.96	0.185	0.32
3.39	0.185	0.32
3.81	0.185	0.32
4.23	0.185	0.32
5.08	0.185	0.32
5.93	0.185	0.31
6.77	0.185	0.31
7.62	0.185	0.31
8.47	0.185	0.30
10.16	0.185	0.30
11.85	0.185	0.29
13.55	0.185	0.29
15.24	0.185	0.28
0.00	0.000	0.00

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.026	0.02
0.25	0.062	0.06
0.38	0.097	0.09
0.51	0.132	0.12
0.64	0.167	0.15
0.76	0.202	0.18
0.89	0.237	0.21
1.02	0.272	0.24
1.14	0.308	0.27
1.27	0.343	0.30
1.48	0.378	0.34
1.69	0.413	0.37
1.91	0.448	0.40
2.12	0.466	0.41
2.33	0.466	0.41
2.54	0.466	0.41
2.96	0.466	0.41
3.39	0.466	0.41
3.81	0.466	0.40
4.23	0.466	0.40
5.08	0.466	0.40
5.93	0.466	0.39
6.77	0.466	0.39
7.62	0.466	0.39
8.47	0.466	0.38
10.16	0.466	0.38
11.85	0.466	0.37
13.55	0.466	0.36
15.24	0.466	0.36
0.00	0.000	0.00

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.053	0.02
0.25	0.105	0.05
0.38	0.158	0.07
0.51	0.211	0.09
0.64	0.264	0.12
0.76	0.316	0.14
0.89	0.369	0.16
1.02	0.422	0.19
1.14	0.475	0.21
1.27	0.527	0.23
1.48	0.580	0.26
1.69	0.633	0.28
1.91	0.686	0.30
2.12	0.738	0.33
2.33	0.747	0.33
2.54	0.747	0.33
2.96	0.747	0.33
3.39	0.747	0.32
3.81	0.747	0.32
4.23	0.747	0.32
5.08	0.747	0.32
5.93	0.747	0.32
6.77	0.747	0.31
7.62	0.747	0.31
8.47	0.747	0.31
10.16	0.747	0.30
11.85	0.747	0.30
13.55	0.747	0.29
15.24	0.747	0.28
0.00	0.000	0.00


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIERO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

Proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIVILLCA, AYACUCHO - 2019"

Solicitante: Consultor

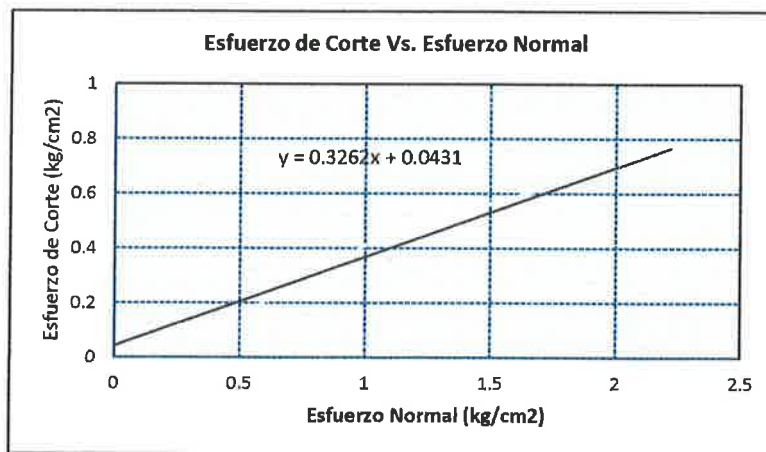
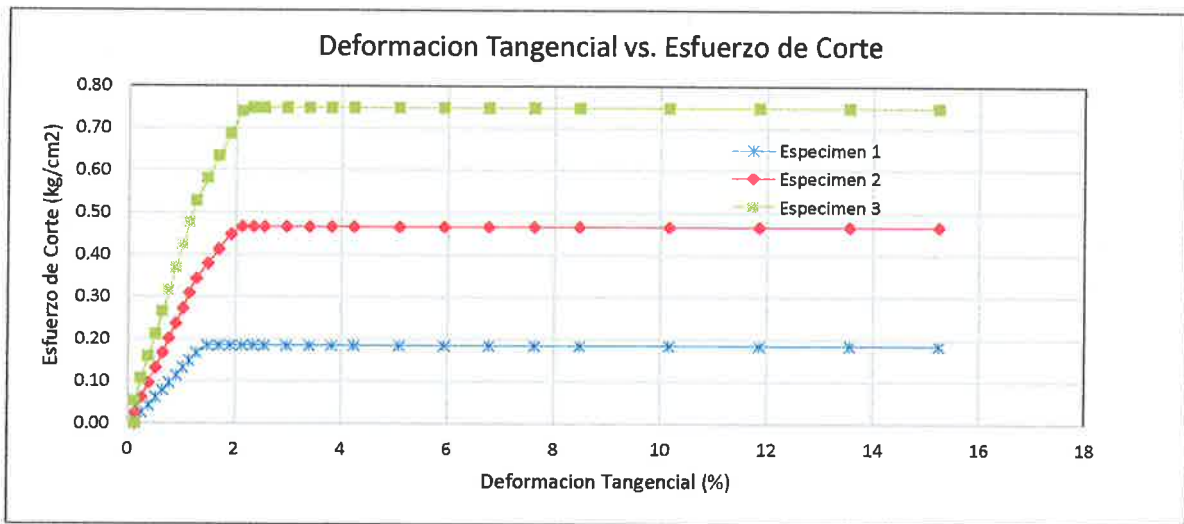
Lugar: Laguna N° 01 E:647484.11; N:8586222.9

Ubicación: C.P. Pichivillca

Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

Estado :	Remoldeado (material < N° 4)	Clasificación SUCS:	SC-SM
Tipo de caja:	Cuadrada	Muestra:	C-01-M1
Velocidad de corte:	0.5 mm/min		



Angulo de fricción interna $\phi(^{\circ})=$

18.7

Cohesion C (kg/cm²)

0.04

Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIERO



ANÁLISIS QUÍMICO ANÁLISIS DE SUELO - SALES

Proyecto : "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"

Región : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Samugari

Localidad : C.P. Pichiwilca

Solicitante : Consultor

Muestra : Laguna N° 01 E:647484.11; N:8586222.9

Fecha : feb-20

Muestra	ELEMENTOS			
	Ph	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	S.S.T (ppm)
Laguna N° 01/C-01/E-2	7.02	2282.37	569.85	3568.45

Metodos:

sales solubles Totales: determinación de sales solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.152

Cloruro soluble: determinación de cloruros solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.177

Sulfato soluble: determinación de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.178

pH: Método potenciométrico


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
CONCRETO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-88, ASTM D422)

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

SOLICITANTE : Consultor

TECNICO : J.U.V

MATERIAL : Natural

ING. RESPONSABLE : R.P.A

ESTRATO : E-2

FECHA : feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : Laguna N° 02 E:647570.05; N:8586341.65

TAMAÑO MÁXIMO : 1"

CALICATA : C-02

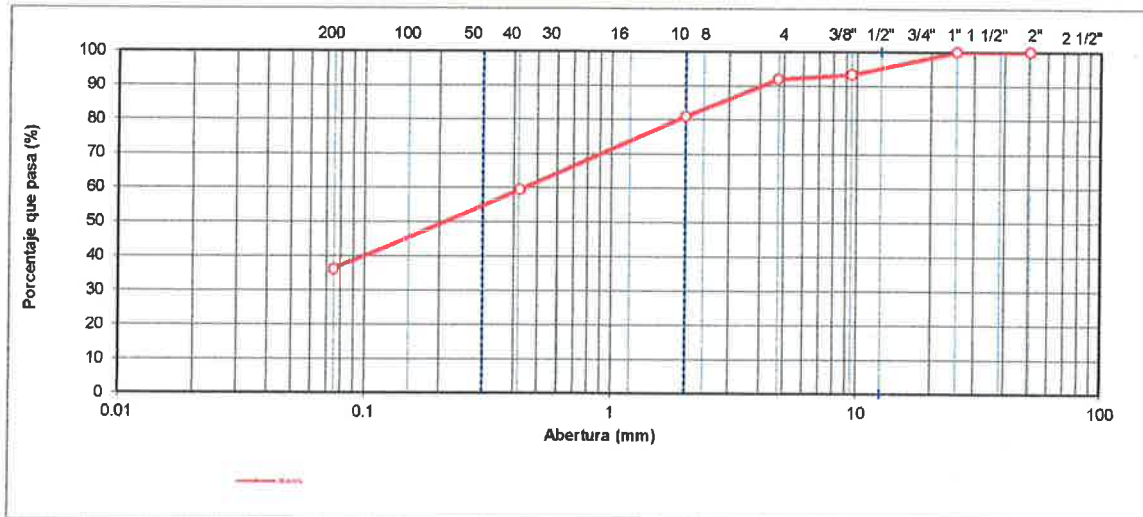
Peso inicial seco : 1200 g

PROF. (m) : 2.50

Peso lavado seco : 1102.0 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 15.7
2"	50.800						Límite Líquido (LL) : 28.5
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP) : 21.6
1"	25.400				100.00		Índice Plástico (IP) : 6.9
3/4"	19.000	23.50	1.96	1.96	98.04		Clasificación (SUCS) : SC - SM
1/2"	12.500	29.72	2.48	4.44	95.57		Clasificación (AASHTO) : A-4
3/8"	9.500	26.80	2.23	6.67	93.33		Índice de Grupo : (0)
N° 4	4.750	16.80	1.40	8.07	91.93		Módulo de Fineza : 1.6
N° 8	2.360	19.82	7.29	15.36	84.64		Descripción (AASHTO) : REG-MALO
N° 10	2.000	9.82	3.61	18.97	81.03		Descripción (SUCS) : Arena limo arcillosa
N° 16	1.190	7.69	2.83	21.80	78.20		OBSERVACIONES :
N° 20	0.840	15.24	5.60	27.40	72.60		Grava 2" - N° 4 : 8.1
N° 30	0.600	19.02	6.99	34.39	65.61		Arena N°4 - N° 200 : 55.9
N° 40	0.425	16.72	6.15	40.54	59.46		Finos < N° 200 : 36.0
N° 50	0.300	18.28	6.72	47.26	52.74		D ₁₀ =D _{60(mm)} = 0.0208
N° 80	0.177	18.47	6.06	53.32	46.68		D _{30(mm)} = 0.0625
N° 100	0.150	12.69	4.67	57.99	42.01		D _{60(mm)} = 0.4404
N° 200	0.075	16.29	5.99	63.98	36.02		CU= 21.1541
< N° 200	FONDO	97.96	36.02	100.00	0.00		CC= 0.4254

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES

Ing. JOSÉ MANUEL FINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIEROS



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 423)

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIMLLCA, AYACUCHO - 2019"

SOLICITANTE : Consultor
 MATERIAL : Natural
 ESTRATO : E-2
 TECNICO : J.U.V
 ING. RESPONSAI : R.P.A
 FECHA : feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN : Laguna N° 02 E:847570.05; N:8588341.65
 CALICATA : C-02
 PROF. (m) : 2.50
 TAMAÑO MAXIMO : N° 40

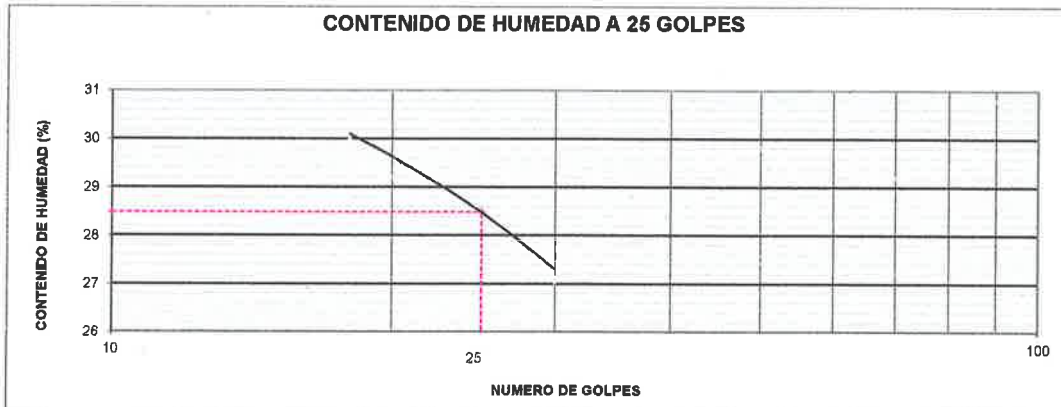
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO		4	6	5
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	29.87	30.05	29.87
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	26.45	26.19	26.06
PESO DE AGUA	(g)	3.42	3.86	3.79
PESO DEL TARRO	(g)	13.82	12.82	13.42
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.63	13.37	12.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.08	28.87	29.94
NUMERO DE GOLPES		30	25	18

LIMITE PLASTICO

N° TARRO		1	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.15	23.71
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	22.05	21.56
PESO DE AGUA	(g)	2.10	2.15
PESO DEL TARRO	(g)	12.08	11.82
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.0	9.7
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.06	22.07

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	28.5
LIMITE PLASTICO	21.6
INDICE DE PLASTICIDAD	6.9

OBSERVACIONES

--

Jose Manuel Pinco Palacios
 Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIEROS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

Proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

Solicitante: Consultor

Lugar: Laguna N° 02 E:647570.05; N:8586341.65

Ubicación: C.p Pichiwilca

Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

Estado : Remoldeado (material < N° 4) **Clasificación SUCS:** SC-SM

Tipo de caja: Cuadrada **Muestra:** C-02-M1

Velocidad de corte: 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1	
Altura inicial	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.50 gr/cm ³
Humedad Inic.:	14.15%
Humedad Fin.:	16.05%
Esf. Normal :	0.56 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.181 kg/cm ²

ESPECIMEN 2	
Altura	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.50 gr/cm ³
Humedad Inic.:	14.15%
Humedad Fin.:	16.56%
Esf. Normal :	1.11 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.451 kg/cm ²

ESPECIMEN 3	
Altura	22.0 mm
Lado de caja :	60.0 mm
Area Inicial:	36.0 cm ²
Densidad :	1.50 gr/cm ³
Humedad Inic.:	14.15%
Humedad Fin.:	16.76%
Esf. Normal :	2.22 kg/cm ²
Esf. Corte:	0.726 kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.009	0.02
0.25	0.023	0.04
0.38	0.041	0.05
0.51	0.059	0.07
0.64	0.076	0.08
0.76	0.095	0.09
0.89	0.111	0.14
1.02	0.129	0.15
1.14	0.142	0.17
1.27	0.163	0.18
1.48	0.164	0.20
1.69	0.164	0.23
1.91	0.178	0.25
2.12	0.178	0.26
2.33	0.178	0.27
2.54	0.179	0.29
2.96	0.179	0.31
3.39	0.181	0.32
3.81	0.181	0.32
4.23	0.181	0.33
5.08	0.181	0.32
5.93	0.181	0.31
6.77	0.181	0.31
7.62	0.181	0.31
8.47	0.181	0.30
10.16	0.181	0.29
11.85	0.181	0.29
13.55	0.181	0.29
15.24	0.181	0.28
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.026	0.02
0.25	0.057	0.05
0.38	0.072	0.07
0.51	0.095	0.10
0.64	0.145	0.13
0.76	0.182	0.15
0.89	0.217	0.17
1.02	0.251	0.21
1.14	0.282	0.23
1.27	0.323	0.28
1.48	0.354	0.31
1.69	0.391	0.32
1.91	0.427	0.35
2.12	0.443	0.36
2.33	0.445	0.39
2.54	0.451	0.39
2.96	0.451	0.42
3.39	0.451	0.43
3.81	0.451	0.43
4.23	0.451	0.43
5.08	0.451	0.42
5.93	0.451	0.41
6.77	0.451	0.41
7.62	0.451	0.40
8.47	0.451	0.40
10.16	0.451	0.39
11.85	0.451	0.39
13.55	0.451	0.35
15.24	0.451	0.33
0.00	0.000	0.00

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)
0.13	0.000	0.00
0.13	0.046	0.02
0.25	0.068	0.05
0.38	0.128	0.05
0.51	0.191	0.06
0.64	0.234	0.09
0.76	0.282	0.11
0.89	0.339	0.13
1.02	0.391	0.17
1.14	0.443	0.19
1.27	0.498	0.24
1.48	0.552	0.21
1.69	0.601	0.23
1.91	0.652	0.25
2.12	0.686	0.28
2.33	0.686	0.29
2.54	0.708	0.29
2.96	0.726	0.30
3.39	0.726	0.31
3.81	0.726	0.31
4.23	0.726	0.31
5.08	0.726	0.31
5.93	0.726	0.32
6.77	0.726	0.32
7.62	0.726	0.32
8.47	0.726	0.29
10.16	0.726	0.29
11.85	0.726	0.28
13.55	0.726	0.28
15.24	0.726	0.28
0.00	0.000	0.00


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIEROS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

Proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

Solicitante: Consultor

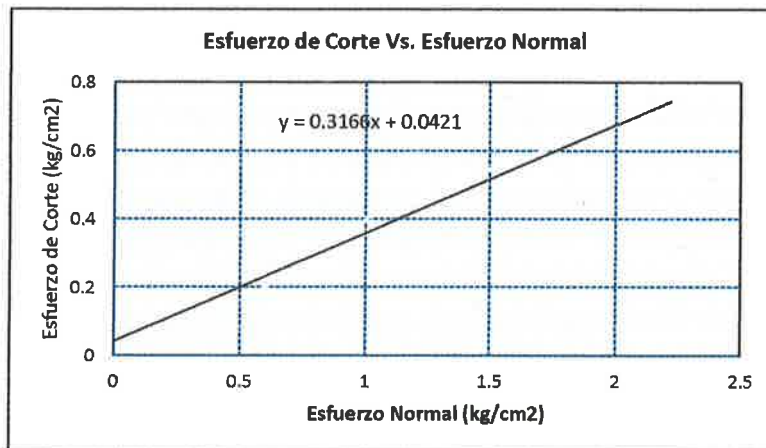
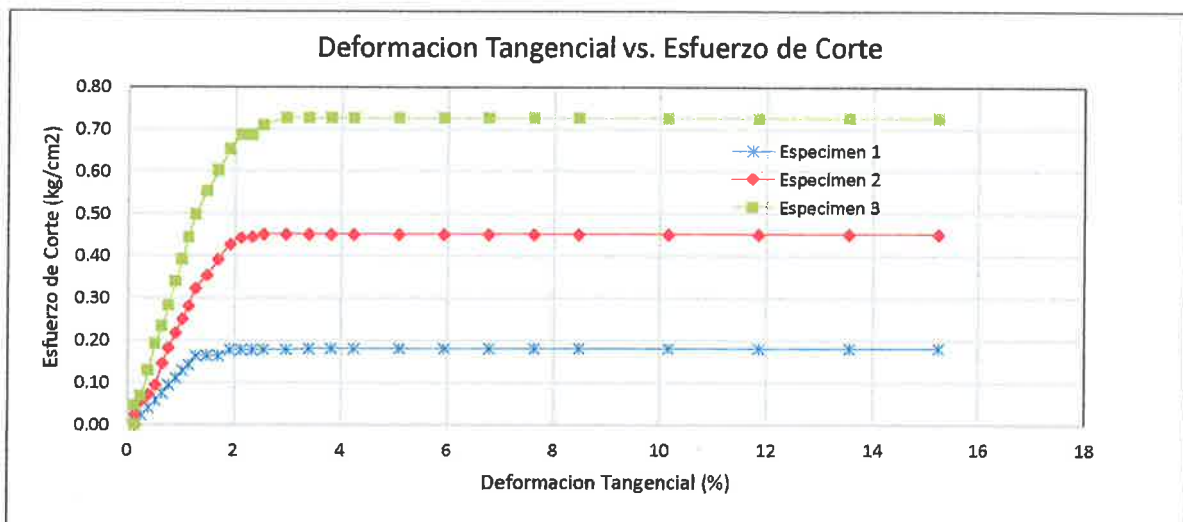
Lugar: Laguna N° 02 E:647570.05; N:8586341.65

Ubicación: C.p Pichiwilca

Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA

Estado :	Remoldeado (material < N° 4)	Clasificación SUCS:	SC-SM
Tipo de caja:	Cuadrada	Muestra:	C-02-M1
Velocidad de corte:	0.5 mm/min		



Angulo de fricción interna $\phi(^{\circ})=$

18.2

Cohesion C (kg/cm²)

0.04

Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 INGENIERO



ANÁLISIS QUÍMICO ANÁLISIS DE SUELO - SALES

Proyecto : "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHWILLCA, AYACUCHO -
Region : Ayacucho
Provincia : La Mar
Distrito : Samugari
Localidad : C.P. Pichwillca
Solicitante : Consultor
Muestra : C-01/Laguna N° 02 E:647570.05; N:8586341.65
Fecha : feb-20

Muestra	ELEMENTOS			
	Ph	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	S.S.T (ppm)
Laguna N° 01/C-01/E-2	6.89	2016.82	527.58	3268.19

Metodos:

sales solubles Totales: determinación de sales solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.152

Cloruro soluble: determinación de cloruros solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.177

Sulfato soluble: determinación de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea NTP 339.178

pH: Método potenciométrico


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
PAVIMENTOS

ANEXO IV: Análisis de Resultados


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS



ENSAYO
DENSIDAD IN SITU
METODO CONO DEL ARENA
(NORMA: ASTM D-1556 MTC E - 117)

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO	"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2018"
UBICACIÓN:	C.P Pichiwilca
SOLICITANTE:	Consultor
TECNICO:	J.M.P.

DATOS DE LA MUESTRA

FECHA DE ENSAYO : feb-20

Ensayo N°	1	2			
Ubicación	C-01	C-02			
Profundidad de ensayo (m)	-	-			
Peso frasco + Arena inicial (g)	7376.0	7498.0			
Peso frasco + Arena final (g)	4628.0	4952.0			
Peso total de la arena usada (g)	2748.0	2546.0			
Constante del cono (g)	1200.0	1200.0			
Peso arena en el hueco (g)	1548.0	1346.0			
Peso unitario de la arena (gr/cm3)	1.445	1.445			
Volumen del Hueco (cm3)	1071.3	931.5			
Peso Suelo humedo (g)	1310.0	1038.0			

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente numero	-	-			
Peso del Recipiente + Suelo humedo (g)	-	-			
Peso del recipiente + Suelo seco (g)	-	-			
Peso del Recipiente (g)	-	-			
Contenido de Humedad (%)	13.9	15.7			

RESULTADOS

Peso unitario humedo (g/cm3)	1.48	1.50			
Peso unitario seco (g/cm3)	1.30	1.30			
Peso unitario seco maximo (g/cm3)	-	-			
Humedad optmima (%)	-	-			
Grado de compactacion (%)	-	-			

OBSERVACIONES

--


Ing. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INMUNENTOS

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

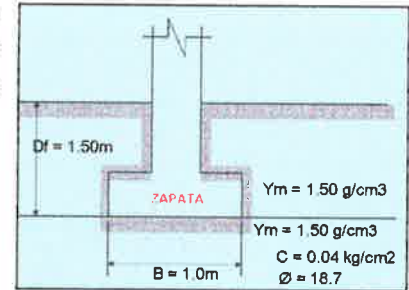
Proyecto: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIVILLCA, AYACUCHO - 2019"

Solicitante: Consultor **Método:** Teoría de Terzaghi
Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: Laguna N° 01/M01- E-02/C-C **Clasificación SUCS:** SC-SM **Clasificación AASHTO:** A-2-4 (0)
Límite Líquido (%): 26.6 **Índice de Plasticidad:** 6.4 **% Pasa Tamiz N° 200:** 34.3

Tipo de cimentación		Platea	Platea	Zapata	Zapata	
Cohesion	C =	0.04	0.04	0.04	0.04	kg/cm2
Angulo de fricción	Ø =	18.7	18.7	18.7	18.7	°
Angulo de arrancamiento	λ =	14.03	14.03	14.03	14.03	°
peso unitario del suelo sobre el nivel de fundac	ym =	1.48	1.48	1.48	1.48	g/cm3
peso unitario del suelo bajo el nivel de fundac	ym =	1.48	1.48	1.48	1.48	g/cm3
Ancho de la cimentación	B =	6.0	8.0	1.0	2.0	m
Largo de la cimentación	L =	6.0	8.0	1.0	2.0	m
Profundidad de la cimentación	Df =	1.0	1.0	1.5	1.5	m
Factor de seguridad	FS =	3.0	3.0	3.0	3.0	
Factor de capacidad de carga	Nq =	3.6	3.6	3.6	3.6	
Factor de capacidad de carga	Nc =	10.4	10.4	10.4	10.4	
Factor de capacidad de carga	Ny =	0.9	0.9	0.9	0.9	
Factores de forma	Sc =	1.3	1.3	1.3	1.3	
Factores de forma	Sq =	1.2	1.2	1.2	1.2	
Factores de forma	Sy =	0.6	0.6	0.6	0.6	
Capacidad ultima de carga	qult =	4.7	5.6	3.5	3.9	kg/cm2
Capacidad admisible de carga	qadm =	1.6	1.9	1.2	1.3	kg/cm2



$$N_y = \tan(1.4\phi) (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot\phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$S_y = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right); S_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c} \right) * \left(\frac{B}{L} \right); S_q = 1 + tg \phi \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$q_u = S_c C N_c + S_y \frac{1}{2} \gamma B N_y + S_q \gamma D_f N_q$$

Presion por carga admisible	qadm =	1.6	1.9	1.2	1.3	kg/cm2
Relacion de poisson	u =	0.2	0.2	0.2	0.2	
Modulo de elasticidad	Es =	300.00	300.00	300.00	300.00	kg/cm2
Asentamiento permisible	si (max) =	5.10	5.10	2.50	2.50	cm
Ancho de la cimentación	B =	6.00	8.00	1.00	2.00	m
Factor de forma	If =	0.93	0.93	0.93	0.93	cm/m
Asentamiento	Si =	0.03	0.03	0.02	0.02	m
Asentamiento	Si =	2.82	3.31	2.11	2.35	cm
Presion por carga	qadm =	1.6	1.9	1.2	1.3	kg/cm2
	Si (cm) =	2.82	3.31	2.11	2.35	
		OK!	OK!	OK!	OK!	
Presion de carga asumida por asentamiento	qadm =	1.6	1.9	1.2	1.3	kg/cm2
	Si (cm) =	2.82	3.31	2.11	2.35	
		OK!	OK!	OK!	OK!	

$$S_i = \frac{q * B * (1 - u^2) * I_f}{E_s}$$

$$I_f = \frac{\sqrt{B}}{B_z}$$


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 DAVIMFANTO

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

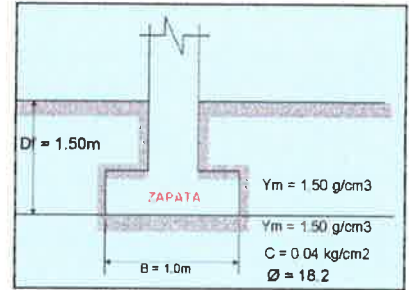
Proyecto: CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHWILLCA, AYACUCHO - 2019'

Solicitante: Municipalidad Distrital de Pichari **Método:** Teoría de Terzaghi
Fecha: feb-20

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra: Laguna N° 01/M01- E-02/C-C **Clasificación SUCS:** SC-SM **Clasificación AASHTO:** A-4 (0)
Límite Líquido (%): 28.5 **Índice de Plasticidad:** 6.9 **% Pasa Tamiz N° 200 :** 36.0

Tipo de cimentación		Platea	Platea	Zapata	Zapata	
Cohesion	C =	0.04	0.04	0.04	0.04	kg/cm2
Angulo de fricción	Ø =	18.2	18.2	18.2	18.2	°
Angulo de arrancamiento	ι =	13.65	13.65	13.65	13.65	°
peso unitario del suelo sobre el nivel de fundac	ym =	1.50	1.50	1.50	1.50	g/cm3
peso unitario del suelo bajo el nivel de fundac	ym =	1.50	1.50	1.50	1.50	g/cm3
Ancho de la cimentación	B =	6.0	8.0	1.0	2.0	m
Largo de la cimentación	L =	6.0	8.0	1.0	2.0	m
Profundidad de la cimentación	Df =	1.0	1.0	1.5	1.5	m
Factor de seguridad	FS =	3.0	3.0	3.0	3.0	
Factor de capacidad de carga	Nq =	3.5	3.5	3.5	3.5	
Factor de capacidad de carga	Nc =	10.2	10.2	10.2	10.2	
Factor de capacidad de carga	Ny =	0.9	0.9	0.9	0.9	
Factores de forma	Sc =	1.3	1.3	1.3	1.3	
Factores de forma	Sq =	1.2	1.2	1.2	1.2	
Factores de forma	Sy =	0.6	0.6	0.6	0.6	
Capacidad ultima de carga	qult =	4.5	5.2	3.3	3.7	kg/cm2
Capacidad admisible de carga	qadm =	1.5	1.7	1.1	1.2	kg/cm2



$$N_y = \tan(1.4\phi) (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot\phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2\left(\frac{1}{4}\pi + \frac{1}{2}\phi\right)$$

$$S_y = 1 - 0.4\left(\frac{B}{L}\right); S_c = 1 + \left(\frac{N_q}{N_c}\right) \cdot \left(\frac{B}{L}\right); S_q = 1 + \tan \phi \left(\frac{B}{L}\right)$$



$$q_u = S_c C N_c + S_y \frac{1}{2} \gamma B N_y + S_q \gamma D_f N_q$$

Presión por carga admisible	qadm =	1.5	1.7	1.1	1.2	kg/cm2
Relación de poisson	u =	0.2	0.2	0.2	0.2	
Modulo de elasticidad	Es =	300.00	300.00	300.00	300.00	kg/cm2
Asentamiento permisible	si (max) =	5.10	5.10	2.50	2.50	cm
Ancho de la cimentación	B =	6.00	8.00	1.00	2.00	m
Factor de forma	If =	0.93	0.93	0.93	0.93	cm/m
Asentamiento	Si =	0.03	0.03	0.02	0.02	m
Asentamiento	Si =	2.65	3.11	1.98	2.21	cm
Presión por carga	qadm =	1.5	1.7	1.1	1.2	kg/cm2
	Si (cm) =	2.65	3.11	1.98	2.21	
		OK!	OK!	OK!	OK!	
Presión de carga asumida por asentamiento	qadm =	1.5	1.7	1.1	1.2	kg/cm2
	Si (cm) =	2.65	3.11	1.98	2.21	
		OK!	OK!	OK!	OK!	

$$S_i = \frac{q \cdot B \cdot (1 - u^2) \cdot I_f}{E_s}$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{Bz}$$


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 DISEÑOS

		"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"							
		TEST DE PERCOLACION PARA DETERMINACION DE UBS <small>(NORMA TECNICA IS.020)</small>							
SOLICITANTE	Consultor	LUGAR:	Pichiwilca	DISTRITO:	Samugari	PROVINCIA:	La Mar	DEPARTAMENTO:	Ayacucho
FECHA:	feb-20	1.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO: Arena Limo arcillosa							
2.- TEST DE PERCOLACION		RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACIÓN						PROFUNDIDAD DEL TEST: 1.00m	
MUESTRAS	H(cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)						
1	2.50	15'	15'						
2	5.00	21'	6'						
3	7.50	25'	4'						
4	10.00	38'	13'						
5	12.50	48'	10'						
6	15.00	52'	4'						
7	17.50	65'	13'						
8	20.00	82'	17'						
9	22.50	102'	20'						
10	25.00								
(Suma T. Parcial / # de Muestras)								11.00	
3.- COEFICIENTE DE INFILTRACION		Cl=	113.9088578-32.614327*	ln(tiempo parcial infiltracion,min/cm)		Cf (Lt/m2/dia)=		35.70	
4.- CONCLUSIONES		Tasa de infiltracion: 11.00 min/cm Coeficiente de infiltracion: 36.00 Lt/m2/dia							
5.- RECOMENDACIONES									


ING. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONVENCIONES



"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIVILCA, AYACUCHO - 2019"

TEST DE PERCOLACION PARA DETERMINACION DE UBS
(NORMA TECNICA IS.020)

SOLICITANTE	Consultor	DISTRITO:	Saintugari	PROVINCIA:	La Mer	DEPARTAMENTO:	Ayacucho
LUGAR:	Pichivilca	TECNICO:					
FECHA:	feb-20						C.R.CH

1.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO:
 Arena limo arcillosa
 POZO: 02

RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION				PROFUNDIDAD DEL TEST: 1.00m
MUESTRAS	H(cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)	
1	2.50	9'	9'	
2	5.00	13'	4'	
3	7.50	18'	5'	
4	10.00	27'	9'	
5	12.50	35'	8'	
6	15.00	41'	6'	
7	17.50	55'	14'	
8	20.00	62'	7'	
9	22.50	94'	32'	
10	25.00			
(Suma T. Parcial / # de Muestras)			10.00	




3.- COEFICIENTE DE INFILTRACION	CI=	113.9088578-32.614327*ln(tiempo parcial infiltracion,min/cm)	CI (lt/m2/dia)=	38.81
---------------------------------	-----	--	-----------------	-------

4.- CONCLUSIONES
 Tasa de infiltracion: 10.00 min/cm
 Coeficiente de infiltracion: 39.00 Vm2/dia


5.- RECOMENDACIONES

Ing. JOSE MANUEL RINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 INGENIEROS

		<p align="center">"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIVILCA, AYACUCHO - 2019"</p> <p align="center">TEST DE PERCOLACION PARA DETERMINACION DE UBS (NORMA TECNICA IS 020)</p>					
SOLICITANTE	Consultor	DISTRITO:	Samugán	PROVINCIA:	La Mar	DEPARTAMENTO:	Ayacucho
LUGAR:	Pichivilca	FECHA:	feb-20	TECNICO:	C.R.CH		
1.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO: Arena pobremente gradada con Limo y Grava POZO: 03							
2.- TEST DE PERCOLACION RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACIÓN PROFUNDIDAD DEL TEST: 1.00m							
MUESTRAS	H(cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)				
1	2.50	15'	15'				
2	5.00	21'	6'				
3	7.50	25'	4'				
4	10.00	35'	10'				
5	12.50	43'	8'				
6	15.00	55'	12'				
7	17.50	68'	13'				
8	20.00	76'	8'				
9	22.50	103'	27'				
10	25.00						
(Suma T. Parcial / # de Muestras)				11.00			
3.- COEFICIENTE DE INFILTRACION		Cf=	113.9088578-32.614327*ln(tiempo parcial infiltracion,min/cm)	Ci (lt/mz/dia)=	35.70		
4.- CONCLUSIONES Tasa de infiltración: 11.00 min/cm Coeficiente de infiltración: 36.00 Vmz/dia							
5.- RECOMENDACIONES							




ING. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONSULTOR

		"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"					
TEST DE PERCOLACION PARA DETERMINACION DE UBS <small>(NORMA TECNICA IS 020)</small>							
SOLICITANTE	Consultor	DISTRITO:	Samugari	PROVINCIA:	La Mar	DEPARTAMENTO:	Ayacucho
LUGAR:	Pichivilca	FECHA:	feb-20	TECNICO:	C.R.CH		
1.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO: Arena Limo arcillosa POZO: 04							
2.- TEST DE PERCOLACION RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION PROFUNDIDAD DEL TEST: 1.00m							
MUESTRAS	H(cm)	Tiempo Acumulado (minutos)	Tiempo Parcial (minutos)				
1	2.50	13'	13'				
2	5.00	15'	2'				
3	7.50	20'	5'				
4	10.00	31'	11'				
5	12.50	43'	12'				
6	15.00	55'	12'				
7	17.50	68'	13'				
8	20.00	75'	7'				
9	22.50	108'	33'				
10	25.00						
(Suma T. Parcial / # de Muestras)				12.00			
3.- COEFICIENTE DE INFILTRACION		Ci=	113.9088578-32.614327*ln(tiempo parcial infiltracion,min/cm)	Ci [(Lts/mz/dia)]=	32.87		
4.- CONCLUSIONES		Tasa de infiltracion: 12.00 min/cm Coeficiente de infiltracion: 33.00 Vmz/dia					
5.- RECOMENDACIONES		Se recomienda instalacion del sistema tanque septico					


Ing. JOSE MANUEL PINCO PALACIOS
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONVULSIONES

**ANEXO V:
Panel
Fotográfico**


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
BARRILENTOS



Imagen N° 01: Calicata C-01.

Imagen N° 02: Calicata C-02.



Imagen N° 03: Perfil estratigráfico de la Calicata C-01.

Pinco
Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS



Imagen N° 04: Perfil estratigráfico de la Calicata C-02.

Imagen N° 05: material limo arcilloso encontrado en las exploraciones realizadas.



Imagen N° 06: laguna de oxidación existente en el lugar del proyecto.


Ing. JOSÉ MANUEL PINCO PALACIOS
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
INSTRUMENTOS



ANEXO 08.

PROPUESTA DE DISEÑO DE LA PTAR PICHIWILLCA





CÁLCULO DE POBLACIÓN DE DISEÑO

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

1 POBLACION ACTUAL:

La población actual para el proyecto, fueron considerados según los resultados de los Censos Nacionales 2017: XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Poblacion Actual: **1507** habitantes

2 TASA DE CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento poblacional se ha considerado a nivel distrital, debido a que la tasa de crecimiento poblacional a nivel local, no existen datos según fuentes

Tasa de crecimiento poblacional : **2.50** %

3 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño se ha considerado un horizonte de diseño para 25 años, el mismo esta debidamente justificado. Las bases de diseño consistieron en determinar para condiciones actuales, futuras (final del período de diseño) e intermedias (cada cinco años) los valores de los siguientes parámetros como: población total y servida por el sistema; caudales medios de origen doméstico, industrial y de infiltración al sistema de alcantarillado; caudales máximo y mínimo horarios; aporte per cápita de aguas residuales domésticas; aporte per cápita de DBO, nitrógeno y sólidos en suspensión y concentraciones de contaminantes como: DBO, DQO, sólidos en suspensión y coliformes en el agua residual

Periodo de diseño: **25** Años

4 POBLACION FUTURA

la poblacion Futura fue determinado por dos métodos que se acercan a las características de la zona

4.1 Método aritmético :

Se utilizó la siguiente definición: $P_f = P_a (1 + r t / 100)$

Pf= **2449** Habitantes

4.1 Método geométrico :

Se utilizó la siguiente definición : $P_d = P_a(1+r)^t$

Pf= **2794** Habitantes

poblacion de diseño Promedio

Pf= **2621** Habitantes

CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

A CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES (Qmd)

Es el caudal de aguas residuales domésticas

1 POBLACIÓN FUTURA	2621	Habitantes
2 DOTACION POBLACIONAL (Dot)	150	Lt/hab/día
3 COEF. DE RETORNO AGUA RESIDUAL "C"	80	%
4 CAUDAL MEDIO DE AGUA RESIDUAL (Qmd)	3.640	l/s

$$Q_{md} = \frac{C * P_f * Dot}{86400}$$

B CAUDALES MAXIMOS DIAREO Y HORARIO

CONSTANTE CONSUMO MAX DIARIO (K1)	1.30	
CONSTANTE CONSUMO MAX HORARIO (K2)	2.50	
CAUDAL MAXIMO DIARIO (Qmaxd)	4.73	l/s
CAUDAL MAXIMO HORARIO (Q maxh)	9.10	l/s

C CAUDAL INSTITUCIONAL

En la zona de estudio existen Instituciones educativas en los tres niveles, Inicial, Primaria y Secundaria; con la cantidad de alumnados de: 81, 183 y 168 respectivamente, los cuales equivalen a 25% de la población. Los datos fueron registrados en el Padrón proporcionados por las DRE/GRF. v UGFI.

CAUDAL INSTITUCIONAL (Qi.)25%	1.18
-------------------------------	-------------

D CAUDAL DE INFILTRACION

LONGITUD DE TODA LA RED	4.330	Km
NUMERO DE BUZONES DE LA RED	60.00	Und
CAUDAL DE INFILTRACION (Q inf.)		
$Q1 = 20,000 \text{ Lt/Km} \cdot \text{día} \times \text{Longitud de la red}$	1.00	l/s
$Q2 = 380 \text{ Lt/buzón} \cdot \text{día} \times \# \text{ buzones}$	0.26	l/s
$Q \text{ inf.} = Q1 + Q2$	1.27	l/s

E CAUDAL TOTAL DE DISEÑO PARA LAGUNAS DE ESTABILIZACION

CAUDAL DE DISEÑO (Qmd + Qinf. + Qi)	6.090	l/s
CAUDAL DE DISEÑO (Qmd + Qinf. + Qi)	0.00609	m ³ /s

F CAUDAL TOTAL DE DISEÑO PARA OBRAS DE LLEGADA

CAUDAL DE DISEÑO (QmaxH + Qinf. + Qi)	11.550	l/s
CAUDAL DE DISEÑO (QmaxH + Qinf. + Qi)	0.01155	m ³ /s



MEDICIÓN DE CAUDALES

“Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

PROYECTO : rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

CAUDAL DE AFORRO AFLUENTE

Fecha de medición	Formula	Dimensiones geométricas			Caudal (m ³ /s)
		Tirante (H)	Cresta (L)	Φ	
Jul	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.095	0.50	90°	0.0039
Ago	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.102	0.50	90°	0.0047
Set	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.115	0.50	90°	0.0063
Nov	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.140	0.50	90°	0.0103
Dic	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.145	0.50	90°	0.0112
Ene	$1.4 \cdot H^{(5/2)}$	0.148	0.50	90°	0.0118
Promedio de caudales (m ³ /s)					0.0080
Promedio de caudales (l/s)					8.02



RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABOTARORÍO AFLUENTE

PARÁMETROS	UND	AFLUENTE						PROMEDIO
		PERIODO DE EVALUACION (AFLUENTE)						
		JUL	AGO	SET	NOV	DIC	ENE	
Aceites y grasas	mg/L	27.00	27.10	27.15	26.90	26.80	26.50	26.91
pH	Unidad	7.30	7.40	7.15	6.00	6.20	7.45	6.92
Temperatura	°C	21.0	20.0	19.5	19.0	19.0	18.0	19.42
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.82E+05	1.78E+05	1.80E+05	1.52E+05	1.42E+05	1.33E+05	1.61E+05
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	210	220	190	180	185	182	194.50
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	383	400	350	332	320	310	349.17
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	275	220	250	200	190	180	219.17

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABOTARORÍO EFLUENTE

PARÁMETROS	UND	EFLUENTE						PROMEDIO
		PERIODO DE EVALUACION						
		JUL	AGO	SET	NOV	DIC	ENE	
Aceites y grasas	mg/L	26.50	26.65	26.80	26.30	26.40	26.00	26.44
pH	Unidad	8.25	8.40	8.00	7.00	7.20	9.00	7.98
Temperatura	°C	23.0	22.0	21.50	21.00	21.00	20.00	21.42
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2.25E+04	2.35E+04	1.92E+04	2.00E+04	1.82E+04	1.67E+04	2.00E+04
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	130	140	145	160	170	172	152.83
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	220	266	269	271	300	290	269.33
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	160	165	169	170	180	156	166.67



PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

A DATOS

1 CAUDAL DE DISEÑO (Q _{maxH})	11.55	Lt/s
2 BARRAS DE ACERO DE SECCION RECTANGULAR (e=5 a 15mm; 30 a 75mm ancho) Norma OS-090	240.00	mm ²
3 ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS	0.025	m
4 ESPESOR DE BARROTE (e)	0.006	m
5 PENDIENTE DE TERRENO (s)	0.50	%

B DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE INGRESO

CAUDAL DE DISEÑO (Q _{maxH})	0.01155	m ³ /s
PENDIENTE DE TERRENO (s)	0.005	m/m
COEFICIENTE DE MANING PARA CONCRETO REVESTIDO (n)	0.013	
TALUD (Z)	0	
VISCOSIDAD CINÉTICA DE AGUAS RESIDUALES	1.010	x10 ⁻⁶ m ² /s
BASE DEL CANAL (b)	0.45	m

Partiendo de la definicion de Maning para calcular el tirante de canal de ingreso:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Dando la forma a la formula de Maning, para ingresar a la monograma de Ven Te Chow

$$\frac{Q * n}{S^{1/2} * b^{8/3}} = \frac{A * R^{2/3}}{b^{8/3}}$$

Luego, ingresando los datos conocidos, se obtiene:

$$\frac{A * R^{2/3}}{b^{8/3}} = \boxed{0.018}$$

De la monograma de Ven Te Chow, se obtiene

$$\frac{y}{b} = \boxed{0.10} \text{ Luego, } y = \boxed{0.043 \text{ m}} \quad R = \boxed{0.0359 \text{ m}}$$

Velocidad media del flujo: $V = \boxed{0.59 \text{ m/s}}$ Acceptable Según Norma OS-090

Comportamiento del flujo, por efecto de fuerzas viscosas (fuerzas internas)



PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

$$Re = 21064 \text{ Flujo turbulento}$$

Comportamiento del flujo, por efecto de la gravedad

$$F = 0.911 \text{ Flujo Subcritico}$$

Determinación del Borde libre del canal, según

Cuadro de borde libre en función del caudal

Caudal (m ³ /seg)	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10
0.05 - 0.25	10	20
0.25 - 0.50	20	40
0.50 - 1.00	25	50
> 1.00	30	60

Fuente: (Cosideraciones Generales sobre Canales, 1978)

Borde libre a considerar ser $BL = 0.200$

C DIMENSIONAMIENTO DE CAMARA DE REJAS

Decripcion:

El canal se diseñó para condiciones de caudal máximo horario. Asimismo como menciona la Norma OS.090, en este caso de estructuras pequeñas se utilizó un canal con rejillas con by pass para el caso de emergencia o mantenimiento.

- ☞ Se utilizan barras de sección rectangular de 5 a 15 mm de espesor por 30 a 75 mm de ancho.
- ☞ Las dimensiones dependen de la longitud de las barras y el mecanismo de limpieza.
- ☞ El espaciamiento entre barras estará entre 20 y 50 mm. Para localidades con un sistema inadecuado de recolección de residuos sólidos se recomienda un espaciamiento no mayor a 25 mm.
- ☞ Las dimensiones y espaciamiento entre barras se escogerán de modo que la velocidad del canal antes de y a través de las barras sea adecuada.
- ☞ El ángulo de inclinación de las barras de las rejillas de limpieza manual sea de 45° a 60° respecto a la horizontal

El cálculo de la cantidad de material cribado se determinará de acuerdo con la siguiente tabla

PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

Abertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado /m3 de agua residual)
20.00	0.038
25.00	0.023
35.00	0.012
40.00	0.009

Dimensionamiento

☞ Separación, espaciamento entre las barras (**a**) en mm 25.00 mm

☞ Espesor de las rejjas (**e**) 5 a 15 mm, Norma OS-090, se escogerá 10 mm 6.00 mm

☞ Ancho de la barra <30-75> se escoge 40 mm, Norma OS-090 30.00 mm

Eficiencia de las rejjas(**E**)

$$E = \frac{a}{e + a} = \boxed{0.81}$$

☞ Velocidad aguas arriba de la reja(**V_a**) en m/s (antes de llegar a las rejjas) 0.59 m/s

☞ Velocidad de paso entre las rejjas (**V**) en m/s <0.6-0.75m/s> Norma OS- 0.73 m/s Acceptable

$$V = \frac{Va}{E}$$

☞ Area útil en rejjas(**A_u**) en m²

$$Au = \frac{Q_{max}}{V} \quad \text{entonces} \quad Au = \boxed{0.01573} \text{ m}^2$$

☞ Area total (**A_t**) en m²

$$At = \frac{Au}{E} \quad \text{entonces} \quad At = \boxed{0.01950} \text{ m}^2$$

☞ Numero de barras (**N**)

$$N = \frac{b - a}{a + e} \quad \text{entonces} \quad N = \boxed{14} \text{ barras}$$



PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

Características del bypass

☞ Altura o tirante de agua sobre el vertedero del bypass (**H**) en m

$$H = \left(\frac{Q_{max}}{1.832 * L} \right)^{2/3} \text{ entonces } H = \boxed{0.058} \text{ m}$$

$$L: \text{ Ancho del vertedero} = \boxed{0.45 \text{ m}}$$

☞ Area Hidráulica del bypass (**A**)

$$A=L*H \text{ entonces } A = \boxed{0.0262} \text{ m}^2$$

$$R_h = 0.0462 \text{ m, Radio hidráulico de de bypass}$$

☞ Pendiente en el Bypass (**S**) en m.

$$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{A * R^{2/3}} \right)^2 \text{ entonces } S = \boxed{0.00199} \text{ m/m}$$
$$S = \boxed{0.20} \%$$

Datos del emisor:

☞ Diámetro del Emisor (De)

Según el sistema alcantarillado existente, el diámetro de la tubería de aguas residuales, que entrega a las estructuras de llegada del PTAR es de 8".

Considerando con el nuevo diseño sería

$$D_e = \boxed{0.305 \text{ m}}$$

☞ Tirante del emisor (Ye)

Considerando la relación existente del Tirante hidráulico con respecto al diámetro

$$\frac{Y_e}{D_e} = \boxed{0.26} \text{ Capacidad de funcionamiento}$$

ver tabla 1

$$\text{De la definición queda que } Y_e = \boxed{0.079} \text{ m}$$

☞ Radio hidráulico del emisor (Re)

$$\frac{R_e}{D_e} = \boxed{0.1516} \text{ Ver tabla 1}$$

$$\text{De la definición queda que } R_e = \boxed{0.046} \text{ m}$$

☞ Área del emisor (Ae)



PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

$$\frac{Ae}{De^2} = 0.1623 \text{ Ver tabla 1}$$

De la definición queda que

$$Ae = 0.015 \text{ m}^2$$

☞ Pendiente en el emisor (Se) en m/m

$$S = \left(\frac{Q_{max} * n}{Ae * Re^{2/3}} \right)^2 \text{ entonces}$$

$$S = 0.00354 \text{ m/m}$$
$$S = 0.35 \text{ ‰}$$

Nº Manning para Tubería 0.010

☞ Velocidad en el emisor (Ve) en m/s

$$Ve = \frac{Q_{max}}{Ae} \text{ entonces}$$

$$Ve = 0.77 \text{ m/s Acceptable}$$

☞ Perdida de carga en la transición (Hft) en m

$$H_{tf} = \left(\frac{(Ve - Va)^2 * 0.1}{2 * g} \right)^2 \text{ entonces}$$

$$H_{tf} = 0.000223 \text{ m}$$

☞ Calculo longitud de transición (Lt) en m

$$L_t = \frac{b - De}{2 * \tan 12^\circ 30'} \text{ entonces}$$

$$L_t = 0.327 \text{ m}$$

☞ Desnivel entre el fondo de la tubería y el fondo del canal (Z)

$$Z = \left(\frac{Ve^2}{2} * g + Ye \right) - \left(\frac{Va^2}{2} * g + Y \right) - H_{tf}$$

$$Z = 0.271 \text{ m Acceptable}$$

☞ Perdida de carga en la reja (hf) en m

$$h_f = \left(\frac{V^2 - Va^2}{2 * g * 0.7} \right) \text{ entonces}$$

$$h_f = 0.014 \text{ m Acceptable}$$



PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ Perdida de carga en la reja 50% de ensuciamiento (hf50%)

$$hf_{50\%} = \left(\frac{2 * V^2 - Va^2}{2 * g * 0.7} \right) \text{ entonces } hf_{50\%} = 0.053 \text{ m Acceptable}$$

Cantidad de material cribado para la abertura

Abertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado /m3 de agua residual)
20.00	0.038
25.00	0.023
35.00	0.012
40.00	0.009

Como se tiene una abertura de 25 mm , entonces se escoge el valor de 25 mm en la abertura, con este resultado se tiene una cantidad de 0.023 Lt de material cribado /m3 de agua

☞ Cantidad de material cribado = Caudal x cantidad = 0.00096 m3/hr

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE TRANSICION

DIMENSIÓN DE CANAL DE TRANSICIÓN COTAS ARRIBA

ANCHO **0.30 m** *ALTO* **0.30 m**

DIMENSIÓN DE CANAL DE TRANSICIÓN COTAS ABAJO

ANCHO **0.45 m** *ALTO* **0.30 m**

LONGITUD DE LA TRANSICION **0.40 m**

DESNIVEL ENTRE EL FONDO DE LA TUBERIA Y CANAL DE ENTRAD. **0.27 m**

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE CAMARA DE REJAS

ANCHO DEL CANAL **0.45 m**

ALTURA DEL CANAL **0.30 m**

PENDIENTE DEL CANAL **0.50 %**

ESPEJOR DEL CANAL **0.15 m**

PRE TRATAMIENTO - CÁMARA DE REJAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

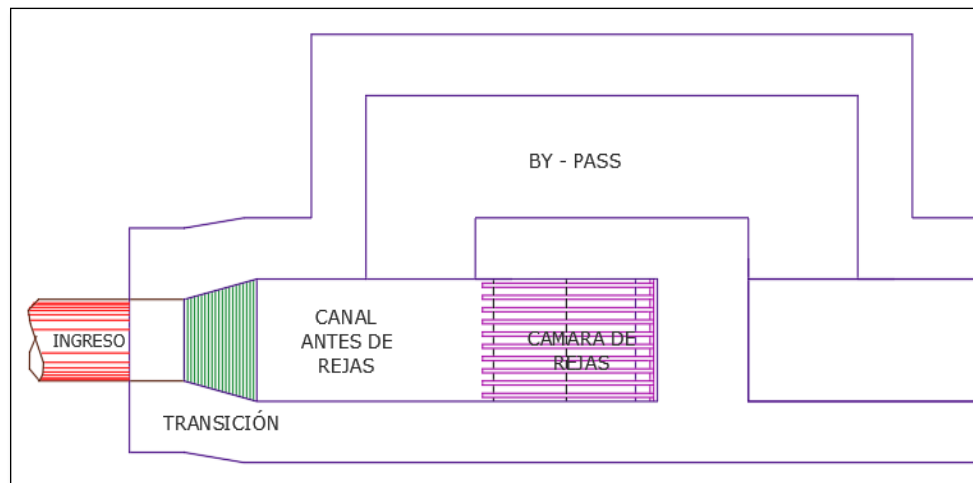
FECHA: 12 de octubre del 2021

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE CAMARA DE REJAS

ESPESOR DE LA BARRA	6 mm
ANCHO DE LA BARRA	30 mm
SEPARACIÓN ENTRE LAS BARRAS	25 mm
NUMERO DE LAS BARRAS	14 mm
ÁNGULO DE INCLINACION DE LAS BARRAS	60 °C
ÁREA ÚTIL DE LA REJA	0.016 m²
ÁREA TOTAL DE LA REJA	0.020 m²

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE BYPASS

ALTURA DEL VERTEDERO	0.30 m
ANCHO DEL VERTEDERO	0.45 m
PENDIENTE EN EL BYPASS	0.20 %





PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

A DISEÑO DEL DESARENADOR

Descripción:

El desarenador propuesto para el presente diseño, será de limpieza manual, de igual forma se considerará dos canales de forma alargada de flujo horizontal y de sección rectangular.

Consideraciones a tener en cuenta, según la Norma OS - 090

- ☞ Se debe tratar de controlar y mantener la velocidad del flujo alrededor de 0,3 m/s con una tolerancia + 20%
 La tasa de aplicación deberá estar entre 45 y 70 m³/m²*h, debiendo verificarse para las condiciones del sitio y para el caudal máximo horario.
- ☞ A la salida y entrada del desarenador se preverá, a cada lado, por lo menos una longitud adicional equivalente a 25% de la longitud teórica.
- ☞ La relación entre el largo y la altura del agua debe ser como mínimo 25.
- ☞ La altura del agua y borde libre debe comprobarse para el caudal máximo horario.
- ☞ Se deben proveer dos unidades de operación alterna como mínimo.
- ☞ Para desarenadores de limpieza manual se deben incluir compuertas para poner fuera de funcionamiento cualquiera de las unidades.
- ☞ Las dimensiones de la parte destinada a la acumulación de arena deben ser determinadas en función de la cantidad prevista de material y la frecuencia de limpieza deseada.
- ☞ La frecuencia mínima de limpieza será de una vez por semana.

Dimensionamiento

Datos:

Caudal de diseño (Qmaxh)	0.01155	m ³ /s
La tasa de aplicación (Tad), Norma OS-090	45	m ³ /m ² *hr
Velocidad, según la recomendación de la Norma OS-090	0.30	m/s
Pendiente en desarenador (S), como mínimo 10%, según Norma OS-090	1.00	%
Taza de acumulación (Taa) Norma	0.030	m ³ /hab.*Año
Periodo de limpieza, (1 vez por semana, según Norma), (P.lim)	7.00	días
Diámetro de las partículas a sedimentar	0.20	mm
Población futura	2621	hab.

Cálculos del Desarenador

☞ Velocidad horizontal de flujo (Vh)

Según Norma OS-09

$$V_h = \boxed{0.30 \text{ m/s}}$$



PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ Área máxima de sección transversal (A_{max})

$$A_{max} = \frac{Q_{max}}{Vh} \quad \text{entonces} \quad A_{max} = \boxed{0.038} \text{ m}^2$$

☞ Tirante máximo de desagüe en el canal (Y_{max})

$$Y_{max} = \frac{A_{max}}{b} \quad \text{entonces} \quad Y_{max} = \boxed{0.086} \text{ m}$$

b: ancho del canal, consideran $b = \boxed{0.45 \text{ m}}$

☞ Area superficial util del desarrenador (A_s)

$$A_s = \frac{Q_{max}}{T_{ad}} \quad \text{entonces} \quad A_s = \boxed{0.9240} \text{ m}^2$$

☞ Longitud util de desarrenador (L)

$$L = \frac{A_s}{b} \quad \text{entonces} \quad L = \boxed{2.05} \text{ m}$$

Recomendado $L = \boxed{4.50 \text{ m}}$ *Acceptable*

☞ Comprobacion, relación largo/ancho debe ser entre 10 y 20

$$\text{Relacion Largo/Ancho} = \boxed{10.00} \quad \text{Acceptable}$$

☞ Comprovacion relacion Largo/Tirante, $L/Y_{max} > 25$

$$\text{Relacion Largo/Tirante} = \boxed{52.60} \quad \text{Acceptable}$$

Cálculos de la Tolva

☞ Volumen de arena diaria (V_{ad})

$$\text{entonces} \quad V_{ad} = \boxed{0.215} \text{ m}^3/\text{dia}$$

☞ Capacidad de la tolva

$$V_{tv} = V_{ad} * P. \text{ lim} \quad \text{entonces} \quad V_{tv} = \boxed{1.508} \text{ m}^3 \text{ en 7 dias}$$

☞ Profundidad de la tolva (Ht), este valor se asumirá

$$Ht = \boxed{0.74} \text{ m}$$

☞ Ancho de tolva (B_t)

$$B_t = \boxed{0.45} \text{ m}$$

☞ Largo de la Tolva, longitud de desarrenador

$$LargoTolv = \frac{V_{tv}}{Ht * B_t} \quad \text{entonces} \quad LargoTolv = \boxed{4.50} \text{ m}$$

PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

B CANALETA PARSHALL

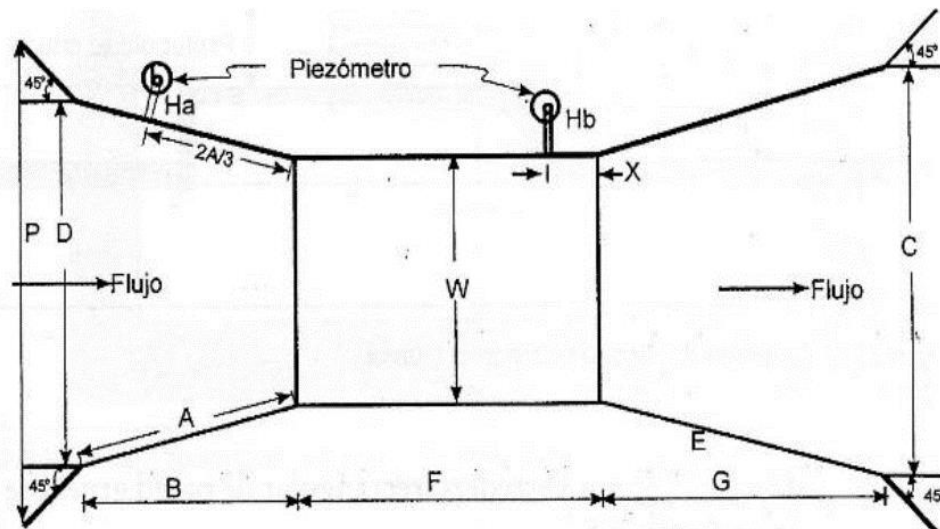
Descripción:

La canaleta parshall tiene doble finalidad, el de servir como unidad de tratamiento para mezcla rápida y como medidor de caudal, para nuestro diseño lo utilizaremos como un medidor de caudal. Esta canaleta tiene la característica de poseer un simple estrangulamiento en la sección transversal que permite el incremento de la velocidad en el área de medición y, por lo tanto, no están expuestas a interferencias en la estimación de caudales. Esta canaleta está constituida por tres partes fundamentales que son: la entrada, la garganta y la salida. La entrada está formada por dos paredes verticales simétricas y convergentes, el fondo es inclinado con pendiente ascendente 4:1, la garganta está formada por dos paredes verticales paralelas, el fondo es inclinado con una pendiente descendente 2,67:1. La distancia de la sección de la garganta determina el tamaño del medidor y se designa por w . La salida está formada por dos paredes verticales divergentes y el fondo es ligeramente inclinado con una pendiente ascendente de 17,9:1.

Dimensionamiento

Las magnitudes necesarias para la construcción de una canaleta parshall se encuentran acotadas en la siguiente vista:

Vista en planta de la Canaleta Parshall



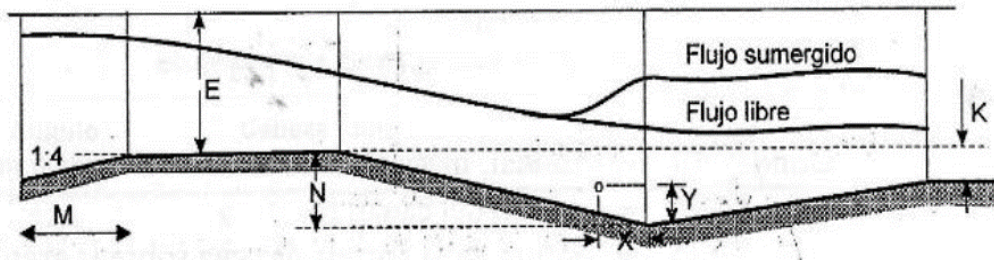
PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

Vista en corte de la Canaleta Parshall



Todas las dimensiones señalada por letras han sido estandarizadas y se encuentran relacionadas, de forma que se puede obtener una sola medida .Estas mediciones estandarizadas se pueden encontrar en tablas; el ancho de garganta “W” determinara esta valores , como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Dimensiones estandarizadas de canales Parshall

W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)	R (cm)	M (cm)	P (cm)	X (cm)	Y (cm)
2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	-	-	50,0	0,8	1,3
5,1	41,4	40,6	13,5	21,4	35,6	11,4	25,4	2,2	4,3	-	-	70,0	1,6	2,5
7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	40,6	30,5	76,8	2,5	3,8
15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	40,6	30,5	90,2	5,1	7,6
22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	40,6	30,5	108,0	5,1	7,6
30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	149,2	5,1	7,6
45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	167,6	5,1	7,6
61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	185,4	5,1	7,6
91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	222,3	5,1	7,6
122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	271,1	5,1	7,6
152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	308,0	5,1	7,6
182,8	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	344,2	5,1	7,6
213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	381,0	5,1	7,6
244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	417,2	5,1	7,6
305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	-	-	-	30,5	22,9



PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

Para obtener el valor del ancho de garganta, se recurre a tablas en las que se requiere como dato de ingreso al caudal; la siguiente tabla muestra los límites de aplicación para un determinado ancho de garganta en función del caudal mínimo y máximo (CEPIS 2002).

caudal máximo horio de diseño **11.55 L/s** y un caudal minimo de **4.65 L/s**

Tabla 2. Límites de aplicación

W		CAPACIDAD: L/SEG	
		MÍNIMO	MÁXIMO
3"	7,6 cm	0,85	53,8
6"	15,2 cm	1,52	110,4
9"	22,9 cm	2,55	251,9
1"	30,5 cm	3,11	455,6
1 1/2"	45,7 cm	4,25	696,2
2"	61,0 cm	11,89	936,7
3"	91,5 cm	17,26	1.426,3
4"	122,0 cm	36,79	1.921,5
5"	152,5 cm	62,8	2.422
6"	183,0 cm	74,4	2.929
7"	213,5 cm	115,4	3,440
8"	240,0 cm	130,7	3.950
10"	306,0 cm	200,0	5.660

Fuente: OPS/CEPIS.2002

Con el caudal de diseño se ingresa a la tabla para saber el ancho de garganta. En base a este ancho de garganta (W) se tienen los siguientes valores:

W= 15.20 cm	F = 30.50 cm	P = 90.20 cm
A = 62.10 cm	G = 61.00 cm	X = 5.10 cm
B = 61.00 cm	K = 7.60 cm	Y = 7.60 cm
C = 39.40 cm	N = 11.40 cm	
D = 40.30 cm	R = 40.60 cm	
E = 45.70 cm	M = 30.50 cm	

En el caso de que se tomara el flujo o descarga libre de la planta de tratamiento, para determinar el caudal. En este caso basta con medir la carga H, utilizando la siguiente expresión:



PRE TRATAMIENTO - DESARENADOR Y CANAL PARSHALL

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

$$Q = K * H^N$$

donde: Q : Caudal en (m³/s)
H : Carga en (m)

Tabla, Constantes del Canal Parshall

W	N	K	W	N	K
0.076	1.547	0.176	0.915	1.566	2.182
0.152	1.580	0.381	1.220	1.578	2.935
0.229	1.580	0.535	1.525	1.587	3.728
0.305	1.522	0.690	1.830	1.595	4.515
0.457	1.538	1.054	2.440	1.606	6.101
0.610	1.550	1.426			

Por lo tanto se tiene: reemplazando los constantes en la fórmula

$$Q = 0.01155 \text{ m}^3/\text{s} \quad W = 0.152 \text{ m} \quad \begin{matrix} N & K \\ 1.580 & 0.381 \end{matrix}$$

$$H = 0.109 \text{ m}$$

El "H", es el tirante del caudal al momento de medir en el canal parshall, se medirá el caudal utilizando la siguiente ecuación, el resultado será en m³/s

$$Q = 0.381 * H^{1.58}$$

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR

VELOCIDAD DE FLUJO	0.30 m/s
ÁREA MÁXIMA DE SECCION TRANSVERSAL	0.04 m ²
TIRANTE MÁXIMO DE DESAGUE EN EL CANAL	0.09 m
ÁREA SUPERFICIAL UTIL DEL DESARENADOR	0.92 m ²
LONGITUD UTIL DEL DESARENADOR	4.50 m
PENDIENTE	1.00 %
RELACION LARGO/ANCHO	10.00
RELACION LARGO/TIRANTE	52.60

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA

VOLUMEN DE ARENA DIARIA	0.22 m ³
PERIODO DE LIMPIEZA	7 días
CAPACIDAD DE LA TOLVA	1.51 m ³
PROFUNDIDAD DE LA TOLVA	0.74 m
ANCHO DE LA TOLVA	0.45 m
LARGO DE LA TOLVA	4.50 m



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”
UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO
FECHA: 12 de octubre del 2021

A DESCRIPCION DE LA NORMA OS-090

- Las lagunas de estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual.
- El coeficiente de mortalidad bacteriana (neto) será adoptado entre el intervalo de 0,6 a 1,0 (1/d) para 20°C
- Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe ser mayor de 1,5 m. Para el diseño de una laguna facultativa primaria, se deberá proveer una altura adicional para la acumulación de lodos entre períodos de limpieza de 5 a 10 años.
- Para lagunas facultativas primarias se debe determinar el volumen de lodo acumulado teniendo en cuenta un 80% de remoción de sólidos en suspensión en el efluente, con una reducción de 50% de sólidos volátiles por digestión anaerobia, una densidad del lodo de 1,05 kg/l y un contenido de sólidos de 15% a 20% al peso. Con estos datos se debe determinar la frecuencia de remoción del lodo en la instalación.
- Si la carga orgánica DBO5 es $\geq 350\text{KgDBO5/día}$, entonces será primero el Anerobio luego Facultativo
- Tasa de acum. de lodos (Ta) (0.040 - 0.100) m³/(habitante.año)

B DATOS DE DISEÑO

☞ Caudal medio de diseño	0.00609 m ³ /s
☞ Caudal medio de diseño	6.090 L/s
☞ Caudal medio de diseño	526.14 m ³ /día
☞ Poblacion futura	2621 habitantes
☞ Carga organica de DBO5 (Análisis de laboratorio)	220 mg/l
☞ Temperatura del agua promedio del mes mas frio	12 °C
☞ Coliformes Termotolerantes (Análisis de laboratorio)	1.61E+05 NMP/100mL
☞ Periodo de limpieza (Pl) (5 - 10)	5.00 años
☞ Densidad de lodos, (Norma OS-090)	1.05 kg/l
☞ Número de lagunas en paralelo (N)	1.00 und
☞ Relación Largo Ancho (L/W), entre 2 y 3	2.00
☞ Caudal cuerpo receptor en (L/s), aforado insitu	300.00 L/s

C CÁLCULOS PRELIMINARES

☞ Contribucion percápita de DBO5	44.16 grDBO/hab*día
☞ Caudal en m ³ /día	526.14 m ³ /día
☞ Carga organica de DBO5 Kg.DBO5/día (C)	115.75 kg./día

Procede Facultativo

☞ Carga superficial de diseño (Cs), Norma OS-090

$$Cs = 250X1.05^{(T-20)}$$

$$Cs = \mathbf{169.21} \text{ KgDBO5/Ha*día}$$



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ Area Superficial Total requerida para lagunas (At)

$$At = \frac{C}{Cs}$$

$$At = \boxed{0.68} \text{ Ha}$$

☞ Tasa de acum. de lodos (Ta), .. Campo

Según norma (0.040 - 0.100)

$$\boxed{0.02} \text{ m}^3/(\text{hab.} \cdot \text{año}) \text{ Fuera de norma}$$

$$\text{asumiendo } \boxed{0.07} \text{ m}^3/(\text{hab.} \cdot \text{año}) \text{ Ok}$$

☞ Volumen de lodos (Vol. Lod)

Vol.lod = $Ta \times ha \times \text{periodo Limpieza}$

$$\text{Vol.lod} = \boxed{917.35} \text{ m}^3$$

☞ Área unitaria (Au)

$$Au = \frac{At}{N}$$

$$Au = \boxed{0.68} \text{ Ha}$$

☞ Caudal unitario Afluyente (Qu)

$$Qu = \frac{Q_{\text{medio}}}{N}$$

$$Qu = \boxed{526.14} \text{ m}^3/\text{día}$$

☞ Ancho aproximado,

$$W = \boxed{58.00} \text{ m}$$

☞ Largo aproximado

$$L = \boxed{116.00} \text{ m}$$

☞ Perdida: infiltración - evaporación

(asumir 0.5 si no se conoce)

$$\boxed{0.50} \text{ cm/día}$$

☞ Coliformes fecales en el crudo

(por recomendación sólo en zonas rurales)

$$\boxed{1.61E+05} \text{ NMP/100 ml}$$

D DISEÑO LAGUNA PRIMARIA FACULTATIVA

☞ Tasas netas de mortalidad bacteriana (Kb)

$$Kb = K20 \times 1.05^{(T-20)}$$

Donde: K20 = 0.6 Primarias

T = Temperatura del mes mas frio

K20 = 0.8 Secundarias

entonces

$$Kb = \boxed{0.406} \text{ 1/día}$$

☞ Longitud de la laguna Primarias (Lp)

(proponer la longitud de diseño)

$$Lp = \boxed{90.00} \text{ m}$$

☞ Ancho de la laguna Primarias (Wp)

$$Wp = \boxed{45.00} \text{ m}$$



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ **Profundidad Primarias (Zp) (1 - 2)** Zp= 1.50 m

☞ **Periodo de retencion hidráulica (PRH)**

$$PRH = \frac{VOL(Laguna)}{Q(Efluente)} = \frac{Lp * Wp * Zp}{(Q_{Aflu} - \frac{Lp * Wp * Zp * per}{100})}$$

entonces PRH= 12.00 días

☞ **Factor de corrección hidráulica (FCH)** FCH= 0.60

FCH=0.3-0.8
0.3=Laguna cuadrada,irregular ingreso centro laguna y solo 01 dispositivo de salida
0.8=Laguna alargada con varios ingresos y salidas
0.6= Lagunas L/W=2-3, 02 ingresos y 02 salidas

☞ **Periodo de retencion hidráulica corregido (PRH)** PRH = 7.20 días

☞ **Numero de dispersion (d)**

$$d = \frac{1.158 * (PRH * (Wp + 2 * Zp))^{0.489} * Wp^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} * (Lp * Zp)^{1.489}}$$

Remplazando en la definicion se tiene d = 0.227 **Flujo Moderadamente disperso**

☞ **Factor adimensional (a)**

$$a = (1 + 4 * Kb * PRH * d)^{0.5}$$

Remplazando en la definicion se tiene a = 1.913

☞ **Caudal Efluente unitario**

$$Q_{eflu. Unit} = Q(aflu. Unita) - Q(Perdida evaporacion y infiltracion)$$

entonces Q_{eflu. Unit.}= 505.89 m³/dia

☞ **Caudal Efluente total**

$$Q_{eflu} = Q_{eflu. Unit.} * N$$

entonces Q_{eflu}= 505.89 m³/dia



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ C.F en el efluente

$$CF_{Eflu} = \frac{4 * CF_{Aflu} * a * e^{\frac{1-a}{2*d}}}{(1+a)^2}$$

entonces $CF_{Eflu} = 1.95E+04$ NMP/100mL

$1.95E+04$ Continúa Tratamiento

Norma OS-090: CF efluente debe ser menor a 10000NMP/100mL para que se pueda verter al cuerpo receptor

☞ Eficiencia parcial de remoción de C.F. de la laguna (Er)

$$Er = \left(\frac{CF_{Afluente} - CF_{Efluente}}{CF_{Afluente}} \right) * 100$$

Er = 87.89 %

☞ Area Unitaria (Au) Primaria

Au, primaria= $Lp * Wp$ Au. Prim= 4050.00 Ha

☞ Area Acumulada (sección media)

Au, primaria= $Lp * Wp * N$ Aacum. Prim= 4050.00 Ha

☞ COLIMETRIA EN LA MEZCLA (CFM)

$$CFM = \left(\frac{CF_{Eflu} * Q_{Eflu} + CF_{Recep} * Q_{Recep}}{Q_{Eflu} + Q_{Recep}} \right)$$

CMF = 374 Aguas para el riego de vegetales

E DISEÑO LAGUNA SECUNDARIA FACULTATIVA

☞ Tasas netas de mortalidad bacteriana (Kb)

$$Kb = K20 * 1.05^{(T-20)}$$

Donde: K20 = 0.6 Primarias

T = Temperatura del mes mas frio

K20 = 0.8 Secundarias

entonces Kb= 0.541 1/día

☞ Longitud de la laguna Secundaria (Ls)

(proponer la longitud de diseño)

Ls= 74.00 m

☞ Ancho de la laguna Secundaria (Ws)

Ws= 37.00 m

☞ Profundidad Secundarias (Zs) (1 - 2)

Zs= 1.50 m



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

☞ **Periodo de retencion hidráulica (PRH)**

$$PRH = \frac{VOL(Laguna)}{Q(Efluente)} = \frac{Ls * Ws * Zs}{(Q_{Aflu (prim.)} - \frac{Ls * Ws * Z_{per}}{100})}$$

entonces PRH = 8.00 días

☞ **Factor de corrección hidráulica (FCH)**

FCH = 0.60

FCH=0.3-0.8
0.3=Laguna cuadrada,irregular ingreso centro laguna y solo 01 dispositivo de salida
0.8=Laguna alargada con varios ingresos y salidas
0.6= Lagunas L/W=2-3, 02 ingresos y 02 salidas

☞ **Periodo de retencion hidráulica corregido (PRH)**

PRH = 4.80 días

☞ **Numero de dispersion (d)**

$$d = \frac{1.158 * (PRH * (Ws + 2 * Zs))^{0.489} * Ws^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} * (Ls * Zs)^{1.489}}$$

Remplazando en la definicion se tiene

d = 0.170 Flujo Moderadamente disperso

☞ **Factor adimensional (a)**

$$a = (1 + 4 * Kb * PRH * d)^{0.5}$$

Remplazando en la definicion se tiene

a = 1.663

☞ **Caudal Efluente unitario**

$$Q_{eflu. Unit} = Q(aflu. Unita) - Q(Perdida evaporacion y infiltracion)$$

entonces Q_{eflu. Unit.} = 492.20 m³/dia

☞ **Caudal Efluente total**

$$Q_{eflu} = Q_{eflu. Unit.} * N$$

entonces Q_{eflu} = 492.20 m³/dia

☞ **C.F en el efluente**

$$CF_{Eflu} = \frac{4 * CF_{Aflu} * a * e^{\frac{1-a}{2*d}}}{(1 + a)^2}$$

entonces CF_{Eflu} = 2.60E+03 NMP/100mL
2.60E+03 Ok



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

Norma OS-090: CF efluente debe ser menor a 10000NMP/100mL
para que se pueda verter al cuerpo receptor

☞ Eficiencia parcial de remoción de C.F. de la laguna (Er)

$$Er = \left(\frac{CF_{Afluente} - CF_{Efluente}}{CF_{Afluente}} \right) * 100 \quad Er = \boxed{86.68} \%$$

☞ Area Unitaria (Au) Secundaria

$$Au, primaria = Lp * Wp \quad Au. Prim = \boxed{2738.00} \text{ Ha}$$

☞ Area Acumulada (sección media)

$$Au, primaria = Lp * Wp * N \quad Aacum. Prim = \boxed{2738.00} \text{ Ha}$$

☞ COLIMETRIA EN LA MEZCLA (CFM)

$$CFM = \left(\frac{CF_{Eflu} * Q_{Eflu} + CF_{Recep} * Q_{Recep}}{Q_{Eflu} + Q_{Recep}} \right) \quad CMF = \boxed{48} \text{ Abastecimiento doméstico}$$

CFm=<200	Abastecimiento doméstico y crianza de mariscos
CFm=<1000	riego vegetales, bebidas animales y baños recreac.
CFm=<4000	aguas para río, fauna acuática y pesca comercial
CFm > 4000	Agua no aceptable



DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

C. RESUMEN DE DIMENSIONES

LAGUNAS PRIMARIAS

Número de primarias	1.00
Inclinación de taludes (i)	2.00
Profundidad util	1.50 m
Altura de lodos	0.30 m
Borde Libre	0.50 m
Profundidad total	2.30 m

Dimensiones de Fondo

Longitud	90.00 m
Ancho	45.00 m

Dimensiones de Espejo de agua

Longitud	98.00 m
Ancho	49.00 m

Dimensiones de Coronacion

Longitud	100.00 m
Ancho	50.00 m

Caudal efluente unitario

q	505.89 m ³ /día
q	5.86 l/s

Caudal efluente total primario

Q	505.89 m ³ /día
Q	5.86 l/s

Area unitaria en la coronación

0.50 ha

Area total primarias (coronación)

0.50 ha

Area total de tratamiento (Primarias y secundarias-coronación)

0.84 ha

Area Total (+ 15%)

0.96 Ha

Requerimiento de terreno:

3.67 m²/habitante

LAGUNAS SECUNDARIAS

Número de secundarias	1.00
Inclinación de taludes (z)	2.00
Profundidad util	1.50 m
Borde Libre	0.50 m
Profundidad total	2.00 m

Dimensiones de Fondo

Longitud	74.00 m
Ancho	37.00 m

Dimensiones de Espejo de agua

Longitud	80.00 m
Ancho	40.00 m

Dimensiones de Coronacion

Longitud	82.00 m
Ancho	41.00 m

Caudal efluente unitario

q	492.20 m ³ /día
q	5.70 l/s

Caudal efluente total secundario

Q	492.20 m ³ /día
Q	5.70 l/s

Area unitaria en la coronación

0.34 ha

Area total secundarias (coronación)

0.34 ha

DIMENSIONES DE LAGUNAS

	DIMENSIONES DE FONDO		DIMENSIONES ESPEJO DE AGUA		DIMENSIONES DE LA CORONA	
	W (m)	L (m)	W (m)	L (m)	W (m)	L (m)
LAGUNA I	45.00	90.00	49.00	98.00	50.00	100.00
LAGUNA II	37.00	74.00	40.00	80.00	41.00	82.00

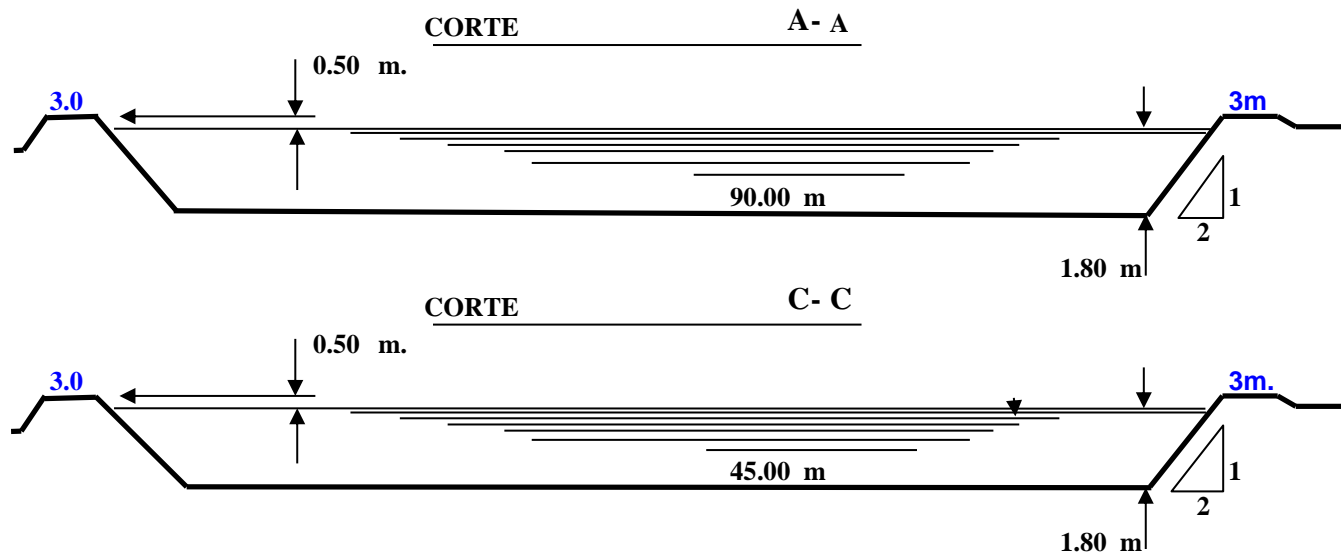
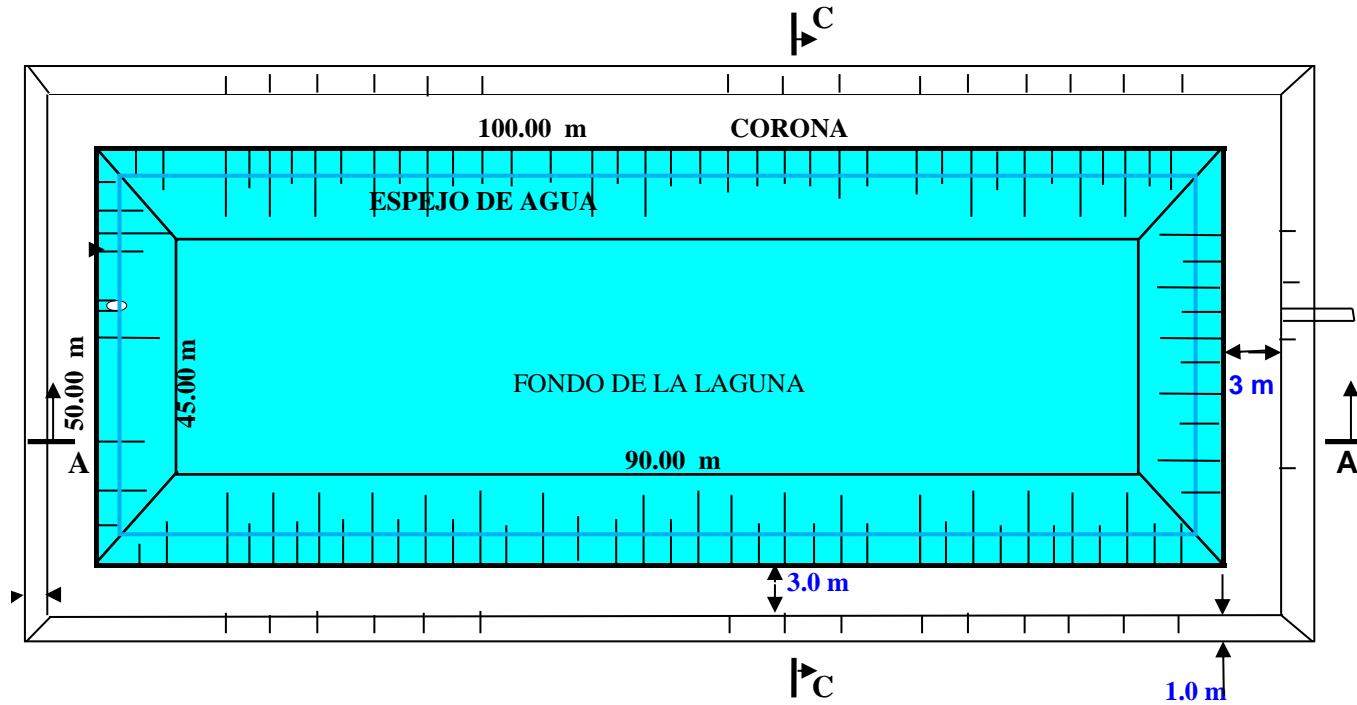
DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

LAGUNA PRIMARIA



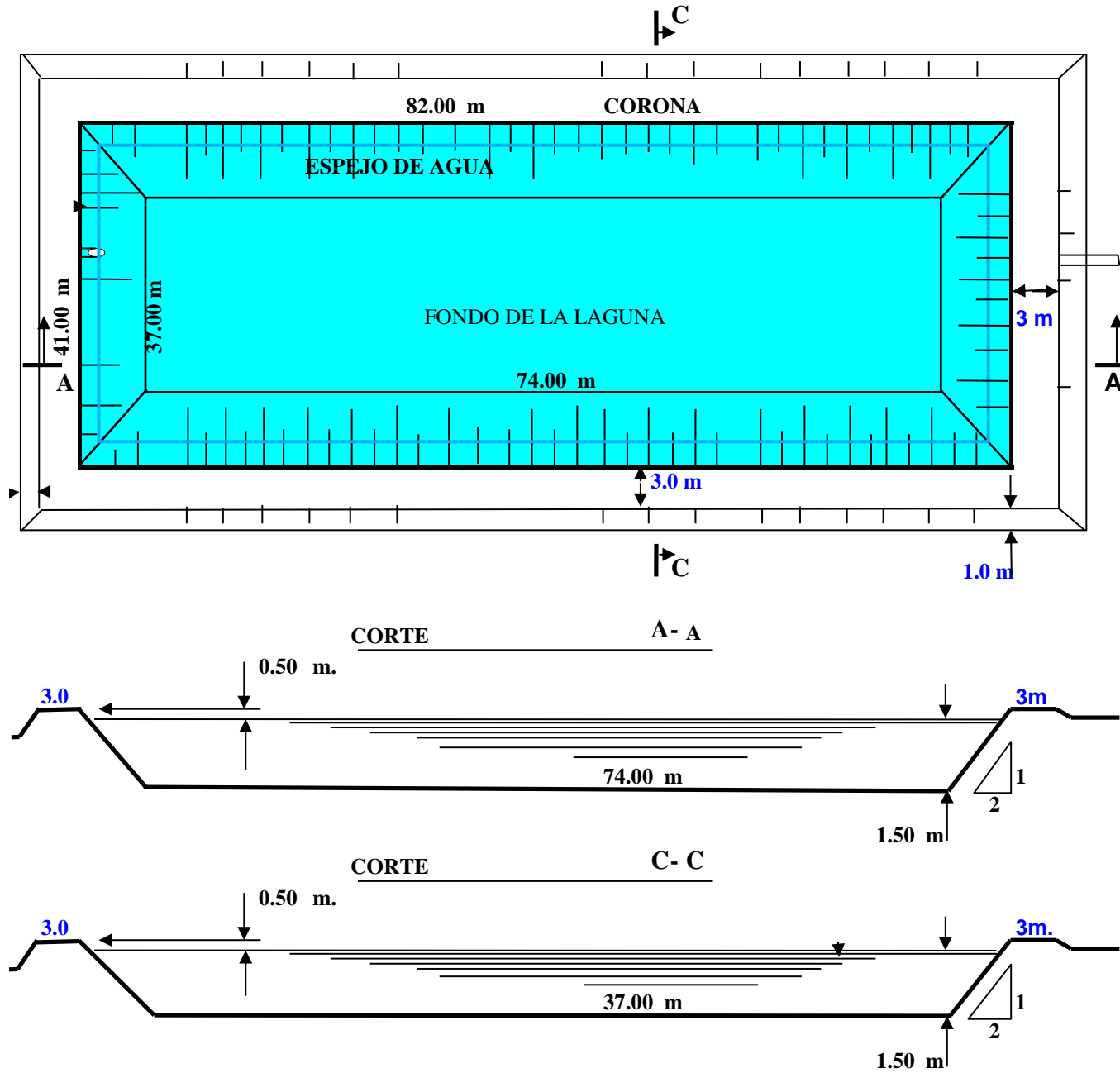
DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS

PROYECTO : “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”

UBICACIÓN : PICHIWILLCA-SAMUGARI-LAMAR-AYACUCHO

FECHA: 12 de octubre del 2021

LAGUNA SECUNDARIA



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PRETRATAMIENTO

En este documento se presentan los cálculos de las estructuras de Cámara de Rejas, Desarenador y buzón de repartición de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El medidor de caudal Parshall será prefabricado, ya que las dimensiones del mismo son difíciles de conseguir en obra.

1.0 DIMENSIONES

Las dimensiones de los diferentes elementos quedan definidas en la siguiente imagen y en el correspondiente plano.

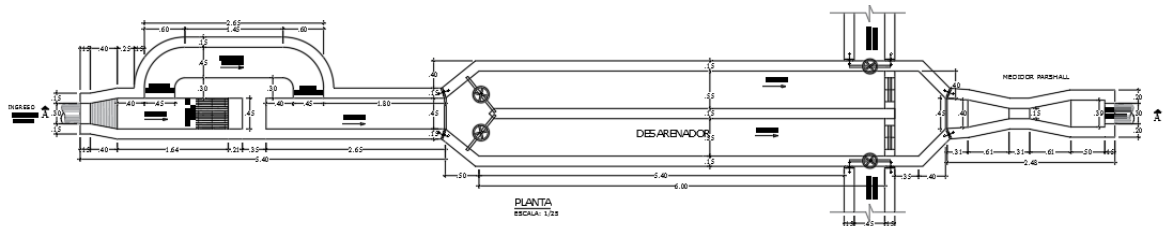


Figura 1.1 Diseño en Planta Cámara Rejas-Desarenador-Parshall

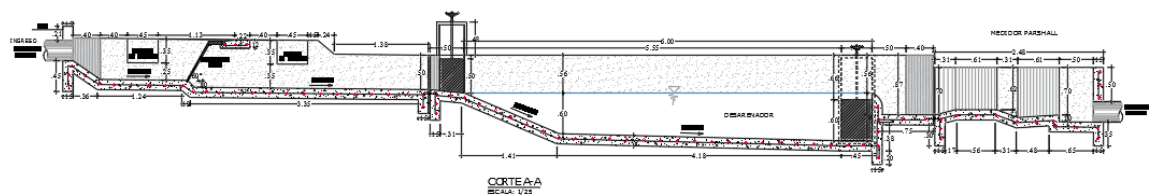


Figura 1.2 Diseño en Alzado Cámara Rejas-Desarenador-Parshall

1.1 ACCIONES Y COMBINACIONES DE CARGA

Para las estructuras en cuestión habría que tener en cuenta el peso propio, empuje de tierras, el empuje hidrostático y sismo.



Las combinaciones que fueron considerados, son las siguientes:

- ❖ 1.4CM
- ❖ 0.9CM + SPx
- ❖ 0.9CM + SPy
- ❖ 1.25CM + SPx
- ❖ 1.25CM + SPy
- ❖ 1.4CM + 1.7 ET
- ❖ 1.4CM + 1.4 PH
- ❖ 1.4CM + 1.7 ET + 1.4 PH

Siendo:

CM: Carga muerta

SPx: Carga de sismo según eje X

SPy: Carga de sismo según eje Y

ET: Presión terreno

PH: Presión hidrostática del agua

1.2 DATOS GEOMÉTRICOS Y GEOTÉCNICOS

Peso específico de concreto = 2400kg/m³

Calidad del concreto, f'_c=175 kg/cm²

Fluencia de acero F_y=4200 kg/cm²

Peso específico del suelo: 1.480 Ton/m³

Capacidad portante de terreno: 1.6 kg/cm²

Ángulo de fricción interna: 18.2°

1.2.1 Estado limite servicio

1.4CM+1.7ET+ 1.4PH

Carga muerta = 1.4x(6X1.20X0.15) x2400kg/m³=3628.80 kg = P_u



Empuje de Terreno = $1.7x (\gamma * z * (1 - \text{sen}(\phi)))$

$$1.7x (1480 \text{kg/m}^3 \times 1.1 \text{m} \times (1 - \text{sen}(18.2))) = 4441.53 \text{ kg/m}^2 = M_u$$

Empuje del agua: $1.4x (0.65 \text{ m} * 9.81 \text{kg/m}^3) = 8.93 \text{ kg/m}^2$

1.3 DISEÑO DE CONCRETO

Diseño por compresión: En este caso se puede hacer uso del método empírico para determinar la resistencia del muro de concreto a la compresión. La resistencia será, según la expresión.

$$\phi P_{nw} = 0.55 \phi f'_c A_g \left(1 - \left(\frac{K l_c}{32h} \right)^2 \right)$$

Donde:

ϕ : Factor de reducción de resistencia igual a 0.65 pues la sollicitación es flexo compresión.

K: Factor de longitud efectiva, $k=0.8$

l_c : Altura libre del muro.

A_g : Área de la sección transversal del muro.

h: Espesor de muro

$$\phi P_{nw} = 0.55 \times 0.65 \times 175 \times 15 \times 600 \times (1 - (0.8 \times 120 / 32 \times 15)^2) = 541116.00 \text{ kg} > P_u = 3628.80 \text{ kg}$$

$$541116.00 \text{ kg} > P_u = 3628.80 \text{ kg}$$

Cuando $\phi P_{nw} > P_u$, el muro no requiere refuerzo por compresión.

El código define un refuerzo mínimo en muros para controlar el agrietamiento de la estructura (ACI 318-14.3).

El refuerzo mínimo vertical en muros es igual a:

Para varillas menores o iguales que la #5 y $f_y > 4200 \text{ kg/cm}^2$ $A_s \text{ ymín} = 0.0015 bh$

El refuerzo mínimo horizontal será:

Para varillas menores o iguales que la #5 y $f_y > 4200 \text{ kg/cm}^2$ $A_s \text{ hmín} = 0.0020bh$

Donde:



h: es el espesor del muro.

b: es el ancho del área donde se aplica la carga.

Además, la norma menciona que el espaciamiento del refuerzo horizontal y vertical no será mayor que tres veces el espesor del muro ni mayor que 45 cm. El acero vertical no necesita estribos laterales si la cuantía del refuerzo, respecto al área bruta del elemento, es menor que 0.01 o si este refuerzo no trabaja a compresión

Las estructuras en cuestión son de dimensiones reducidas, luego las cuantías mínimas cubren sobradamente los esfuerzos que se generan.

1.3.1 Muros exteriores:

Armadura horizontal:

As min = $0.0020 \times 100 \times 15 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$ por cara

As Colocada $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$ Cumple

Armadura vertical:

As min = $0.0015 \times 100 \times 15 = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m}$ por cara

As Colocada $\Phi 3/8'' \text{ c}/25 = 2.84 \text{ cm}^2/\text{m}$ Cumple

1.3.2 Muro interior:

Armadura horizontal:

As min = $0.0020 \times 100 \times 20 = 4 \text{ cm}^2/\text{m}$ por cara

As Colocada $\Phi 3/8'' \text{ c}/15 = 4.73 \text{ cm}^2/\text{m}$ Cumple

Armadura vertical:

As min = $0.0015 \times 100 \times 20 = 3.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ por cara

As Colocada $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$ Cumple

1.3.3 Losa de fondo:

Armadura horizontal para ambas direcciones:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTADA DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



As min cara traccionada = $0.0012 \times 100 \times 15 = 1.80 \text{ cm}^2/\text{m}$

As min losa = $0.002 \times 100 \times 15 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$

As colocada (1 capa; 2 direcciones) = $\Phi 3/8'' \text{ c}/20 (3.55 \text{ cm}^2/\text{m})$



ANEXO 09.
ASPECTOS PRÁCTICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DEL PTAR PICHIWILLCA





ASPECTOS PRÁCTICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

El diseño de lagunas consiste no solamente en determinar su superficie y profundidad sino, particularmente, en resolver un sinnúmero de detalles de construcción y especificaciones que asegurarán un funcionamiento y estabilidad adecuados de la unidad a lo largo de su vida útil.

1 SELECCIÓN DE SITIO.

La ubicación de un sistema de lagunas está en su mayor parte determinada por la posición del colector terminal y también por la disponibilidad de terreno. Es muy importante la dirección prioritaria del viento, no solo para mitigar los malos olores, sino porque tiene un papel importante en la aeración de lagunas aerobias y facultativas.

El área a escogerse debe ser suficientemente plana, de modo que evite un exagerado movimiento de tierras, que es el ítem más caro de este tipo de instalaciones.

Deben ubicarse en un área suficientemente extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas; en el caso de no ser posible, deberán proyectarse obras de protección. El área deberá estar lo más alejada posible de centros poblados considerando las siguientes distancias:

- ❖ 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios.
- ❖ 200 m como mínimo para lagunas facultativas.

El proyecto debe considerar un área de protección alrededor del sistema de tratamiento.

2 GEOMETRÍA DE LAS UNIDADES

El reglamento nacional de construcciones S.090 (5.5.2.6.b) recomienda que la geometría de las lagunas depende del tipo de cada una de las unidades. Para las lagunas anaerobias y aereadas se recomiendan formas cuadradas o ligeramente rectangulares. Para las lagunas facultativas se recomienda formas alargadas; se sugiere que la relación largo-ancho mínima sea 2 horizontal con 1 vertical.



Se recomienda poner el eje longitudinal de las lagunas paralelo al viento y así maximizar la mezcla, además de la salida en la dirección del viento. Se debe ubicar la entrada y la salida de modo de maximizar la distancia.

Una vez definidos en un plano la ubicación de las lagunas, se procederá a efectuar el replanteo en el terreno, siguiendo estrictamente las indicaciones de los planos, en cuanto a distancias, rumbos, etc. Se colocarán estacas indicando el corte o el relleno necesarios para lograr el nivel de obra terminado.

Se realizará el desmonte, que consiste en el corte y desenraizado de árboles, arbustos, hierbas o cualquier otro tipo de vegetación, y su retiro. Todo este material removido debe sacarse fuera de los límites del predio de la instalación de tratamiento y de sus accesos.

3 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

Tanto el movimiento de tierras como el diseño de los diques, debe ser efectuado con la asesoría de ingenieros de mecánica de suelos; se deben realizar las perforaciones necesarias para caracterizar el tipo de suelo del lugar escogido para la ubicación de las lagunas.

Una vez caracterizado el material del subsuelo y determinado el material necesario para la conformación del fondo y diques, se debe estudiar cuidadosamente el manejo de los estratos. Las lagunas de estabilización se construyen procurando que el movimiento de tierra sea compensado; es decir, que la excavación produzca el material necesario para los diques. En otras palabras, el corte debe igualar al relleno. Este aspecto es de vital importancia para la economía del proyecto ya que generalmente el movimiento de tierras supera el 80% del costo de la obra.

El despalme consiste en el retiro del material que se considera inapropiado, ya sea para el fondo de la laguna o para la fundación de los diques, tuberías u obras de arte. Generalmente, es la capa vegetal la que debe retirarse. En algunos casos, el despalme obliga a excavar por debajo de los límites previstos en el proyecto, obligando a reemplazar el material extraído por debajo de la subrasante, por material apropiado, el cual debe ser compactado cuidadosamente.



3.1 DESCAPOTE.

Consiste en remoción de materia no apropiada localizado en la superficie, que se encuentra normalmente en la capa vegetal. Esa capa es inadecuada para su utilización en las lagunas de estabilización, como diques, fondo, conexiones y obras de arte.

La tierra orgánica y la arena no son adecuadas para la construcción de diques. Normalmente, un buen material se encuentra debajo de la superficie del suelo. Este terreno más adecuado puede ser utilizado para formar el núcleo impermeable y estable del dique y el sobrante utilizarse para completar el dique y para formar el talud

3.2 EXCAVACIÓN.

Las excavaciones se ejecutan con el objeto de obtener los niveles deseados para el fondo, así como para formar las secciones del proyecto. Algunas entidades admiten una tolerancia máxima de 10 cm. entre los cortes proyectados y los ejecutados. Por lo general, la excavación se hace con equipo de construcción similar al utilizado en carreteras.

3.3 ESCARIFICACIÓN.

La escarificación consiste en la rotura de unos 15 cm del terreno sobre el cual se van a formar los terraplenes. Se entiende que estos 15 cm son después de efectuado el despalme. La escarificación se realiza con el fin de lograr una liga íntima entre el terreno natural y el material de los terraplenes.

3.4 FORMACIÓN DE TERRAPLENES

Una vez concluidos el despalme y la escarificación, los terraplenes se construyen con el material producto de las excavaciones, o del obtenido mediante préstamos. El material se irá colocando en capas delgadas que se van compactando. De ser posible, se utilizará equipo de compactación especial (pata de cabra). El espesor de las capas, el porcentaje de humedad permisible, lo mismo que el grado de compactación requerido, será fijado con base en los estudios de suelos que se realicen.

En general, los diques de tierra hechos con material con alto contenido de arcilla logran una buena estabilidad con una pendiente adecuada. En todo diseño deberá darse a los diques la pendiente que garantice su estabilidad total.



Con la finalidad de mantener al mínimo la erosión causada por olas provocadas por el viento, la pendiente del dique en el lado húmedo debe ser suave, más o menos 1 en la parte vertical a 2 en la parte horizontal. Los taludes más empinados pueden ser adoptados en el caso de suelos muy duros y si se utiliza un revestimiento protector en la interface. El borde libre recomendado, según reglamento, para las lagunas de estabilización es de 0.5 m.

La coronación del dique debe ser hecha lo suficientemente ancha como para permitir el fácil tráfico de vehículos que en este caso será de 3.00 m. En las lagunas, sobre todo en las primarias, el ancho debe ser tal que permita la circulación del equipo pesado, tanto en la etapa de construcción como durante la remoción de lodos. Un ancho de 3.00 m es el adecuado, aunque pueden usarse diques más pequeños para instalaciones menores. Las esquinas de los diques deben redondearse para minimizar la acumulación de natas y desarrollo de corrientes secundarias que dan lugar a cortocircuitos.

Se recomienda revestimiento de orillas para brindar una protección ante la posible erosión debida a la acción de las olas y además para el control de la vegetación.

4 REVESTIMIENTO.

4.1 IMPERMEABILIZACIÓN DEL FONDO.

Los estudios de conductividad hidráulica y permeabilidad del material encontrado en el fondo, serán los que indiquen si a éste se le deberá hacer algún tratamiento especial o revestirlo con algún material impermeable natural (arcilla) o artificial (membranas sintéticas). Al efectuar los estudios de permeabilidad, deberá tomarse en cuenta que las aguas residuales tienden a disminuir la conductividad hidráulica de los suelos. Esto es especialmente importante en el caso de las lagunas primarias.

Si la tierra es muy permeable teóricamente puede suceder que la laguna nunca complete su llenado debido a la infiltración a través del fondo. En este caso, el nivel del agua se mantiene en un punto donde la carga estática, encima del fondo, es suficiente para lograr la entrada del fluido en la tierra porosa subyacente. En la práctica, esta situación se supera con facilidad durante la puesta en marcha de las lagunas anaerobias o primarias. La retención se torna más difícil en el caso de lagunas secundarias por la naturaleza de los sólidos suspendidos presentes en las aguas residuales tratadas.



En muchos casos pueden evitarse sorpresas desagradables por medio de un análisis granulométrico del suelo y pruebas de infiltración, pero a pesar de ello, los resultados obtenidos son frecuentemente engañosos y las fallas pueden ser detectadas algunas veces sólo después de que los trabajos se han completado.

De cualquier modo, si se decide construir una laguna en tierra relativamente porosa, la superficie de la unidad debe ser hecha impermeable por medio de una capa compacta mínima de 0.20 m de tierra arcillosa transportada de un sitio cercano. A primera vista no parece mucho, pero una hectárea requiere 2,000 m³ de revestimiento de arcilla compactada.

Los revestimientos de polietileno y de vinilo han sido utilizados en algunas ocasiones, pero el costo es relativamente alto en países en desarrollo. Los recubrimientos de plástico se utilizan por lo general en unidades relativamente pequeñas y más que nada en lagunas aereadas mecánicamente. En el caso de suelos con más de 70% de material granular por peso (grava o arena), el uso de suelo-cemento es una alternativa, pero se tiene que tener en cuenta el aspecto económico. Otra alternativa es la utilización de manto asfáltico.

4.2 REVESTIMIENTO DE TALUDES.

En términos generales, el revestimiento de un talud suave es innecesario. Para este propósito se recomienda pendientes de 1 en la vertical y 2 ó 3 en la horizontal. En este caso las olas que resultan de la fricción del viento reventarán en el talud aligerándose, pero ello no significa que no dañe el talud. En caso de pendientes más pronunciadas el revestimiento puede hacerse obligatorio.

Aparentemente, el revestimiento de piedra es lo más recomendable para el talud, siempre y cuando el material rocoso se pueda adquirir a bajo costo, colocándose una parte por encima y otra por debajo del nivel del agua las piedras de diferentes tamaños y formas se acomodan manualmente sin unirlos con argamasa. El empedrado es un medio efectivo contra la erosión y la maleza.

El área del revestimiento de concreto según detalle de los planos deberá ser de 0.15 m de espesor y su altura inclinada será de la prevista para las olas. El ancho recomendable es de



1.5m, siendo 0.75 m por encima y 0.75 m por debajo del nivel de las aguas cuando están tranquilas.

5 PROCESOS DE PRETRATAMIENTO.

5.1 CRIBAS

El objetivo del desbaste o cribado es retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión de las aguas residuales ya que pueden dañar u obstruir las tuberías, interfiriendo en los procesos de tratamiento. Los dispositivos utilizados para este fin son las rejas de barras, clasificadas de acuerdo a su tamaño en:

Tipos de rejas	Abertura (cm)
Rejas gruesas	5 – 10
Rejas medianas	1.5 – 5
Rejas finas (rejillas)	< 1.5

Las rejas consisten de una serie de barras o soleras de metal paralelas, colocadas en un determinado ángulo de inclinación en el canal que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento. Para evitar la corrosión de las barras, pueden ser hechas a base de tubos plásticos. El ángulo de inclinación de la rejilla, está en función de la técnica de limpieza prevista, que puede ser manual o mecánica. Para la limpieza manual se colocan en ángulos hasta de 60° con respecto a la horizontal y para la limpieza mecánica se instalan en ángulos mayores, inclusive hasta en posición vertical.

Los principales parámetros en el diseño de las rejas son:

- ❖ Velocidad del agua en el canal y a través de las rejas.
- ❖ Gasto.
- ❖ Área efectiva de las rejas.
- ❖ Pérdida de carga.

En la tabla se comparan las características de las rejas de limpieza manual con las de limpieza mecánica.



Tabla Comparación de las características de las rejillas de limpieza manual con las de limpieza mecánica.

Característica	Limpieza manual	Limpieza
Ancho (mm)	5 - 15	5 - 15
Profundidad (mm)	25 - 37.5	25 - 37.5
Separación entre barras (mm)	25 - 50	15 - 75
	30 - 45	0 - 30

Metcalf-Eddy. "Tratamiento y depuración de las aguas residuales". 1991

La cantidad de desperdicios sólidos retenidos por las rejillas varía según la naturaleza de las aguas negras y el tamaño de las aberturas de la rejilla. Los desperdicios retenidos contienen de 75 a 90% de humedad y están formados por trapos, papel, trozos de caucho, residuos de alimentos y otros productos expuestos a la putrefacción, por lo que se requiere su rápida eliminación, a través de procesos como enterramiento, incineración o digestión.

5.2 DESARENADO.

El tipo de desarenador, según el procedimiento utilizado en la separación, más común es el de flujo horizontal, que realiza una separación natural por decantación.

Los desarenadores de flujo horizontal son canales rectangulares donde se mantiene una velocidad controlada del agua residual, de forma que las arenas sedimentan y los sólidos orgánicos pasan a las siguientes unidades de tratamiento. El parámetro principal de diseño es la velocidad horizontal del flujo a través de la unidad. Generalmente una velocidad de 0.3 m/s permite la sedimentación de partículas de 0.2 mm y mayores. El tiempo de retención varía de 20 segundos a 1 minuto. El ancho mínimo recomendable para estas unidades es de 0.55 m. Debe de proveerse un espacio dentro de la cámara para la acumulación y almacenamiento de las arenas.

6 MEDICIÓN DE CAUDALES

En las lagunas de estabilización, al igual que en cualquier otra planta de tratamiento de aguas residuales, es necesario tener un registro del caudal que ingresa a las mismas las 24 horas del día. Esta información es necesaria para poder evaluar el comportamiento de las lagunas. Además, sirve para muchos otros objetivos como saber en que etapa de su vida útil se encuentra la estructura y poder planificar ampliaciones, etc. Las canaletas Parshall

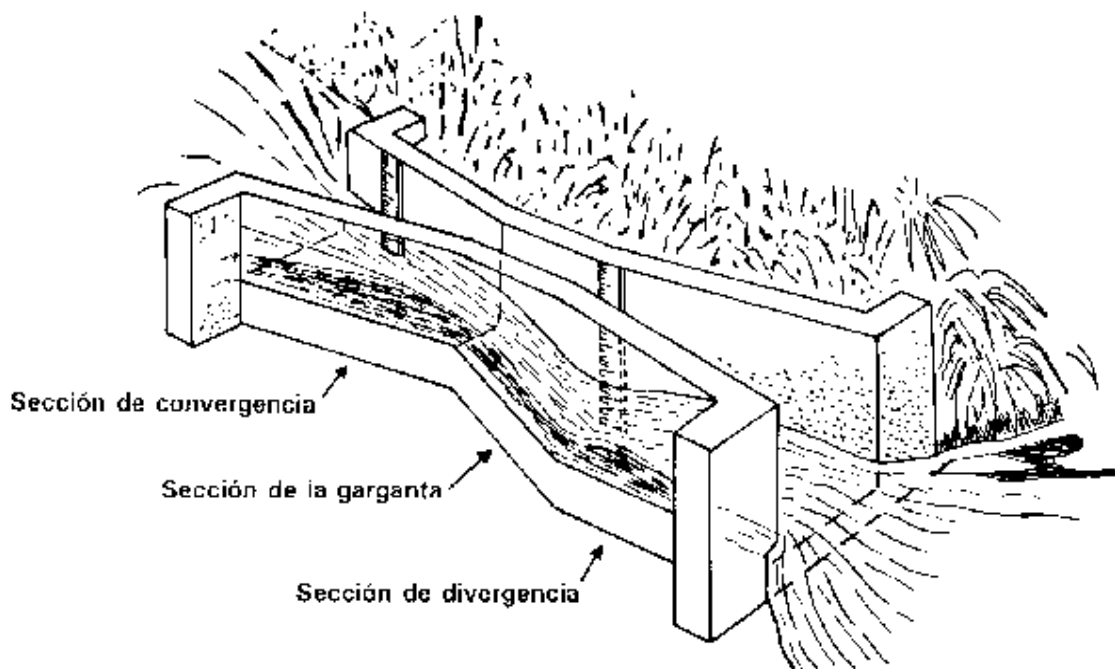
se adaptan muy bien a este propósito por su precisión, y por no presentar remansos donde se pueden acumular sólidos como sucede en los vertederos.

Pero no basta con medir el caudal que entra a la planta. Hay que medir el caudal que entra a cada laguna y el efluente de ellas. Como sería muy costoso construir muchas canaletas Parshall, se recurre para estas medidas a los vertederos, los cuales si bien ofrecen algunas desventajas, por otra parte facilitan y flexibilizan la operación de las lagunas.

6.1 MEDIDOR PARSHALL.

El aforador Parshall es un aparato calibrado para medir el agua en los canales abiertos. El aforador está constituido por una sección de convergencia con un piso nivelado, una garganta con un piso en pendiente hacia aguas abajo y una sección de divergencia con un piso en pendiente hacia aguas arriba, tal como se muestra en la figura 2.1. Gracias a ello el caudal avanza a una velocidad crítica a través de la garganta y con una onda estacionaria en la sección de divergencia.

Canal de aforo Parshall





Este tipo de aforador ofrece varias ventajas tales como:

- ❖ El diseño de la estructura es simple, por lo cual su construcción resulta barata.
- ❖ La estructura trabaja eficientemente aun teniendo gran variación en el gasto.
- ❖ No presenta azolve, debido a que el aumento de la velocidad lo mantiene libre de obstrucciones.
- ❖ No influye la velocidad con que el agua se aproxima a la estructura.
- ❖ La pérdida de carga es pequeña.
- ❖ Opera en un rango amplio de flujos.

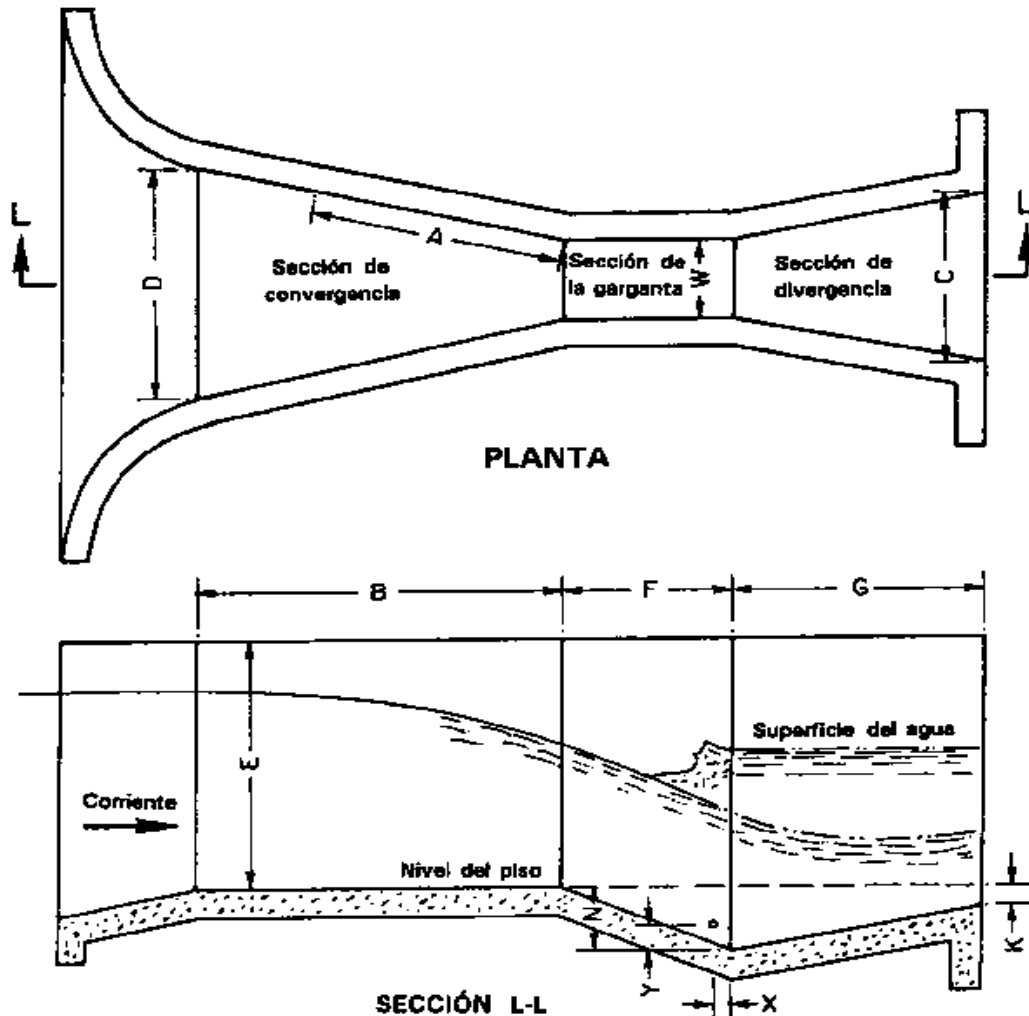
6.1.1 Dimensiones.

Las dimensiones de los aforadores Parshall se determinan según el ancho de garganta (W). La tabla muestra las dimensiones típicas que corresponden

Dimensiones típicas de medidores Parshall (cm).

W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)	R (cm)	M (cm)	P (cm)	X (cm)	Y (cm)
2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9	-	-	50,0	0,8	1,3
5,1	41,4	40,6	13,5	21,4	35,6	11,4	25,4	2,2	4,3	-	-	70,0	1,6	2,5
7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	40,6	30,5	76,8	2,5	3,8
15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	40,6	30,5	90,2	5,1	7,6
22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4	40,6	30,5	108,0	5,1	7,6
30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	149,2	5,1	7,6
45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	167,6	5,1	7,6
61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	185,4	5,1	7,6
91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	50,8	38,1	222,3	5,1	7,6
122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	271,1	5,1	7,6
152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	308,0	5,1	7,6
182,8	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	344,2	5,1	7,6
213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	381,0	5,1	7,6
244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	61,0	45,7	417,2	5,1	7,6
305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	-	-	-	30,5	22,9

Dimensiones de un canal de aforo Parshall



6.2 VERTEDERO RECTANGULAR.

6.2.1 Vertederos rectangulares de pared delgada y sin contracciones.

Para vertederos rectangulares de pared delgada sin contracción la fórmula de Francis es la más usual:

$$Q = 1.838LH^{3/2}$$

donde:

Q = caudal (m³/s).

L = longitud horizontal del vertedero (m).

H = altura de la superficie del agua sobre la cresta, que es la diferencia de elevación, entre la parte superior de la cresta y la superficie del agua en el canal, en el



punto de aguas arriba; si ello es posible, justo después del comienzo de la curva de la línea (m).

6.2.2 Vertederos rectangulares de pared gruesa.

Un vertedero es considerado de pared gruesa, cuando la cresta es suficientemente gruesa ($e > 0.66H$), para que en la vena adherente se establezca el paralelismo de los filetes.

Para el cálculo del caudal en estos vertederos se utiliza la siguiente fórmula: (16)

$$Q = 1.71LH^{3/2}$$

donde:

Q = caudal (m³/s).

L = longitud horizontal del vertedero (m).

H = altura de la superficie del agua sobre la cresta, que es la diferencia de elevación, entre la parte superior de la cresta y la superficie del agua en el canal, en el punto de aguas arriba; si ello es posible, justo después del comienzo de la curva de la línea (m).

6.3 VERTEDERO TRIANGULAR.

El vertedero triangular se emplea para medir gastos pequeños, siendo más exacto que el de escotadura rectangular. En la práctica son comúnmente usados los ángulos de 90° en la abertura del vertedor.

La ecuación aplicable para vertedero triangular de 90° según Thompson es:

$$Q = 1.38 * H^{5/2}$$

donde:

Q = caudal (m³/s)

H = altura del líquido sobre el ángulo de escotadura del vertedero (m)

Es mejor instalar el medidor de caudal de entrada al ingreso del sistema de tratamiento. En este caso el medidor más adecuado es el canal Parshall.



El medidor de caudal de salida puede ser la misma estructura de salida, si tiene la forma de un vertedero rectangular. De otro modo, se puede instalar en la tubería de descarga, por el lado exterior del dique.

La comparación entre los flujos de entrada y salida da una idea de la magnitud de la evaporación e infiltración, así como del efecto de dilución de la precipitación pluvial. Además, es un medio correcto de evaluar el desempeño de una laguna.

7 CANALES Y TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN.

Los conductos abiertos (canales abiertos) son ampliamente utilizados en las instalaciones de tratamientos de aguas residuales tanto para conducir líquidos crudos a los diferentes procesos de tratamiento como para llevar líquidos tratados al punto de disposición final.

El cálculo de canales se realiza teniendo en cuenta la calidad de agua residual a conducir. De esta manera, líquidos crudos que hacen su ingreso al sistema deben tener velocidad igual a la existente en el último tramo de la tubería aductora que, por lo general, es igual o mayor a 0.6 m/s. La conservación de velocidades de esta magnitud impide la deposición de material sedimentable que acostumbran a traer las aguas de alcantarillado en el fondo de las canaletas de conducción.

Para aguas libres de arena, la velocidad de conducción debe ser, como mínimo, ligeramente mayor que la velocidad promedio presente en la estructura misma del desarenador, la cual generalmente es del orden de 0.30 m/s. En el caso de aguas sedimentadas y/o tratadas, las limitaciones de velocidad no tienen importancia por lo que debe optarse por diseños de canales, con perímetro mojado con los cuales es posible obtener el máximo de economía en cuanto a obras civiles.

Por otro lado, para tuberías es conocida la práctica de diseñar las tuberías o alcantarillas de manera que la velocidad en las mismas no sea menor de 0.5 m/s, con el fin de evitar el depósito y acumulación de sedimentos. Cuando las lagunas están sometidas a caudales muy pequeños, la observancia de esta regla llevaría a diámetros muy pequeños con el consiguiente peligro de que se obstruyan por la presencia de flotantes y otro tipo de



cuerpos extraños. En tales casos, se ha optado por no usar tuberías menores de 0.25 m de diámetro, y resolver el problema de la acumulación de sedimentos mediante la operación oportuna de compuertas por períodos cortos, que hagan pasar por estas tuberías caudales mayores que el afluente.

8 DISPOSITIVOS DE REPARTICIÓN

Estas unidades son requeridas para la distribución del flujo entre dos o más lagunas operadas en paralelo, para que reciban cargas hidráulicas proporcionales a su capacidad.

Los repartidores más apropiados son aquellos que cumplen su función para todo el intervalo de caudales, de mínimo a máximo horario. Algunos diseños usados para la repartición de aguas claras, pueden ser empleados en aguas residuales, con modificaciones requeridas para impedir la acumulación o retención de sólidos y material flotante.

Uno de los repartidores más utilizados es el que consiste en una cámara, en la cual el caudal que entra sale por dos vertederos que se reparten independientemente a cada laguna.

9 DISPOSITIVOS DE ENTRADA, INTERCONEXIÓN Y SALIDA.

Estas partes deben diseñarse lo más simples posibles evitando la utilización de válvulas y mecanismos que se deterioran por efecto de las características corrosivas de las aguas residuales.

9.1 DISPOSITIVO DE ENTRADA.

En general, el tipo de entrada debe ser lo más simple posible y no muy alejado del borde de los taludes.

Existe bastante controversia en cuanto si la tubería de entrada a una laguna debe ir sumergida o sobre el nivel del agua. Los argumentos a favor de las tuberías sumergidas son su bajo costo y sencillos métodos de construcción. Los argumentos en su contra son: el asentamiento de lodo en caudales bajos con la consecuente obstrucción de la tubería y la aparición de material asentado alrededor de la desembocadura.



Los argumentos a favor de las tuberías elevadas son la ausencia de obstrucciones con caudales bajos porque se aseguran velocidades mínimas mediante secciones de flujo parcial, mientras que los canales sumergidos están siempre llenos. El efecto de mezcla y las condiciones de dispersión del afluente en el cuerpo de agua se aseguran debido a la turbulencia originada por la caída del afluente. El control visual de los caudales aproximados es posible desde cualquier punto de la coronación del dique. Uno de los argumentos en contra es el costo más alto, debido a los soportes para las tuberías (por ejemplo pilares de albañilería).

Algunos autores recomiendan tuberías de entrada sumergidas terminando en una pequeña pieza vertical apuntada hacia arriba a fin de que la boca no tome contacto con el material sedimentado. Esta práctica ofrece mayor riesgo de obstrucción.

Otros indican que es preferible colocar la tubería al nivel del suelo, prolongándola unos 2 m o más por encima de una depresión circular, de 0.5 m de profundidad y 10 m o más de diámetro, donde se acumulará la arena por muchos años sin interferir con la boca del canal. Con frecuencia las tuberías de entrada descargan sobre una losa de concreto de aproximadamente 1 m de diámetro cuando van sumergidas y en el caso ingresos sobre el nivel del agua descarga sobre un revestimiento de piedra de aproximadamente 1 x 2 m justo debajo de la boca de la tubería para evitar la socavación del fondo de la laguna durante la fase de llenado.

9.2 DISPOSITIVO DE INTERCONEXIÓN.

El uso de lagunas en serie obliga al empleo de este tipo de estructura. Una estructura de interconexión es en realidad una estructura de salida que descarga a otra laguna para continuar el tratamiento.

Debe concebirse de tal forma que no produzca una caída turbulenta del efluente y se genere espuma; esto es muy importante sobre todo en países en desarrollo pues en la mayoría de ellos se continua utilizando detergentes no biodegradables generadores de espuma.



Para unidades en serie con reducida diferencia de nivel entre las unidades se puede optar por una canaleta de interconexión y medición para mínima pérdida de carga; para unidades en serie con una considerable diferencia de nivel se puede considerar un sistema de interconexión cerrada, con tubería de plástico o acero.

9.3 DISPOSITIVO DE SALIDA.

La estructura de salida de una laguna determina el nivel del agua dentro de ella y podrá colocarse en cualquier punto del borde, ordinariamente al pie del dique y opuesto a la tubería de entrada.

Se debe incorporar un vertedero triangular o rectangular para medición y control de efluentes. Las salidas superficiales deben incorporar pantallas alrededor del dispositivo para la retención de natas

10 BALANCE HÍDRICO DE LA LAGUNA

Para mantener el sistema continuo del flujo de aguas residuales en las lagunas, la medición de infiltración y evaporación tiene importancia para la evaluación, y sobre todo para mantener el equilibrio del balance de caudales en el sistema de laguna.

Tan importante es procurar una carga orgánica adecuada como lograr un balance hídrico apropiado; cuanto más grande hagamos una laguna, más nos vamos del lado de la seguridad desde el punto de vista de carga orgánica, pero más la comprometemos desde el punto de vista del balance hídrico.

El balance hídrico suele ser dado por la ecuación:

$$Q_e = Q_a + (Pr + Pc) - (E + Pe)$$

Donde:

Q_e : Caudal efluente.

Q_a : Caudal afluente de aguas residuales.

Pr : Precipitación que cae sobre la laguna.

Pc : Infiltración de agua subterránea hacia la laguna (sucede cuando el nivel freático está sobre el de la laguna).

E : Evaporación.

Pe : Pérdidas por percolación (sucede cuando el nivel freático está por debajo del de las lagunas y éstas no se han sellado).

Analizando el mes crítico (de menos lluvia, el nivel freático más bajo, de mayor evaporación) el valor de Q_e tiene que ser positivo. Es aquí donde algunas veces se hace necesario reducir el área de las lagunas, y el diseño del lado de la seguridad consiste en hacer lagunas más pequeñas (en área total) y no más grandes como supondría quien haga un análisis superficial del problema.

Si en un primer tanteo durante un diseño obtenemos un valor de Q_e negativo, quedan varias alternativas; entre ellas, impermeabilizar la laguna con material arcilloso o membranas sintéticas. Pero hay un recurso que puede ser más económico, y éste consiste en usar lagunas anaeróbicas. Un sistema de tratamiento con lagunas anaeróbicas primarias puede necesitar un 60% del área de otro equivalente que sólo utilice lagunas facultativas. En casos extremos se pueden usar lagunas anaeróbicas primarias y secundarias, con lo cual el área puede llegar a ser hasta un 40% de la de un sistema equivalente que no use lagunas anaeróbicas.

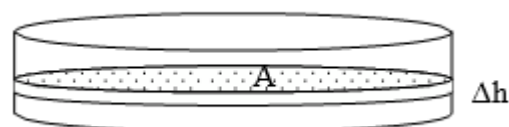
10.1 CAUDAL DE EVAPORACIÓN.

Una forma de conocer el caudal de evaporación es mediante la evaluación de la masa volumétrica. La medición de la evaporación se realiza mediante la medición de altura de evaporación en tanques cilíndricos colocados a los lados de las lagunas.

En los tanques, de dimensiones estándares, previamente se procede a medir diariamente, a una hora fija, la altura de evaporación con relación a la altura de llenado.

Teniendo la altura de evaporación, se obtiene el volumen de evaporación, relacionándola con el área superficial o espejo de agua de la laguna, el cual variará según el nivel.

Cilindro para evaluación de la evaporación.





El procedimiento antes mencionado se traduce en:

Sabemos que:

$$\Delta V = A \times \Delta h$$

además:

$$Q = \Delta V / t$$

reemplazando la ecuación, tenemos:

$$Q = \frac{A \times \Delta h}{t}$$

en general tenemos:

$$Q_{ev} = \frac{A \times \Delta h_i}{\Delta t_i}$$

en donde:

Q_{ev} : Caudal de evaporación, m³/día.

A : Área de la base del cilindro, m².

Δh_i : Cambio de nivel superficial del líquido, m.

Δt_i : Tiempo que dura la prueba de evaporación, generalmente 1 día.

10.2 CAUDAL DE INFILTRACIÓN.

El caudal de infiltración se puede obtener por comparación, mediante la realización de un balance hídrico.

La infiltración, que inicialmente puede ser muy alta, es probable que disminuya con el tiempo debido a la taponación del suelo (fondo de lagunas) por las bacterias y la materia orgánica, hasta que alcance su mínimo valor.

En el diseño de lagunas de estabilización, debe incluirse una impermeabilización del suelo, tanto del fondo como los lados (taludes), especialmente cuando hay peligro de contaminación de la napa freática. Cuando el terreno es rocoso y presenta fisuras, la posibilidad de contaminación es mayor.

11 CONSIDERACIONES EN RELACIÓN CON EL AMBIENTE.

11.1 EN RELACIÓN CON EL AMBIENTE SUPERFICIAL.

11.1.1 Problemas con vectores.

Siendo las lagunas de estabilización estructuras construidas para mejorar la salud, deberá procurarse que las mismas no sean criadero de vectores (mosquitos, caracoles, etc.) que vayan a propagar enfermedades.

Se debe mantener el borde de laguna libre de hierbas, malezas y otras plantas que puedan facilitar la reproducción de mosquitos y otra clase de insectos. Además, se deben realizar



variaciones periódicamente del nivel del agua mediante las cuales se logra eliminar las larvas localizadas en la interfase. En casos extremos se pueden aplicar insecticidas.

11.1.2 Problemas con olores.

Las lagunas facultativas sobrecargadas y las anaerobias pueden producir malos olores (ocasionados por sulfuros).

Normalmente, las lagunas facultativas no presentan malos olores. Cuando éstos ocurren, se puede deber a sobrecarga. Otra causa de malos olores es la ausencia de algas, debido a que éstas han sido perjudicadas por la presencia de materias tóxicas o excesivamente ácidas o alcalinas. Lo anterior sucede cuando hay descargas del tipo industrial, al alcantarillado, sin los debidos controles.

Los olores provenientes de lagunas anaerobias son propios de su naturaleza. Sin embargo, no debe permitirse que se sobrecarguen, porque en este caso el olor se convertiría en un problema mayor. No obstante, siempre y cuando se cuente con una buena práctica operativa que la restrinja a un máximo de carga volumétrica de DBO5 de 300 g/m³ al día a temperaturas mayores a 20°C, el problema de mayores olores no se presentará.

En cuanto a las lagunas de Pichiwillca, para evitar este problema, han sido ubicadas en una zona alejada de la población, respetando lo sugerido por el reglamento nacional de construcciones. Además, la dirección de los vientos alisios (SSE) dispone los posibles malos olores hacia un área despoblada.

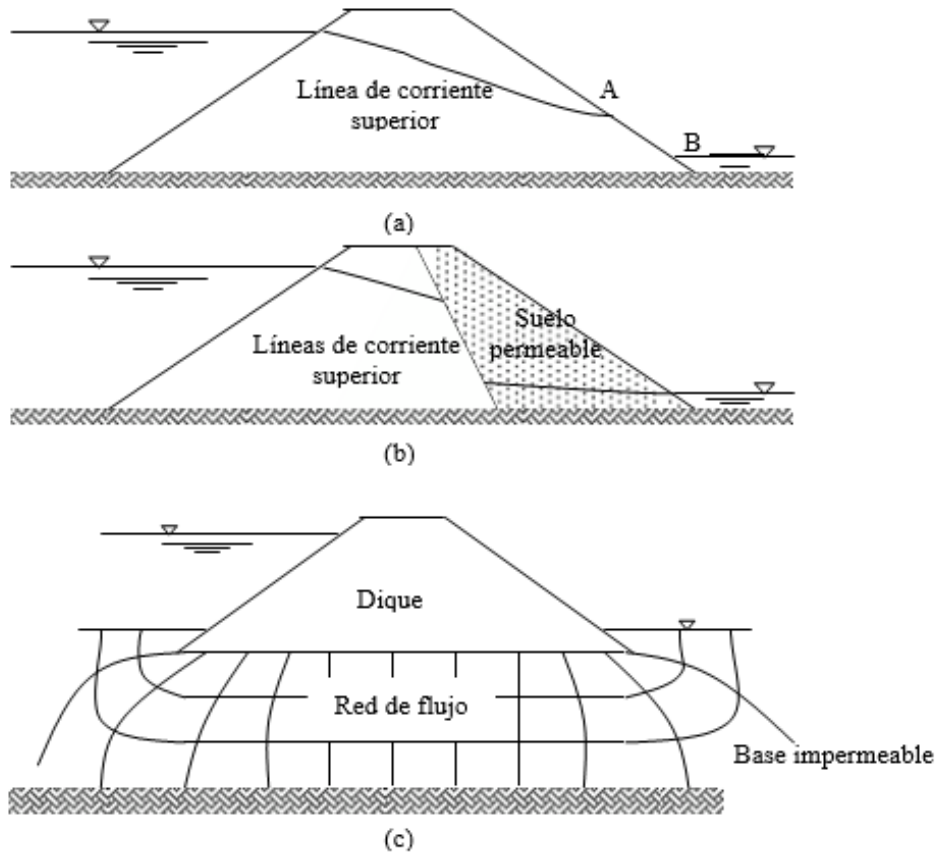
11.2 EN RELACIÓN CON EL AMBIENTE SUB-SUPERFICIAL.

11.2.1 Afloramientos.

En las figuras, se muestra la filtración a través de una presa de tierra (que es cómo funcionan los diques de una laguna) sobre un terreno impermeable.

En dicha figura se observa la línea de corriente superior, o línea de saturación, que termina en el talud aguas abajo de la presa. El talud AB se erosionará gradualmente (el agua que brotase arrastrará partículas de suelo con ella). Este proceso podría producir eventualmente la ruina total de la presa.

Filtración a través de una presa de tierra



Con objeto de evitar una falla del tipo como la originada en la figura (a), se colocan drenajes que hagan descender la posición de la línea de saturación (figura b).

Considerando los diques completamente impermeables, los afloramientos podrían localizarse en zonas no tan cercanas a las presas, debido a la filtración por debajo de ésta de acuerdo a la profundidad donde se encuentra el estrato impermeable en el terreno (figura c).

11.2.2 Agua subterránea.

Los perfiles naturales del suelo atenúan activamente muchos, aunque no todos, los contaminantes del agua. Éstos han sido reconocidos por nuestro tiempo como un sistema potencialmente efectivo para la disposición segura de excretas humanas y aguas residuales domésticas.

La zona no saturada es de especial importancia debido a que representa la primera línea de defensa natural contra la contaminación del agua subterránea, además a que es un ambiente favorable para atenuar o eliminar contaminantes donde se realiza:



- ❖ La intercepción, sorción y eliminación de microorganismos patógenos.
- ❖ La atenuación de metales pesados y otras sustancias químicas inorgánicas, mediante precipitación (como carbonatos, sulfuros o hidróxidos), sorción o intercambio de cationes.
- ❖ La sorción y la biodegradación de muchos hidrocarburos y compuestos orgánicos naturales y sintéticos.

La preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas se relaciona principalmente a los llamados acuíferos no confinados o freáticos, sobretodo en lugares donde la zona no saturada es delgada y el nivel freático es poco profundo. También pueden existir importantes riesgos de contaminación, incluso donde los acuíferos son semiconfinados, si los acuitados superficiales son relativamente delgados y/o permeables.

Por lo general, los abastecimientos de aguas subterráneas derivados de acuíferos más profundos y altamente confinados, no serán afectados por contaminación desde la superficie del suelo, salvo por los contaminantes más persistentes, y a muy largo plazo.

Las principales consecuencias probadas de contaminación son: concentraciones de nitrato que se incrementan grandemente en las aguas subterráneas ($\text{NO}_3\text{-N}$ 10 mg/l. según los límites de calidad de agua vigentes en el Perú de acuerdo a la ley general de aguas) y episodios más frecuentes de contaminación de agua subterránea por solventes orgánicos sintéticos, desinfectantes y patógenos fecales. Estos casos llegan a ser una amenaza seria para la calidad del agua potable de acuerdo con las guías de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

En las lagunas de oxidación de aguas servidas sin revestimiento, los principales tipos de contaminantes son: compuestos microorgánicos sintéticos y/o carga orgánica, patógenos fecales y nutrientes.

En el caso de las lagunas de estabilización de la Universidad de Piura, existen alteraciones en la calidad de las aguas subterráneas del acuífero freático (caracterizado por su alto grado de salinidad) originadas por las filtraciones de las aguas superficiales. Lo cual no compromete directamente al acuífero subterráneo utilizado para agua potable, ya que éste se encuentra a una mayor profundidad y confinado.



ANEXO 10.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS DE
ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS DEL PTAR PICHIWILLCA





1 INTRODUCCIÓN

El “Manual de Operación y Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del PTAR Pichiwillca del Proyecto “Capacidad de remoción de aguas residuales en dos temporadas y rediseño de laguna de estabilización de Pichiwillca, Ayacucho - 2019”, presenta los procedimientos esenciales para operar y mantener el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Está destinado a los responsables y operadores del servicio; puede servir igualmente como guía para los operadores en la capacitación, operación y mantenimiento. Se espera que este manual se constituya en una herramienta útil para llevar a cabo una operación adecuada y enfrentar los problemas de mantenimiento del PTAR Pichiwillca.

2 DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE TRATAMIENTO

2.1 Sistema preliminar

2.1.1 Cámara de rejas

La cámara de rejas es una operación sencilla pero llamativa, ya que, en ella, se retienen los sólidos de gran tamaño. Estos sólidos son una verdadera muestra de la actividad que se realiza en la población, en su mayoría, proceden de los restos que se arrojan por los inodoros y los fregaderos urbanos. En general se encuentran desde restos de comida hasta pelos, plásticos, trozos de cristales, etc.

Las medidas de cámara de rejas será, el ancho de cámara de rejas es de 0.45 m con una altura de 0.40 m, las medidas de la sección transversal de las barras de rejas tienen medidas de 6mm x 400mm recibiendo el agua con el ancho de 6mm, el espaciamiento entre barras es de 25mm. Las barras de las rejas tienen una inclinación de 60°C. La cámara de rejas cuenta con un canal bypass de dimensiones de 0.45 m x 0.30 m y una pendiente de 0.50%, quien entrara en funcionamiento cuando la cámara de rejas se encuentre obstruido.

2.1.2 Desarenador

El proceso de desarenado se utiliza para separar la arena arrastrada en suspensión por el afluente. En el tratamiento de aguas residuales se catalogan como arenas aquellas sustancias sólidas densas formadas por gravas, arenas, cenizas y otros materiales (diámetro ≥ 2.2 mm y peso específico ≥ 1.5 g/ml), no putrescibles y con una velocidad de sedimentación notablemente superior a la de los sólidos orgánicos putrescibles.



El PTAR Pichiwillca contará con dos canales desarenadores de flujo horizontal, de operación alternada y manual, diseñado cada uno para las condiciones del caudal máximo horario.

Para el diseño de los desarenadores se ha considerado una velocidad de sedimentación de 0.3 m/s. Asimismo, el control de velocidad para diferentes tirantes de agua en el desarenador se efectuará con la instalación de una canaleta Parshall,

La dimensión del desarenador es de 4.50 m de longitud útil con ancho de 0.45 m, el tirante en el desarenador fue calculado con el caudal máximo horario, resultando de 10cm, a ello aumentado el borde libre la altura del desarenador llega a 0.30 m.

2.1.3 Medidor parshall

El aforador Parshall es un aparato calibrado para medir el agua en los canales abiertos. El aforador está constituido por una sección de convergencia con un piso nivelado, una garganta con un piso en pendiente hacia aguas abajo y una sección de divergencia con un piso en pendiente hacia aguas arriba, tal como se muestra en la figura 1.8. Gracias a ello el caudal avanza a una velocidad crítica a través de la garganta y con una onda estacionaria en la sección de divergencia.

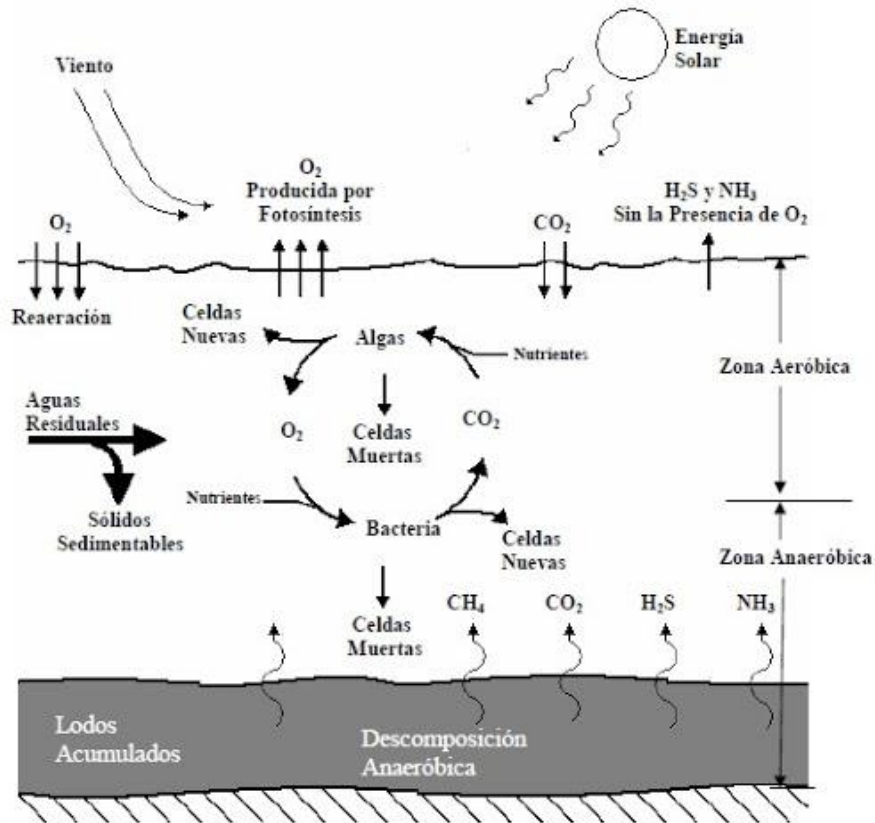
El medidor no es una unidad específica en el sistema depurador e inclusive no es parte del proceso que se lleva a cabo en el tratamiento del agua residual, pero si es una unidad que proporciona un soporte importante en el funcionamiento de la misma. Ya que se utiliza para establecer, conocer y verificar cuál es caudal que ingresa y con el que se está trabajando en la planta en determinado momento

2.2 Laguna facultativa primaria y secundaria

Las lagunas facultativas son una combinación de las lagunas anaerobias y aerobias, ya que hay presencia de O₂ en la superficie de la masa líquida y ausencia en el fondo de la misma. La degradación de la materia orgánica es realizada por microorganismos tanto aerobios, facultativos y anaerobios los cuales llevan a cabo los mismos procesos anaerobio y aerobios descritos anteriormente.

Los arreglos de lagunas, son una combinación de los tipos de lagunas descritos anteriormente y sirven para el tratamiento completo de aguas municipales o industriales con una alta remoción de bacterias.

Diagrama de una laguna Facultativa



Las dimensiones de las lagunas facultativas primarias y secundarias de este proyecto se encuentran en la siguiente tabla

RESUMEN DE DIMENSIONES			
DESCRIPCIÓN	L. PRIMARIA	L. SECUNDARIA	UNIDAD
Número de lagunas	1.00	1.00	
Inclinación de taludes (z)	2.00	2.00	
Profundidad útil	1.50	1.50	m
Altura de lodos	0.30		m
Borde Libre	0.50	0.50	m
Profundidad total	2.30	2.00	m
Dimensiones de Fondo			
Longitud	90.00	74.00	m
Ancho	45.00	37.00	m
Dimensiones de Espejo de agua			
Longitud	96.00	80.00	m
Ancho	51.00	43.00	m
Dimensiones de Coronación			



Longitud	98.00	82.00	m
Ancho	53.00	45.00	m
Caudal efluente total			
Q	505.89	492.20	m ³ /día
Q	5.86	5.70	l/s
Área total a nivel de la corona	0.52	0.37	ha

3 OBJETIVOS

El presente documento se ha confeccionado bajo el criterio de lograr los siguientes objetivos:

- ❖ Suministrar información al personal operativo de la planta de tratamiento de aguas residuales, respecto a los procedimientos rutinarios de arranque, operación y mantenimiento, para el buen funcionamiento de las lagunas de estabilización.
- ❖ Conocer los parámetros de control que deben efectuarse en cada unidad.
- ❖ Capacitar a los operadores sobre el funcionamiento de las unidades.

4 ALCANCES

Este manual está dirigido a promotores y técnicos responsables de las actividades de operación y mantenimiento de sistema de tratamiento de agua residuales Pichiwillca.

5 ASPECTO ANTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Aspectos de control

5.1.1 Parámetros no controlables

Son los factores fuera de control del operador como:

- ❖ Factores meteorológicos: evaporación, temperatura, vientos, nubes.
- ❖ Factores locales: temperatura del agua, característica del agua residual e infiltración.

5.1.2 Parámetros controlables

Son aquellos relacionados con el diseño mismo de las unidades.

5.1.3 Parámetros de control operacional

Tienen relación directa con el funcionamiento de los procesos y su control periódico, en la cual se debe realizar controles de tipo físico, químico, biológico, esto en concordancia con el Ds N° 003-2010-MINAM (LMP efluentes PTAR).



- ❖ Parámetros básicos: DBO total y soluble, oxígeno disuelto, temperatura, pH y coliformes termotolerantes.
- ❖ Parámetros adicionales: DQO total y soluble, sólidos totales, sólidos en suspensión, coliformes totales y parásitos.

Para el monitoreo de la calidad de la planta, el laboratorio (externo) encargado de efectuar los análisis deberá contar con el personal, equipo y reactivos necesarios para controlar dichos parámetros. Si el laboratorio no cuenta con la infraestructura necesaria o no tiene implementadas las técnicas requeridas, se deben realizar las gestiones para su cumplimiento.

5.2 Personal de la planta

El personal de la planta debe realizar labores de operación y mantenimiento de la planta.

5.2.1 Personal de operación y mantenimiento

Un Operario (jornada permanente), se hará cargo de la planta de tratamiento, involucra la coordinación con el personal del área de operación y mantenimiento asignado por la Municipalidad Distrital de Samugari.

Además, se contará con capacitación en temas relacionadas a la operación y mantenimiento de lagunas de oxidación.

5.2.2 Responsabilidades del operador

- a) Informar periódicamente al área de Operación y Mantenimiento sobre el funcionamiento y estado de las unidades en general.
- b) Realizar los controles necesarios para la normal operación de la planta, entre ellos: medición de caudales, controles físicos químicos, lecturas de parámetros, toma de muestras y desarrollo de los programas de mantenimiento de las unidades.
- c) Instruir al personal obrero de apoyo, respecto a sus actividades.
- d) Registros de controles efectuados.

Obreros (jornadas de 8 horas/día). Su labor consiste de mantener los taludes (tierra) libre de vegetación, limpieza de canales de distribución, vertederos cámara de rejillas, desarenadores, remoción de grasas y materia orgánica flotante en las lagunas, así como mantenimiento de todas las unidades, áreas verdes y de acceso.



El número de obreros necesarios depende del tamaño de la instalación y del número de unidades que componen el sistema. No existe una regla absoluta para cuantificar el número de operarios necesarios para el buen funcionamiento de esos sistemas. Sin embargo, de acuerdo al criterio adoptado en la India para este tipo de estructuras, puede ayudar al responsable del sistema con el siguiente cuadro

Población servida por lagunas	Obreros
5,000	2
10,000	3
50,000	6
100,000	8
200,000	8

Para el caso de la PATR Pichiwillca (Pob < 5000 hab) será suficiente contar sólo con un obrero operador

5.2.3 Personal de Administración (opcional)

A la oficina del área de Operación y Mantenimiento, se remitirán los datos de los registros de control de la PTAR, personal de apoyo administrativo de la Municipalidad de Samugari procesará la información y la remitirá al nivel jerárquico superior.

5.3 Documentación requerida

La documentación que debe estar disponible es:

- ❖ Manual de operación y mantenimiento.
- ❖ Planos de construcción de la PTAR.
- ❖ Especificaciones técnicas de construcción.
- ❖ Formulario de registros de datos operacionales y de análisis de calidad.
- ❖ Libro de observaciones.

El operador anotará diariamente en dicho libro los acontecimientos ocurridos, las lecturas de caudales efectuadas, así como los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos medidos o analizados.



5.4 Equipos, herramientas y seguridad

5.4.1 Herramientas de trabajo

La planta debe contar como mínimo con las siguientes herramientas.

Herramientas y accesorios	Cantidad necesaria
Carretillas de mano	Una por cada 2 obreros.
Pala	Una por cada obrero.
Cuchara de malla o de nylon con asa liviana	Una por cada obrero.
Caja de herramientas, alicate, clavo serrucho	Un juego por cada 2 obreros.
Escalera, rastrillo, escoba	Una por cada obrero.
Compuerta de emergencia	Uno.

5.4.2 Equipo de protección personal

El equipo de protección recomendable para el personal de planta (operario) es:

- ❖ Casco de seguridad.
- ❖ Botas de goma, calzado de seguridad.
- ❖ Guardapolvo.
- ❖ Guantes de protección goma: para uso de muestra calidad de agua a fin de evitar infecciones al extraer muestras de agua residuales.
- ❖ Guantes de protección de cuero para labores mayores como apertura de compuerta, limpieza de cámaras de rejillas, etc.

5.4.3 Seguridad

Los riesgos a que está expuesto un empleado en dichas instalaciones son las lesiones físicas e infecciones. Para evitar algún accidente se debe tomar las medidas de prevención como:

- ❖ Prevención de caída: Guardar las herramientas en lugares asignados. Limpiar frecuentemente la zona donde se encuentren las unidades de tratamiento.
- ❖ Colocar signos de advertencia y señales de peligro.
- ❖ Prevenciones de infecciones: El desague y el material sólido contaminado (trapos, plásticos, otros) son de riesgo para los operadores, debido a las



enfermedades que se transmiten en el agua, como la fiebre tifoidea, disentería, fiebre paratifoidea, ictericia infecciosa y tétano.

Los operadores deben usar guantes de cuero al manejar objetos como rejas, tapas y compuertas. Asimismo, se debe portar guantes de goma cuando se tiene contactos con aguas residuales o residuos sólidos de las rejas o del desarenador.

Se recomienda tener presente las siguientes medidas preventivas:

- ❖ Primeros auxilios: Proveer un botiquín de primeros auxilios para el tratamiento inmediato de pequeñas cortaduras y heridas. Las lesiones pequeñas pueden ser tratadas por primeros auxilios.
- ❖ Inmunizaciones: Los operadores deben ser periódicamente inmunizados mediante vacunas contra la fiebre tifoidea y el tétano.
- ❖ Precauciones personales: Mientras se trabaja, no se debe tocar con las manos la cara o cabeza. No fumar durante la jornada de trabajo. Antes de comer, lavarse las manos con agua y jabón antiséptico, usar alcohol yodado o similar como desinfectante final.

6 CONTROL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

6.1 Medición de caudales

En estos tipos de plantas es necesario que existan obras de medición que permitan conocer el ingreso del caudal a las lagunas o al canal repartidor. Esto se consigue aforando el caudal, con el fin de determinar los tiempos de retención hidráulica en dichas unidades.

El operador llevará un registro diario del caudal instantáneo del afluente o realizar mediciones horarias que cubran por lo menos el período diurno. Se recomienda optar lecturas en el horario que se describe: 7:00, 13:00, 18:00 y eventualmente a las 21:00 horas.

Antes de cada lectura el operador debe limpiar los canales vertederos y/o el canal afluente al dispositivo de medición, impidiendo cualquier interferencia. Para el caso de la PTAR se cuenta con un medidor Parshall para aforar el caudal de ingreso a las lagunas.

7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PRELIMINAR

7.1 Operación y Mantenimiento del sistema preliminar

7.1.1 Limpieza de rejillas

La limpieza de la rejilla se realiza con un rastrillo para sacar la basura retenida entre las barras. Lo más fácil es levantar enseguida la basura en una carretilla que tiene que estar cerca de la rejilla y llevarla al almacenamiento. Se aconseja limpiar la rejilla por lo menos dos veces al día.

Además, es importante sacar los sedimentos delante de la rejilla una vez por semana. Para hacerlo, se necesita una pala con la que se puede llevar en una carretilla al almacenamiento los sedimentos del fondo del canal.



7.1.2 Limpieza del Desarenador

El desarenador retiene la arena de la PTAR, con el fin de evitar que ésta desgaste las instalaciones. Este funcionamiento es garantizado si existe suficiente profundidad, según el diseño del desarenador, para que la arena pueda sedimentarse. Si el desarenador ya está lleno de arena y lodo no funcionará.

La frecuencia de limpieza será semanal, a fin de prevenir que los estanques de acumulación se colmaten y que el material pueda ser removido de los estanques hacia las unidades de tratamiento.

Esta labor también será controlada durante la puesta en marcha de la planta, a fin de determinar con más precisión la frecuencia óptima de limpieza. La limpieza se hará en forma manual, para lo cual el operador deberá contar con los elementos adecuados

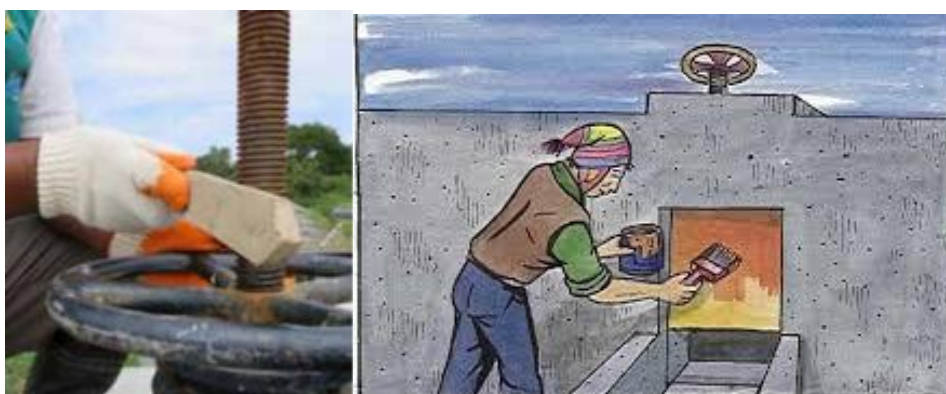
(pala, carretilla para transportar los sedimentos, guantes, etc.). El material extraído del desarenador deberá ser acumulados en el almacenamiento, evitando así malos olores y proliferación de insectos por la descomposición de la materia orgánica retenida.



7.1.4 Prevención de la corrosión

Por el clima tropical y la temporada de lluvia en el VRAEM, las partes de fierro tienen un alto riesgo de sufrir por la corrosión. Cabe mencionar que en otros lugares del país la corrosión también afecta la movilidad y el funcionamiento de las compuertas, rejillas etc., por ello se recomienda lijar las partes de las compuertas con un cepillo de acero y aplicar pintura anticorrosiva regularmente. En la rosca se sugiere usar grasa de camión, la cual tiene que ser aplicada frecuentemente. Asimismo, es importante desplazar regularmente las partes móviles, como las compuertas.

El cerco se protege mejor si se corta la vegetación, ya que evita que crezca por las mallas de alambre y las barras.





8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS FACULTATIVAS

8.1 Operación de las lagunas

El operador debe garantizar el funcionamiento continuo y adecuado del sistema hidráulico y del proceso biológico de las lagunas.

En general, el trabajo rutinario consistirá en limpieza de las estructuras hidráulicas (canalizaciones y vertedero de entrada y salida), muestreos de los parámetros y observaciones al afluente y efluente para la correcta evaluación del funcionamiento de la laguna.

8.1.1 Operación del funcionamiento hidráulico

Deben controlarse los canales de alimentación y salidas de las lagunas, con el fin de asegurar una buena distribución en los afluentes y efluentes.

Si existen salidas múltiples se debe verificar si la distribución de los caudales es equitativa por los diversos ramales.

Con ayuda de cepillo, se debe limpiar periódicamente los vertederos y juntas de compuertas de los dispositivos de salida.

8.1.2 Operación del Proceso Biológico

En cuanto al espejo de la laguna, es necesario que se mantenga libres de natas y de sólidos flotantes que no fueron removidos en el tratamiento preliminar debido a que reducen el área efectiva, evitando la libre influencia de la energía solar en las capas superficiales y dificultando la acción oxigenada del viento. Los sólidos flotantes podrán ser natas, grasas o aceites, papel sólido flotante de menor tamaño, etc. Estos materiales deben removerse con una paleta grande de malla metálica o de nylon con asa liviana.

El material removido debe enterrarse de igual forma que los sólidos atrapados en las rejillas con una capa de cal para evitar su contacto con insectos.

Algunas veces existen en las lagunas crecimiento excesivo de algas; muchas flotan en la superficie y forman natas gruesas que perjudican el normal funcionamiento de la unidad por interferir el paso de la luz solar. Con el viento esa nata es empujada a las orillas emitiendo olores desagradables, por lo que deben ser removidos lo más pronto posible.

Observaciones de rutina:



Existen tres puntos principales de control en las lagunas: la laguna en sí, a la entrada y a la salida de ella. Los diversos análisis y mediciones en cada punto serán usados para saber cómo se está desarrollando el proceso de tratamiento y para verificar la eficiencia del sistema.

Coloración y apariencia de las lagunas

El análisis de este indicador nos permite analizar el comportamiento, indicando presencia de altas cargas orgánicas y de nutrientes o la presencia de diferentes tipos de microorganismos.

- ❖ Color verde oscuro y parcialmente transparente: indica buenas condiciones. Es mayor en los efluentes secundarios que en los primarios. La coloración densa verdosa indica un crecimiento excesivo de algas que provoca la reducción de la capa fótica.
- ❖ Color café amarillento o muy claro: crecimiento excesivo de rotíferos o crustáceos que indica una disminución de algas y OD (oxígeno disuelto) y pH, además de la presencia de malos olores.
- ❖ Color gris o café oscuro: es señal de laguna sobrecargada y período de retención cortos, con lo cual no se alcanza la estabilización de la materia orgánica. Conviene interrumpir la operación hasta encontrar la solución como aumentar el número de dispositivos de entrada y salidas, reducir el caudal para controlar la carga orgánica.
- ❖ Color verde lechoso: proceso de autofloculación. Ocurre cuando el pH y la temperatura en la laguna se eleva produciéndose la precipitación de hidróxido de calcio acarreando algas y otros microorganismos hacia el fondo.
- ❖ Color azul verdoso: presencia de algas azul verdoso indeseable en las lagunas de estabilización por ser productoras de natas que inhibe la fotosíntesis de algas verdes. Se detecta a pH menor de 6,5 y oxígeno disuelto menor de 1 ppm^l. Para controlar se aplica una solución de sulfato de cobre de 1,25 kg por 1000 m³, si la alcalinidad es mayor a 50 ppm.
- ❖ Color rosado: se da en lagunas primarias con sobrecarga orgánica con presencia de altas concentraciones de compuesto de azufre. En este caso conviene suspender la alimentación de la laguna hasta tener las condiciones para el crecimiento de la masa algal.



Prevención de olores

La proliferación de malos olores se debe a la sobrecarga orgánica o de una escasa población algal por falta de nutrientes, formación de corrientes preferenciales provocando cortocircuitos, cargas violentas o cambios en el tipo de agua servida, como por ejemplo la presencia de una alta concentración de sulfatos cloruros y sustancias tóxicas.

De otro lado se debe a una mala operación y mantenimiento, los olores desagradables provienen del lodo flotante y vegetación putrefacta en algunos casos.

El problema de los malos olores se soluciona mediante la reducción de la carga orgánica a través de la disminución del caudal de entrada o agregando nutrientes que faltan, los cuales pueden identificarse haciendo análisis químicos de agua.

Los procedimientos para prevenir los malos olores son:

En el caso de existir una sola entrada, el flujo debe ser distribuido en múltiples entradas, evitándose los problemas de corto circuito caminos preferenciales de flujo dentro del agua.

El tratamiento con nitrato de sodio eliminará el olor con buenos resultados, debiendo emplearse una dosis de 5-15% por kg de DBO o 1000 m³. El procedimiento debe repetirse en los días posteriores con tasas menores. Los efectos del nitrato (salitre) son:

- ❖ Proporcionar oxígeno para que exista la descomposición aerobia.
- ❖ Estimular el crecimiento de algas que proporcionen oxígeno adicional mediante fotosíntesis.
- ❖ Mantener en las lagunas una reacción alcalina.

El tratamiento con cal permite controlar la acidez en la laguna. Las aguas residuales con alto contenido de azufre pueden causar efectos negativos en la biomasa algal de la laguna, como toxicidad y proliferación de pH ácido por la reducción de los componentes oxigenados (sulfatos), además de la producción de ácido sulfúrico. Para evitar esta situación, se debe mantener en la laguna un pH entre 7,5 y 8,5, agregando dosis adecuadas de cal, evitándose un incremento de sulfuros y por consiguiente un mal olor. Con respecto a los vegetales acuáticos, es necesario cortarlos y retirarlos.



Declinación del pH

El crecimiento y desenvolvimiento de algas depende del pH. Las algas verdes por ejemplo necesitan un pH entre 8 y 8,4. El pH y el OD varían durante el día, predominando valores menores a la salida del sol y más elevado durante la tarde.

El descenso del pH y del OD provoca la muerte de las algas verdes, causado por la sobrecarga orgánica, largos períodos meteorológicos adversos y presencia de animales como daphnia que se alimentan de algas.

Para evitar la declinación del pH se debe de tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- ❖ Desactivar temporalmente las lagunas y permitir su restablecimiento.
- ❖ Verificar los posibles cortocircuitos.
- ❖ Verificar posibles causas de toxicidad o mortandad de algas y corregirlas en la propia fuente.

8.2 Mantenimiento de Lagunas

Debido a que las lagunas de estabilización son unidades poco problemáticas y de bajo costo, se realizará un mantenimiento preventivo detallado.

Las tareas de mantenimiento a efectuarse son:

- ❖ Limpieza del material vegetal que pueda proliferar en los taludes de los diques, manteniendo libre el borde superior del talud.
- ❖ Mantenimiento de los diques para minimizar el efecto erosivo del agua y del viento.
- ❖ Mantenimiento de las rutas de acceso. Es importante mantener transitable todos los caminos de acceso interior a las distintas unidades de tratamiento. Las tareas de mantenimiento consisten en el control de malezas y en el despeje del material suelto.
- ❖ Reposición de estructuras de hormigón en las interconexiones existentes (canales, cámara de repartición de caudales a las lagunas, canales de desagüe, etc.) en el caso que puedan estar deterioradas.
- ❖ Mantenimiento general. Inspección del perímetro del sistema de tratamiento de aguas residuales verificando lo siguiente:
 - ✓ La ausencia de tramos de cerco debilitado.
 - ✓ El estado de conservación del gramado de protección de los diques.



- ✓ La existencia de algún flujo de líquido en los taludes.
- ✓ La limpieza de las zanjas de protección contra las aguas pluviales, removiendo la arena depositada en ella.
- ✓ El pintado de cercas y placas de aviso

8.2.1 Remoción de lodos de las lagunas

Se debe tomar en cuenta esta actividad, debido a que la acumulación de lodos representa una pérdida o disminución del volumen útil de las lagunas, perjudicando la eficiencia del tratamiento. El período estimado de limpieza es de 5 años.

El operador debe medir la altura de lodos por lo menos una vez al año, a fin de verificar que el nivel no supere los 30 cm al fondo de las lagunas. Se mide la acumulación de lodos sumergiendo una vara pintada de blanco al extremo inferior.

Con el fin de realizar la remoción de lodos en las lagunas es necesario drenar el volumen del agua. La laguna cuyo lodo será removido, se desviarán las aguas residuales hacia la otra laguna. Esta operación debe realizarse gradualmente para no perjudicar el funcionamiento de las otras lagunas. El vaciado implica bajar un promedio de 15 cm/día demorando de una a dos semanas esta operación.

Para el vaciado de las lagunas podrá usar motobombas que permita el trasvase del volumen de agua de una laguna a otra.

Es aconsejable realizar la operación de secado en los meses de mayor radiación solar (mayo a setiembre), durante tres (3) meses como mínimo antes de empezar a realizar muestreos semanales para analizarlos en el laboratorio, y determinar la presencia de parásitos en el lodo. Estos serán dispuestos para uso agrícola una vez confirmado la inexistencia de huevos y quistes de parásitos.

El tiempo total de estabilización para que los lodos a extraer sean inertes, y destinarlos para usos agrícola es aproximadamente de 5 a 6 meses. Durante todo este tiempo es importante que los lodos sean mezclados periódicamente para uniformizar el secado de los mismos.



Finalmente, la extracción de lodos de las lagunas será manual o con ayuda de un equipo pesado (cargador frontal, bulldozer), para finalmente ser almacenado en el lugar destinado al acopio de lodos, que se puede usar como acondicionador de suelos para fines agrícolas.

Después de haber removido los lodos, se llenará la laguna para recuperar la capacidad de tratamiento.

9 PROGRAMA DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS

El criterio de control de la calidad de los efluentes de cada proceso de tratamiento debe tenerse presente para la evaluación de los parámetros físico químico bacteriológico tanto del caudal del afluente, como del efluente.

9.1 Control de parámetros

Los parámetros a ser controlados por el laboratorista son los siguientes

- ❖ Demanda bioquímica de oxígeno (total y soluble) en el afluente y efluente.
- ❖ Demanda Bioquímica de oxígeno (total y soluble) en el afluente y efluente.
- ❖ Sólidos totales (entrada y salida)
- ❖ Sólidos Suspendedos (entrada y salida)
- ❖ Oxígeno disuelto (ocasionalmente).
- ❖ Coliformes termotolerantes y parásitos (entrada y salida)
- ❖ Aceites y grasas (entrada y salida)
- ❖ pH (entrada y salida)
- ❖ Temperatura (entrada y salida)
- ❖ Observaciones visuales en las lagunas, como coloración en las aguas.
- ❖ Niveles de clorofila (entrada y salida)

Estos parámetros serán inferiores a los límites máximos permisibles de la norma DS N° 003-2010-MINAM (LMP efluentes PTAR).

Por medio de estas determinaciones, se calcula algunos parámetros de control como:

- ❖ Carga orgánica superficial del proceso.
- ❖ Eficiencia de remoción de materia orgánica y bacteriológica.
- ❖ Actividad fotosintética.
- ❖ Producción de sólidos biológicos del proceso.
- ❖ Requisitos de limpieza del proceso.



ANEXO I
RESUMEN DE LAS ACCIONES DE CONTROL, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN / FORMULARIO	LUGAR	INTERVALO
Control	Medición de la temperatura del agua.	Canal de distribución. Salida de cada laguna.	Diario/ semanal
	Inspección ocular y por olfato de ambas baterías.	<u>Lagunas</u> : color, olor, lodos flotantes, natas vegetales, plantas acuáticas. <u>Diques</u> : vegetación, grietas, hoyos, erosión.	Diario
Muestras	1. Calidad general del agua. 2. Coliformes fecales.	Canal de recolección. Canal de recolección.	Mensual.
Acumulación de lodos.	Sondeo de la profundidad del lodo acumulado.	Lagunas.	Año
Operación	Repartición del caudal de entrada a las lagunas.	Caja de distribución.	Cada día, luego cada
	Variación del nivel de agua.	Vertederos en las salidas.	Semana
Mantenimiento	Limpieza de rejas	Cámara de rejas	Cada 1 a 3 horas.
	Limpieza de los repartidores y vertederos.	Cajas de distribución. Pases	Semana.
	Eliminación de natas.	Lagunas facultativas.	2 semanas.
	Limpieza del lodo acumulado.		



ANEXO II

OBSERVACIÓN EN LA LAGUNAS

Semana del...../...../..... al/...../.....

OBSERVACIÓN	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	F-1	F-2	F-1	F-2	F-1	F-2	F-1	F-2	F-1	F-2	F-1	F-2	F-1	F-2
COLOR														
Verde brillante														
Verde lechosa														
Beige/canela														
Beige/canela														
Marrón														
Rosada														
Negruczca														
OLOR														
Inodoro														
Ligero														
Huevos podridos														
LODOS FLOTANTES														
Ausentes														
Ligeros														
Apreciables														
Natas vegetales														
Ausentes														
Pocas														
Considerables														
PLANTAS ACUÁTICAS														
Lemna														
Jacinto														
Totora														
VEGETACIÓN EN DIQUES														
Ausente														
Ligera														
Abundante														
PROBLEMAS EN DIQUES														
Grietas														
Hoyos														
Erosión														

F-1: Laguna Facultativa Primaria, F-2: Laguna Facultativa Secundaria.



ANEXO-III
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre de Municipio:			
Nombre de PTAR:			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN		Método de medición	
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN		Método de medición	
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			



ANEXO -IV

**REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL Y
PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MONITOREO**

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅ (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2;	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas



ANEXO - V
REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Nombre de la PTAR:				
AFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal afluente (*)
Eventuales observaciones al punto				
Características del agua residual				
EFLUENTE				
Denominación del punto de monitoreo:				
Fecha	Hora	pH	Temperatura	Caudal efluente (*)
Eventuales observaciones al punto				
Características del agua residual				

ANEXO - VI

MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES

Método del Vertedero

Este método es utilizado para corrientes de bajo caudal.

Según las características físicas (geometría) de salida de la PTAR, se puede aplicar el método del vertedero, que consiste en caja de salida de la PTAR en el cual se instala una placa de geometría definida y que permita el flujo libre. Se mide la altura de la superficie líquida corriente arriba para determinar el flujo. El perfil hidráulico de las instalaciones de salida de la PTAR y el emisor, deben permitir un flujo libre para una medición adecuada de caudales.

En caso de tomar la decisión de utilizar un vertedero de geometría conocida implica necesariamente que el flujo del vertimiento se dirija sobre un canal abierto, en cual se pueda conocer la carga (tirante) de agua (H) de la corriente sobre el vertedero. Con este valor se podrá determinar el caudal en este canal.

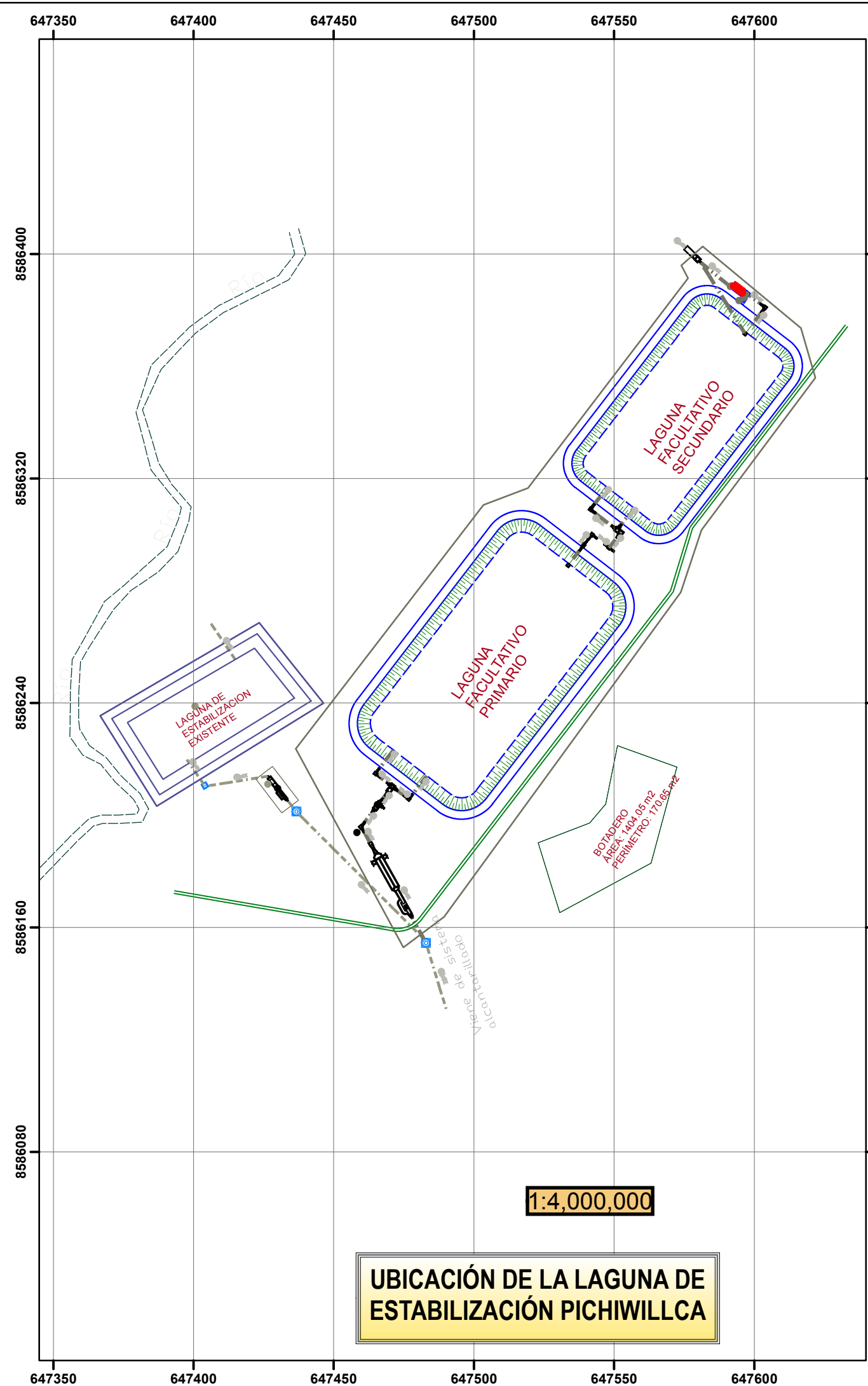
En la siguiente tabla se presentan algunas de las ecuaciones y características de los vertederos comúnmente utilizados.

Tipo de vertedero	Diagrama	Ecuación
Rectangular con contracción		$Q = 3,3 * L * H^{1,5}$ Q = Caudal en m ³ /s L = Longitud de cresta en m H = carga (tirante) en m
Rectangular sin contracción		$Q = 1,83 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /s L = Longitud de cresta en m H = carga (tirante) en m
Triangular		$\Phi = 90^\circ$ $Q = 1,4 * H^{5/2}$ Q = caudal en m ³ /s H = carga (tirante) en m $\Phi = 60^\circ$ $Q = 0,775 * H^{5/2}$ Q = caudal en m ³ /s H = carga (tirante) en m



ANEXO 11.
PLANOS DE DISEÑO

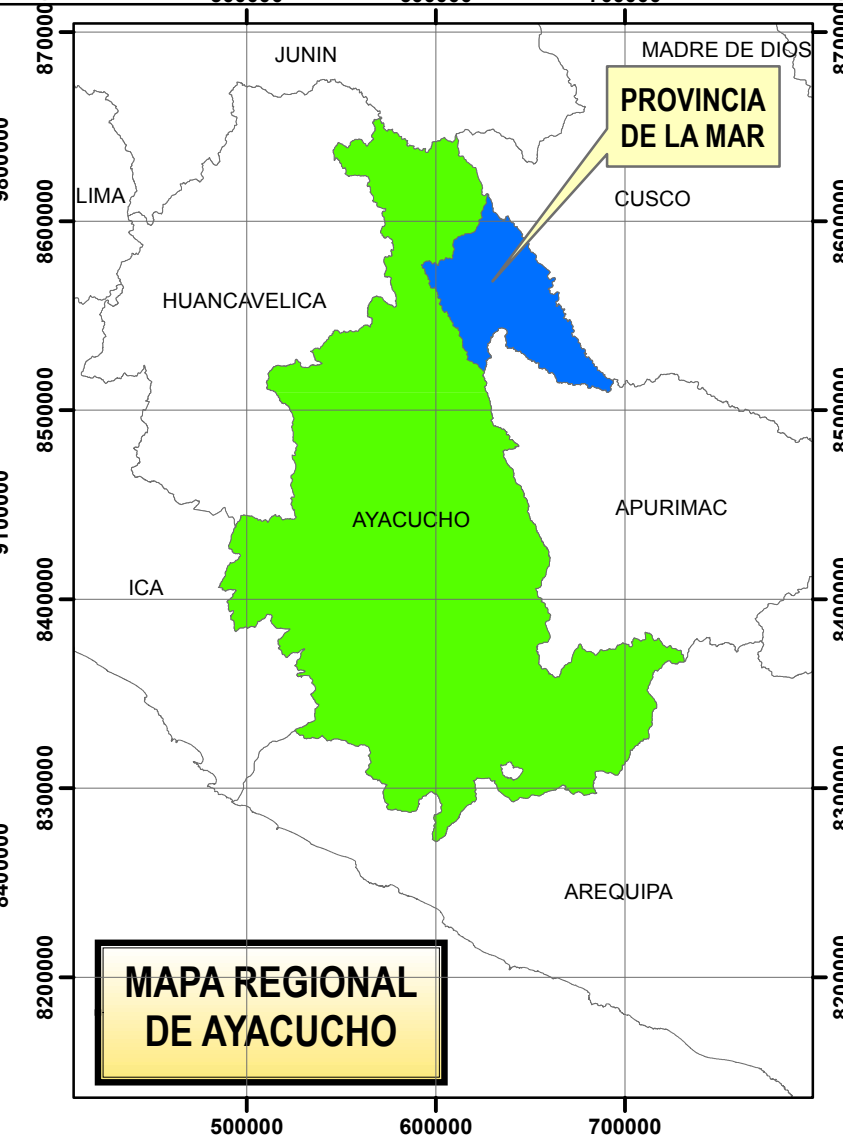




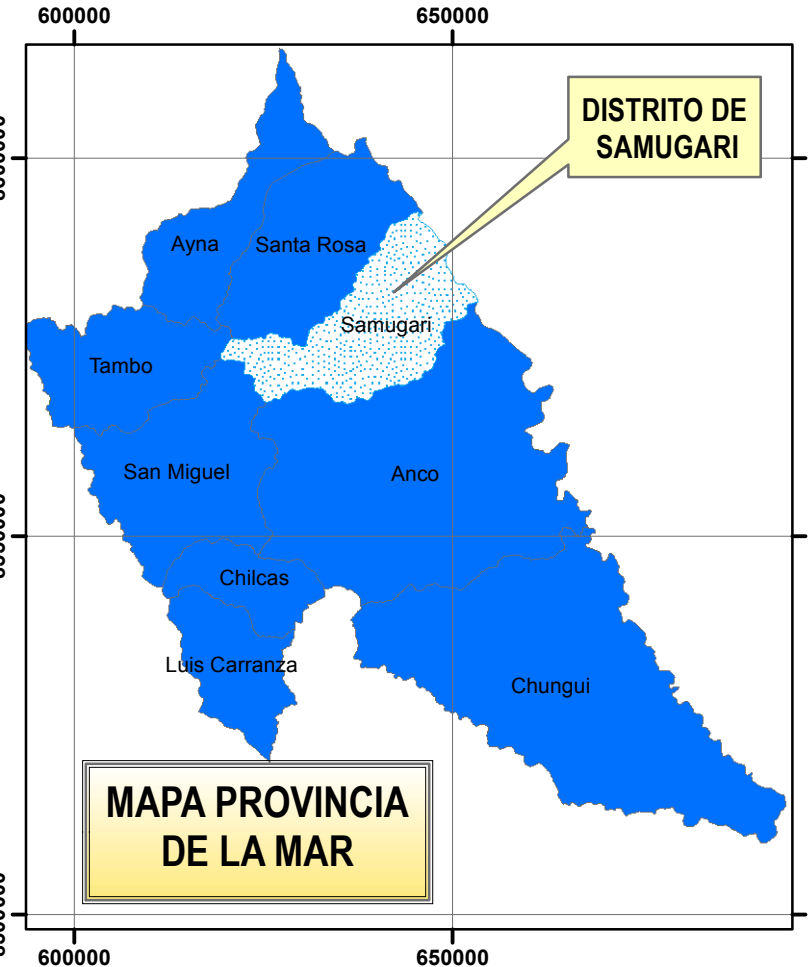
UBICACIÓN DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN PICHIWILLCA



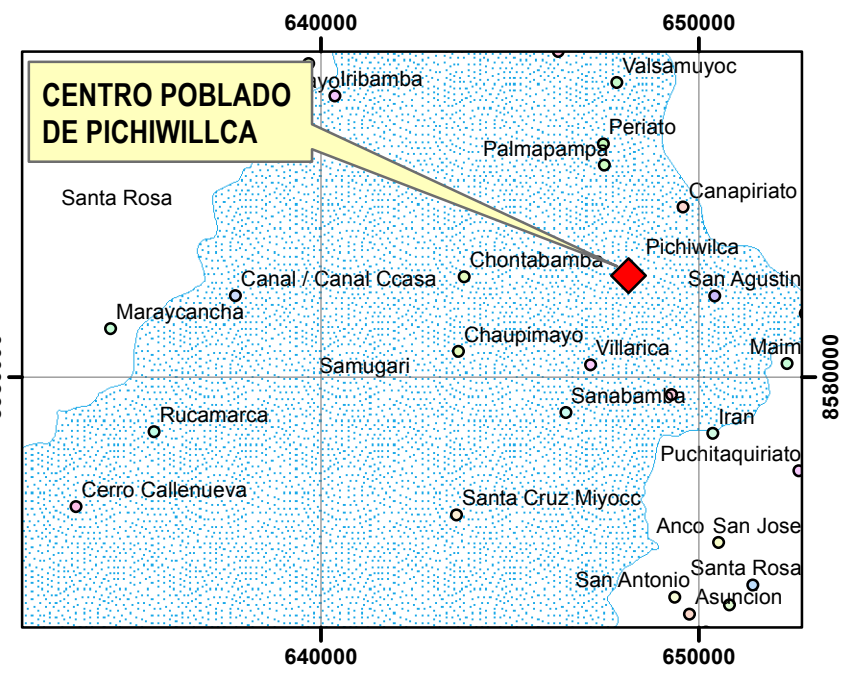
MAPA DE PERÚ



MAPA REGIONAL DE AYACUCHO

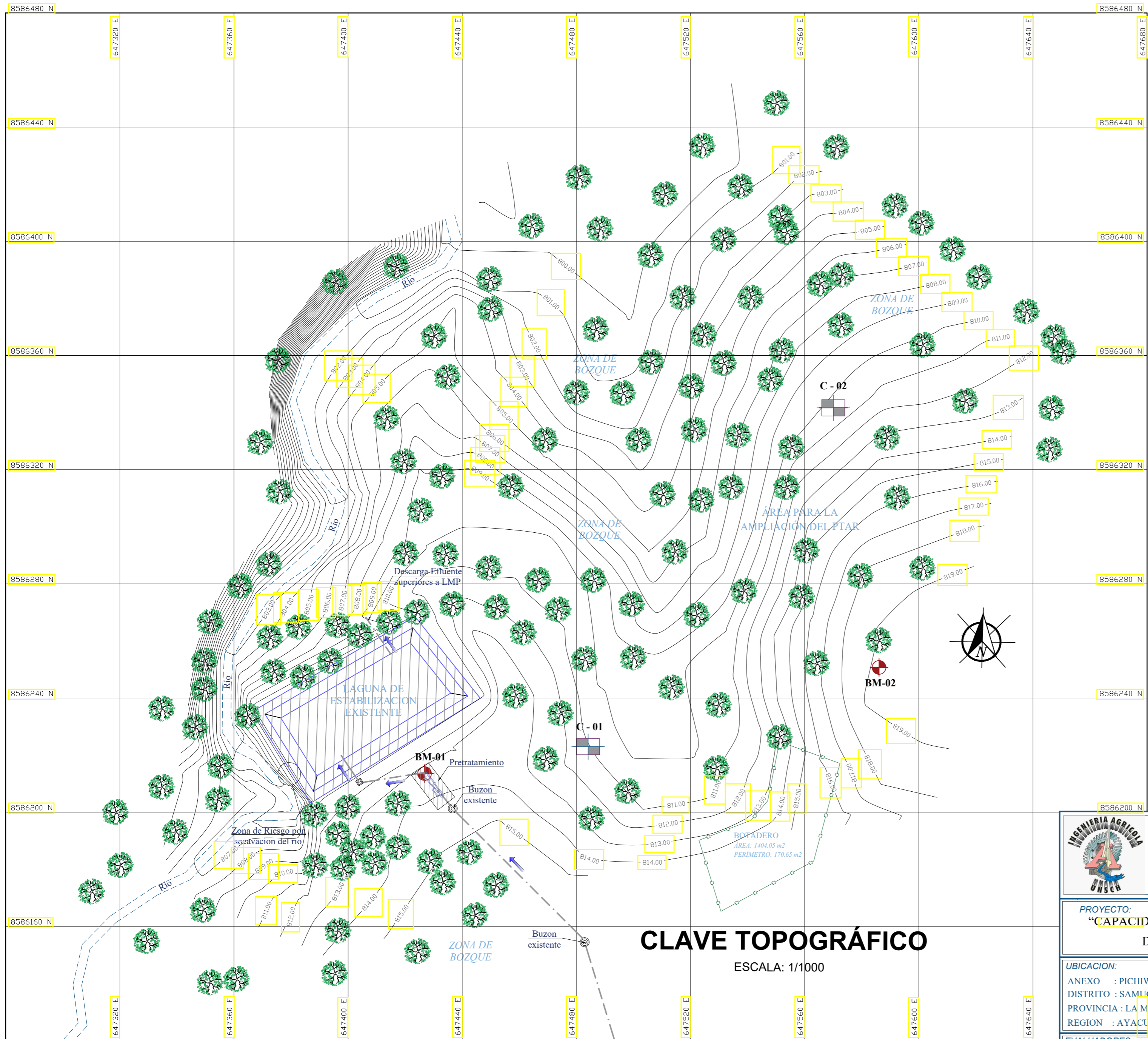


MAPA PROVINCIA DE LA MAR



CENTRO POBLADO DE PICHIWILLCA

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</p>			
<p>PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"</p>			
<p>UBICACIÓN: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO</p>	<p>PLANO: PLANO DE UBICACION</p>	<p>LAMINA PU-01</p>	
<p>EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS</p>	<p>DISEÑO: Y. L. B.</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: MAYO 2020</p>



CLAVE TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1/1000

CUADRO DE BMs				
BMs	Elevacion	Norte	Este	Descripción
01	813.21	8586213.50	647426.78	Monumentado en concreto existente
02	819.09	8586250.69	647586.06	Monumentado en roca fija

DIMENSIONES DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN					
Laguna	Largo	Ancho	Corona	Talud	Descripción
01	64.00m	32.00m	2.50m	1.50:1	Estructura rústica

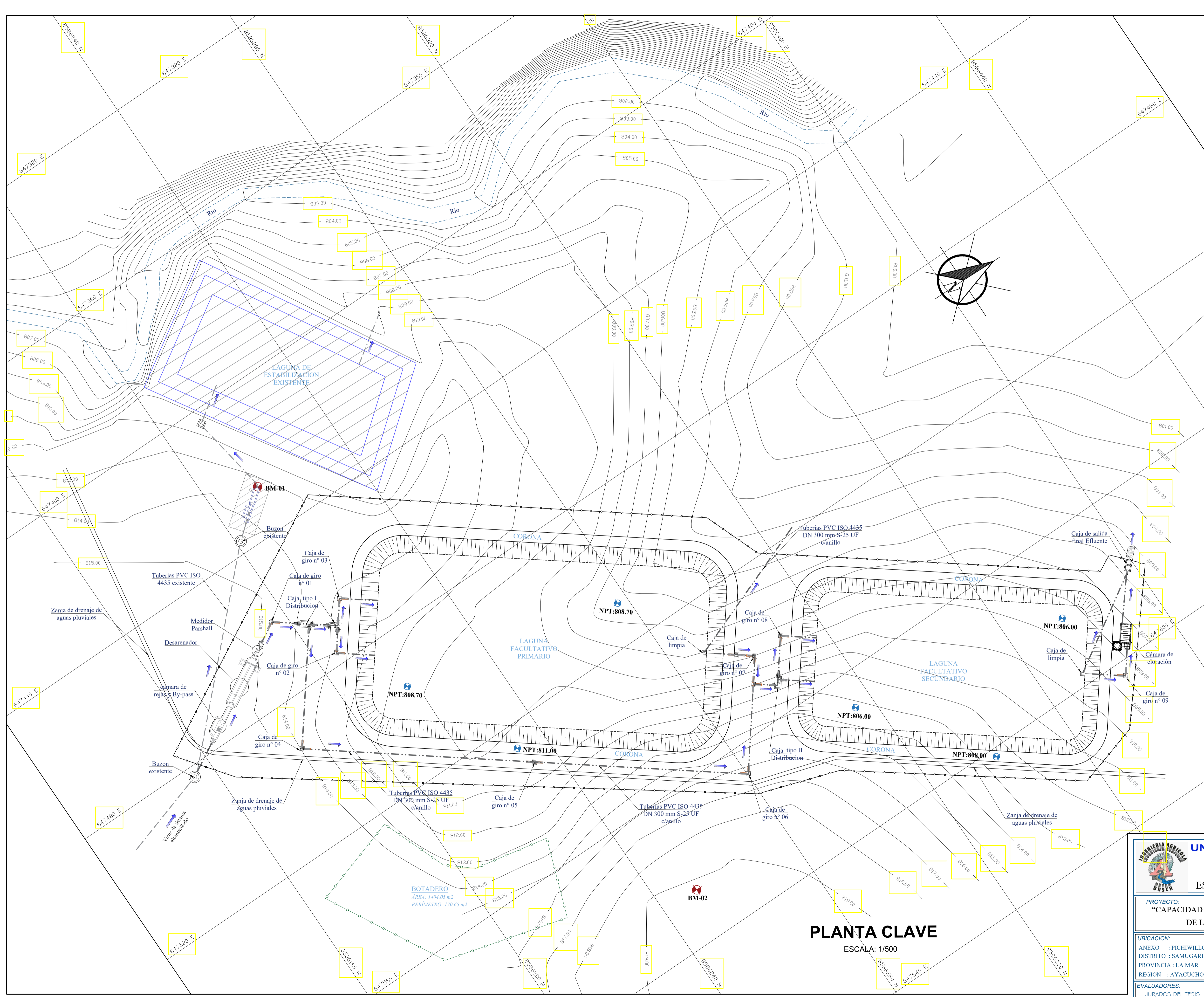
UBICACIÓN DE CALICATAS				
CAL.	Elevacion	Norte	Este	Descripción
01	811.09	8586222.92	647484.11	Para Laguna 01
02	810.29	8586341.65	647570.05	Para Laguna 02

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CALICATAS, POZO DE EXPLORACIÓN
	PTAR EXISTENTE, PRETRATAMIENTO Y LAGUNA
	BOSQUE
	SÍMBOLO DE BM Y IGN
	HERRADURAS
	RIACHUELO
	TUBERÍA EXISTENTE e=8"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO:
"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"

UBICACION: ANEXO : PICHIWILCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: <h3 style="text-align: center;">PLANO TOPOGRÁFICO</h3>	LAMINA <h2 style="font-size: 2em; margin: 0;">PT-01</h2>
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA
TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU		
FECHA: JUNIO 2020		



RESUMEN DE DIMENSIONES			
DESCRIPCIÓN	L. PRIMARIA	L. SECUNDARIA	UNIDAD
Número de lagunas	1.00	1.00	
Inclinación de taludes (z)	2.00	2.00	
Profundidad útil	1.50	1.50	m
Altura de lodos	0.30		m
Borde Libre	0.50	0.50	m
Profundidad total	2.30	2.00	m
Dimensiones de Fondo			
Longitud	90.00	74.00	m
Ancho	45.00	37.00	m
Dimensiones de Espejo de agua			
Longitud	98.00	80.00	m
Ancho	49.00	40.00	m
Dimensiones de Coronación			
Longitud	100.00	82.00	m
Ancho	50.00	41.00	m
Caudal efluente unitario			
q	505.89	492.20	m ³ /día
q	5.86	5.70	l/s
Caudal efluente total			
Q	505.89	492.20	m ³ /día
Q	5.86	5.70	l/s
Area unitaria en la coronación			
	0.50	0.34	ha
Area total Primarias y Secundarias (coronación)		0.84	ha

CUADRO DE BMs				
BMs	Elevación	Norte	Este	Descripción
01	813.21	8586213.50	647426.78	Monumentado en concreto existente
02	819.09	8586250.69	647586.06	Monumentado en roca Fija

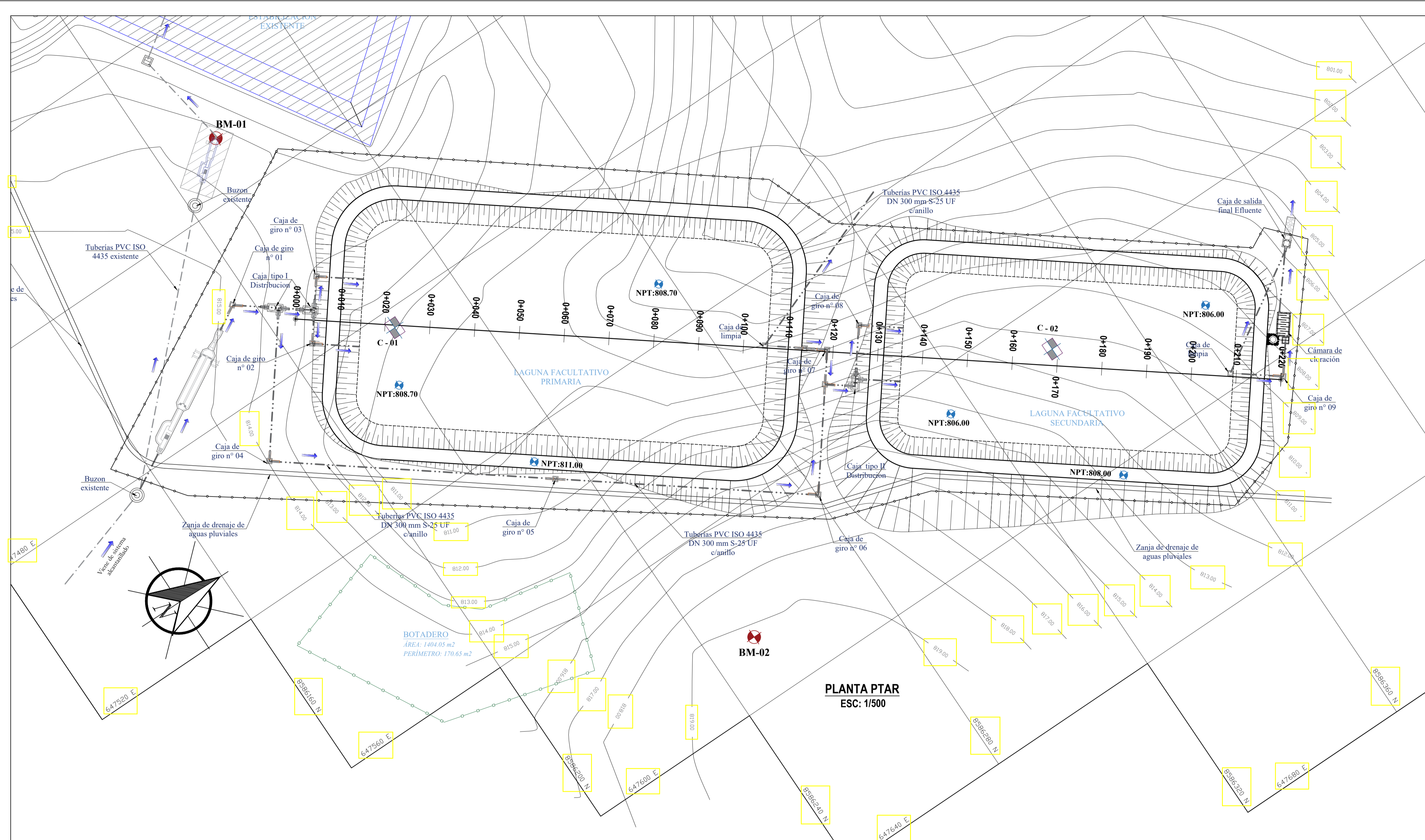
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIAS EXISTENTE D=8"
	TUBERIAS PVC ISO 4435 DN 300 MM S=25 UF C/ANILLO
	PTAR EXISTENTE, PRETRATAMIENTO Y LAGUNA
	BOSQUE
	SIMBOLO DE BM Y ION
	HERRADURAS
	RIACHUELO
	CERCO DE PROTECCION DEL PTAR

PLANTA CLAVE
ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO:
"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: PLANTA CLAVE PTAR	LAMINA PC-01
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2020		

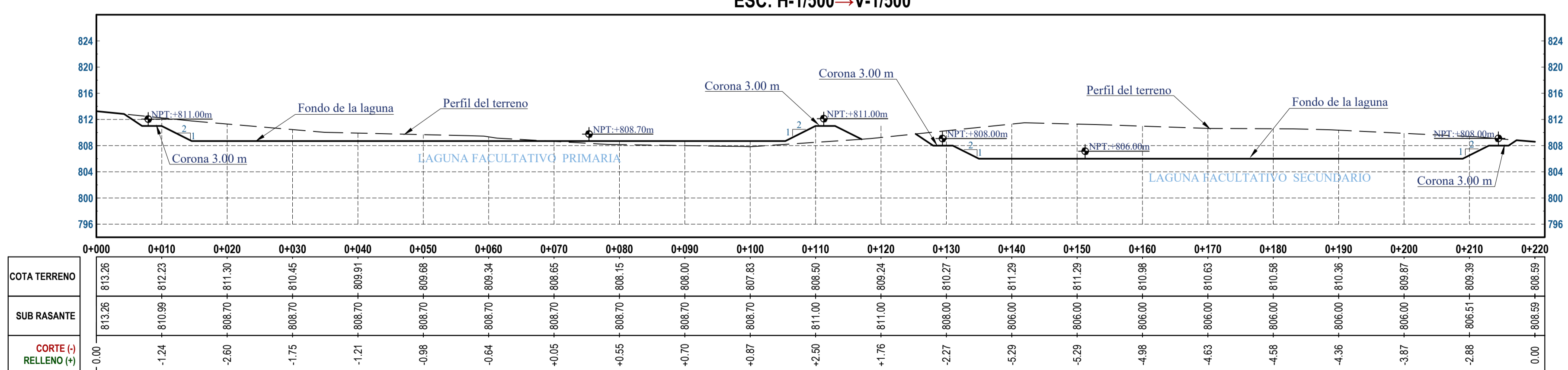


RESUMEN DE DIMENSIONES			
DESCRIPCIÓN	L. PRIMARIA	L. SECUNDARIA	UNIDAD
Número de lagunas	1.00	1.00	
Inclinación de taludes (z)	2.00	2.00	
Profundidad útil	1.50	1.50	m
Altura de lodos	0.30		m
Borde Libre	0.50	0.50	m
Profundidad total	2.30	2.00	m
Dimensiones de Fondo			
Longitud	90.00	74.00	m
Ancho	45.00	37.00	m
Dimensiones de Espejo de agua			
Longitud	98.00	80.00	m
Ancho	49.00	40.00	m
Dimensiones de Coronación			
Longitud	100.00	82.00	m
Ancho	50.00	41.00	m
Caudal efluente unitario			
q	505.89	492.20	m ³ /día
q	5.86	5.70	l/s
Caudal efluente total			
Q	505.89	492.20	m ³ /día
Q	5.86	5.70	l/s
Area unitaria en la coronación			
	0.50	0.34	ha
Area total Primarias y Secundarias(coronación)		0.84	ha

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIAS EXISTENTE D=8"
	TUBERIAS PVC ISO 4435 DN 300 MM S-25 UF C/ANILLO
	PTAR EXISTENTE, PRETRATAMIENTO Y LAGUNA
	BOSQUE
	SÍMBOLO DE BM Y IGN
	HERRADURAS
	RIACHUELO
	CERCO DE PROTECCIÓN DEL PTAR
	CALICATAS, POZO DE EXPLORACIÓN

CUADRO DE BMS				
BMs	Elevacion	Norte	Este	Descripción
01	813.21	8586213.50	647426.78	Monumentado en concreto existente
02	819.09	8586250.69	647586.06	Monumentado en roca fija

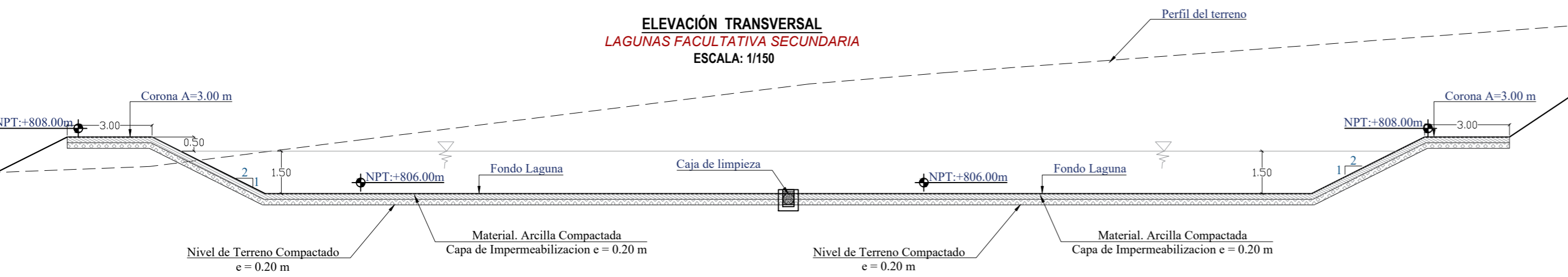
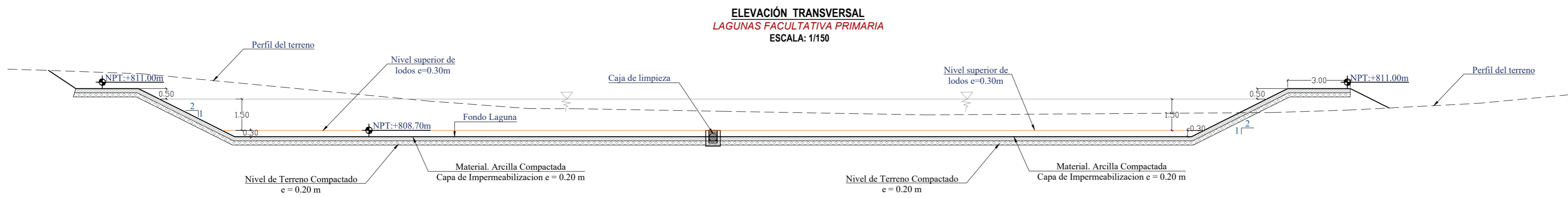
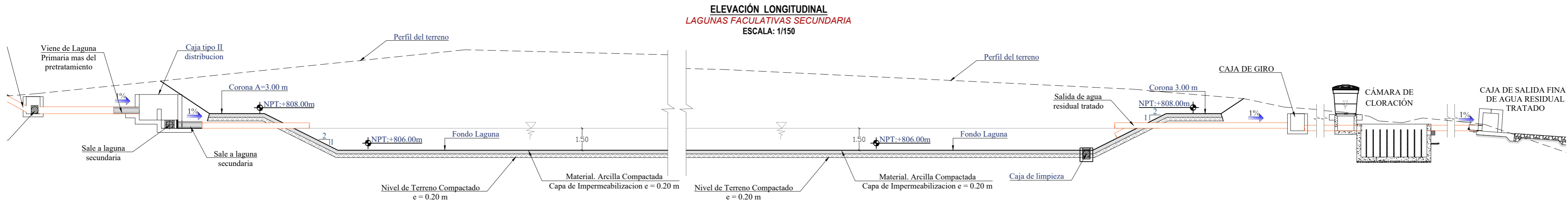
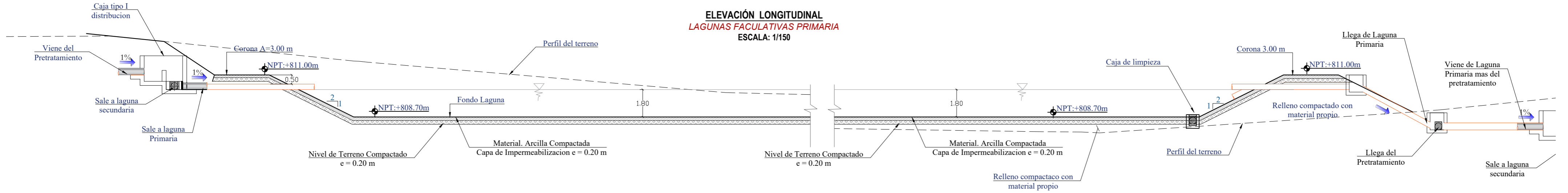
PERFIL LONGITUDINAL, LAGUNAS FACULTATIVAS
ESC: H-1/500—V-1/500



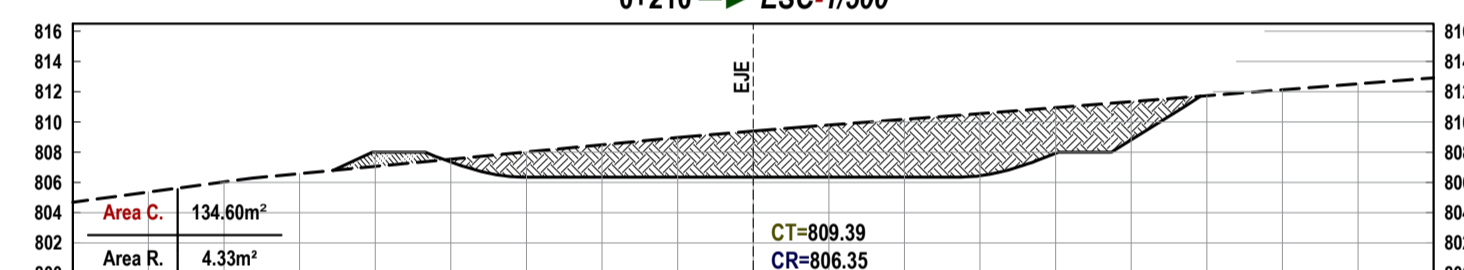
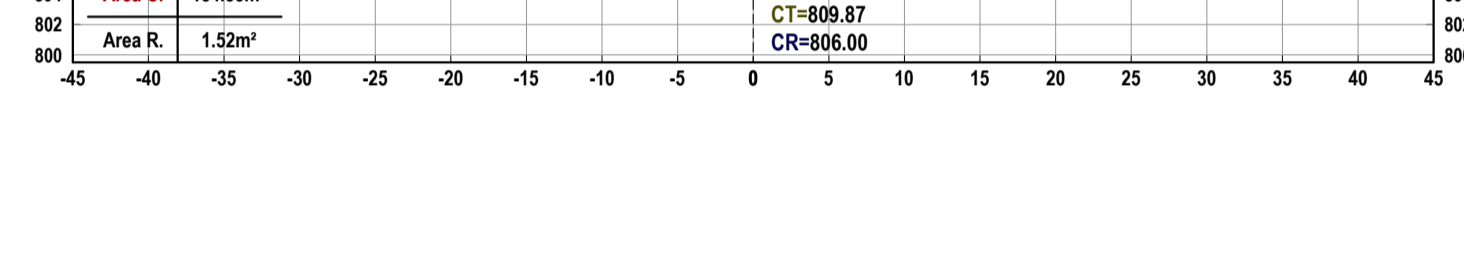
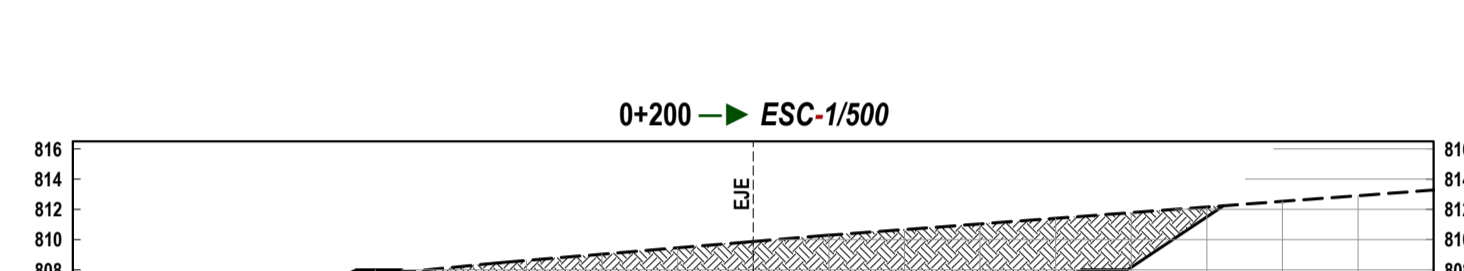
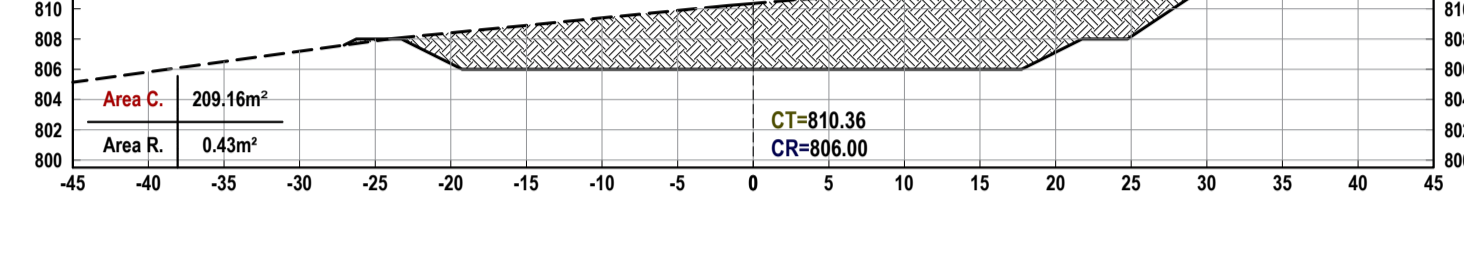
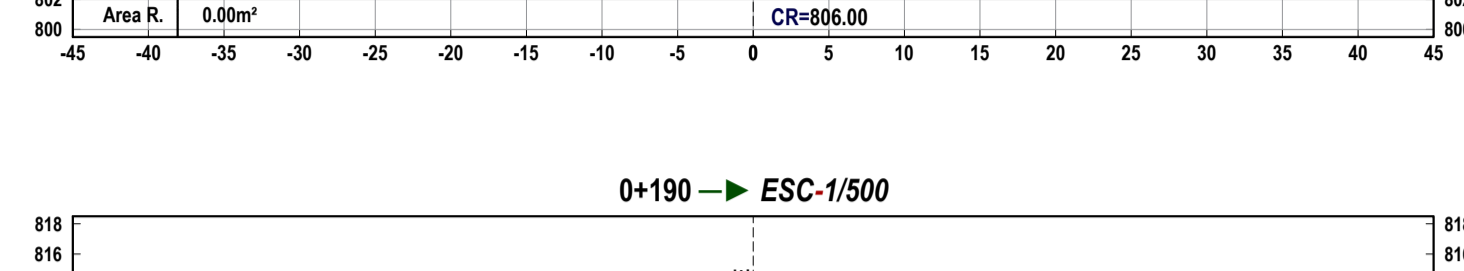
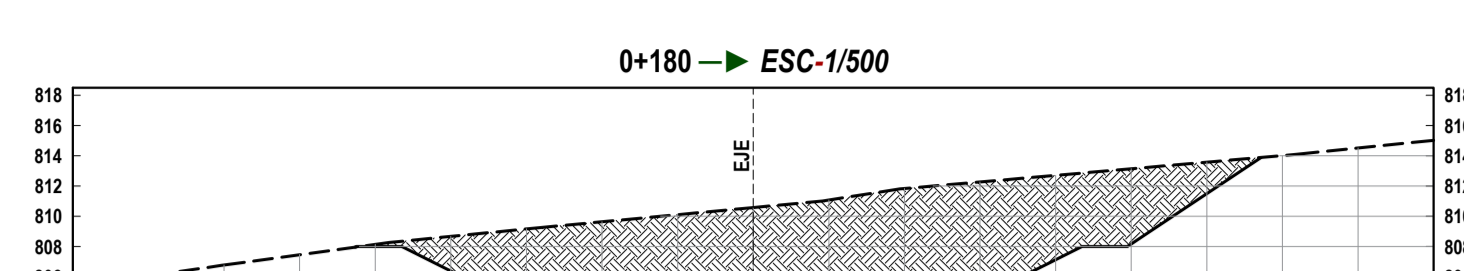
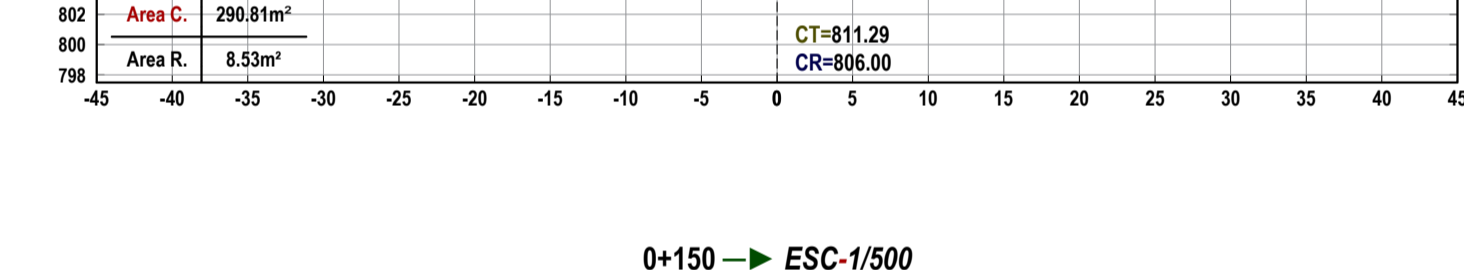
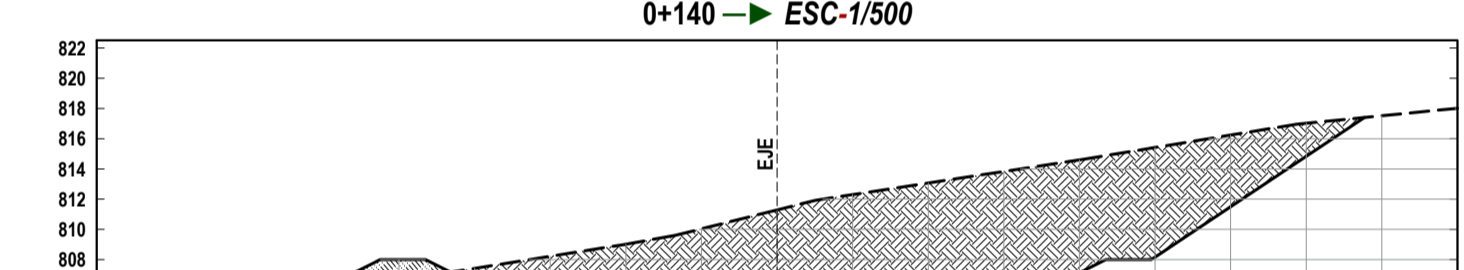
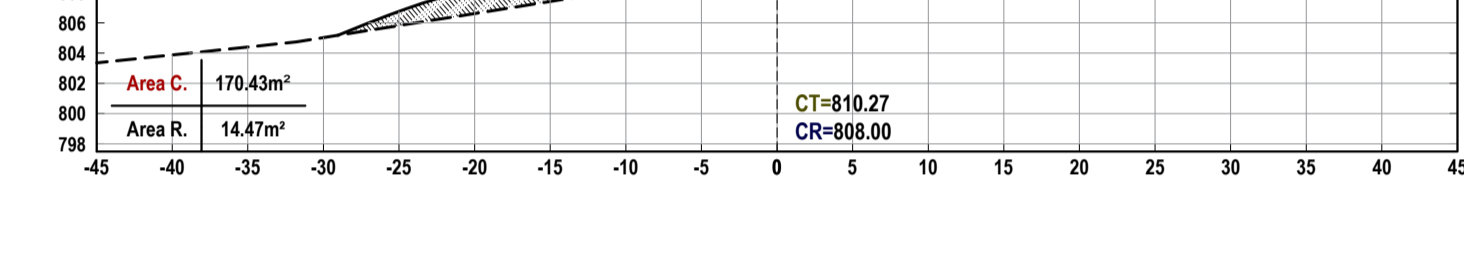
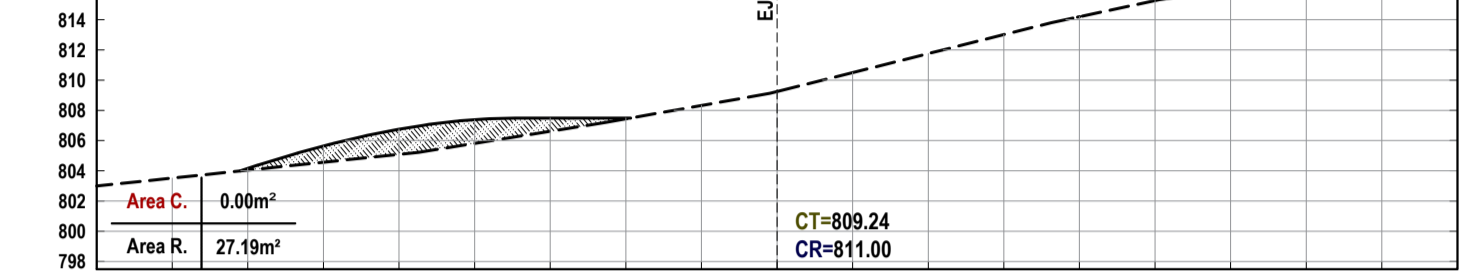
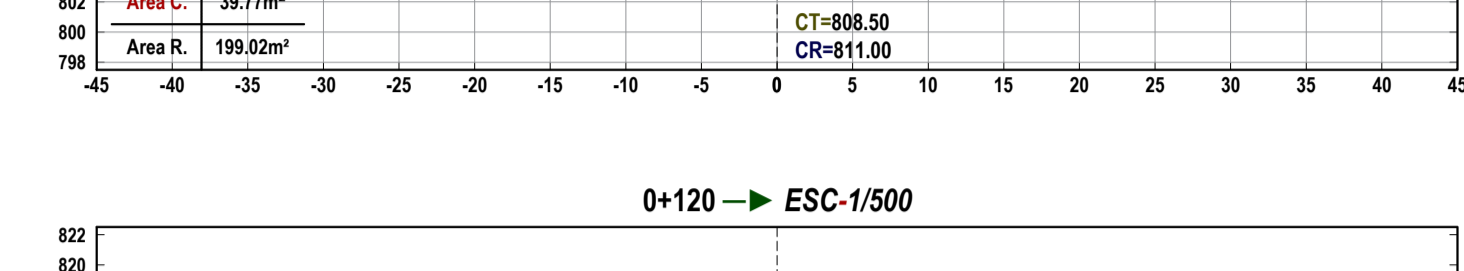
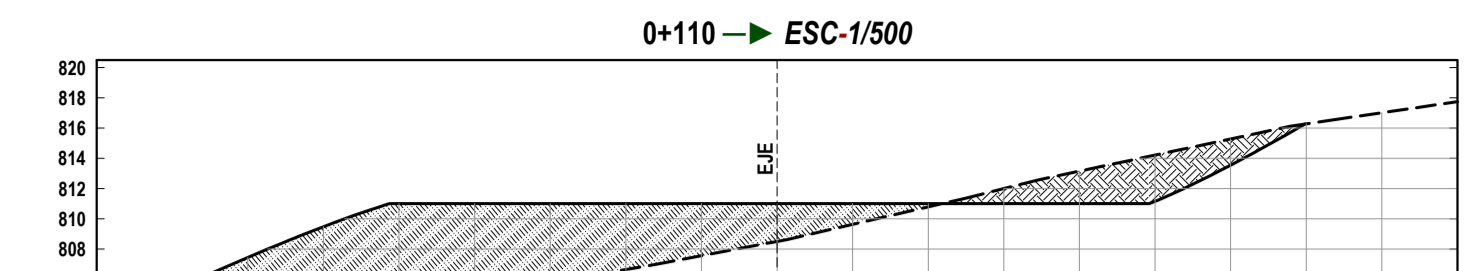
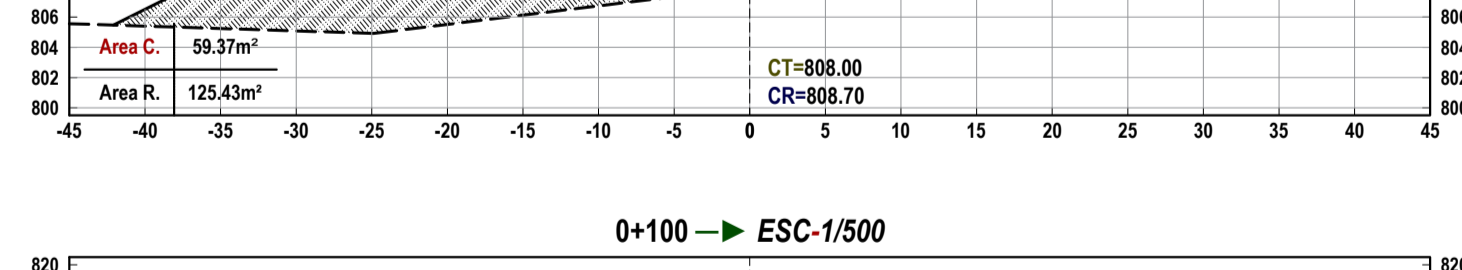
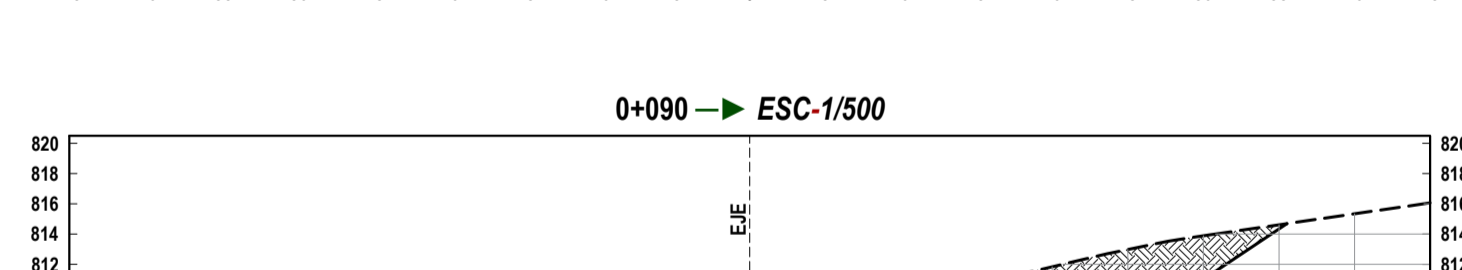
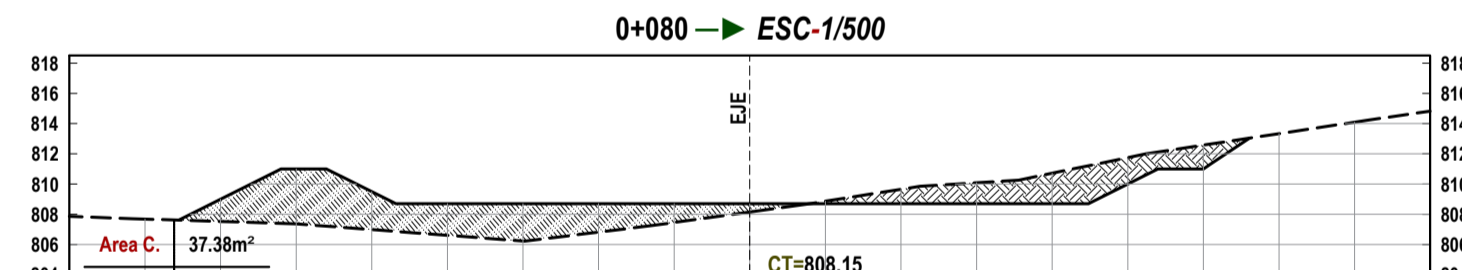
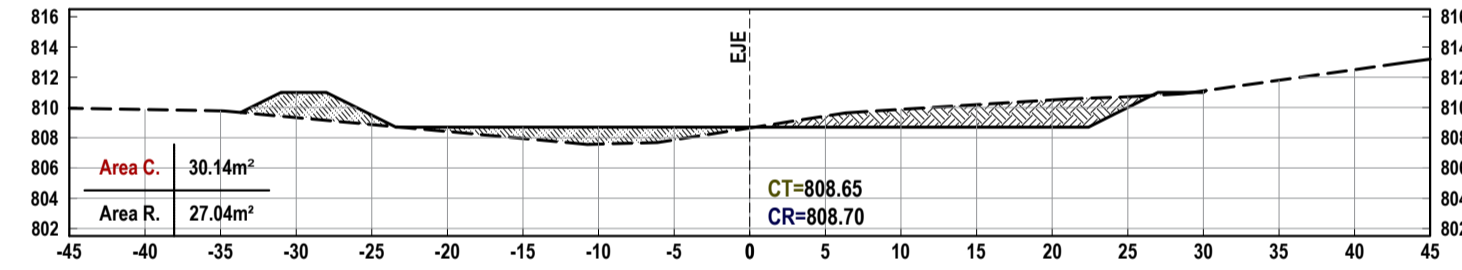
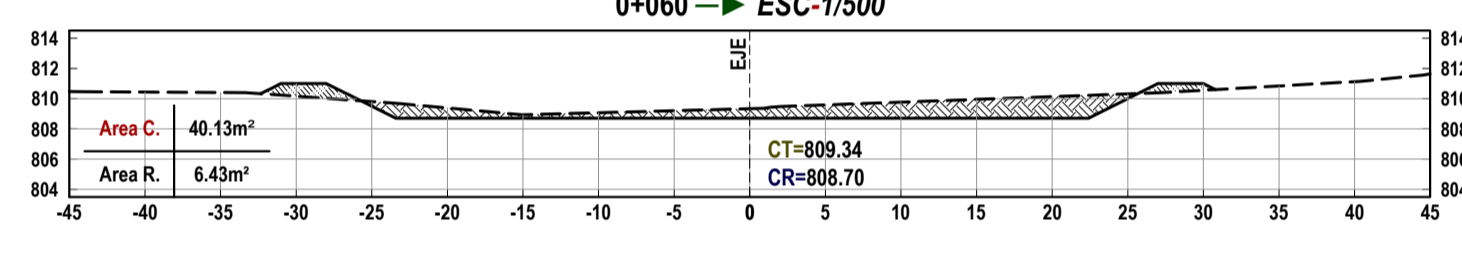
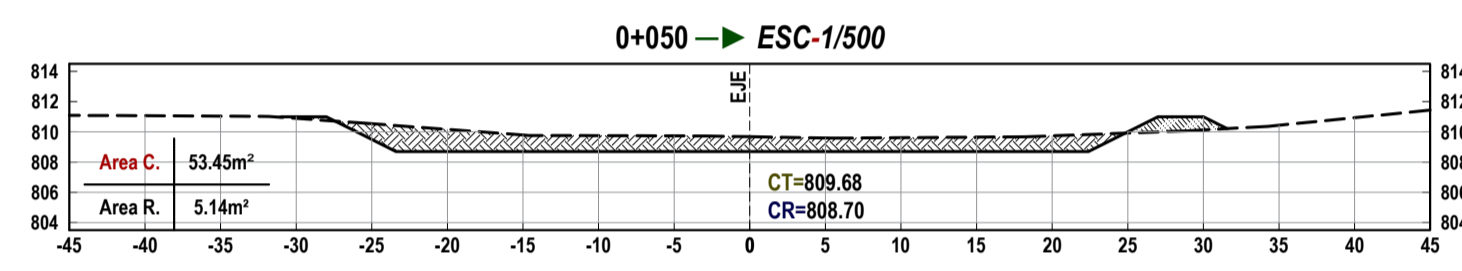
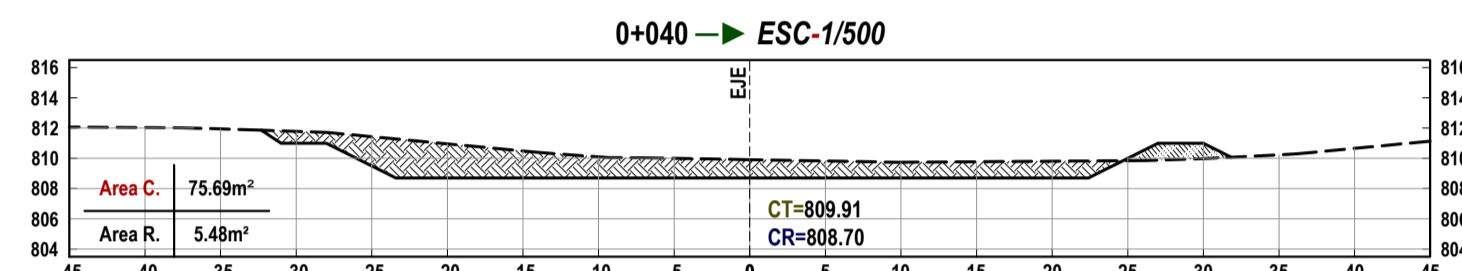
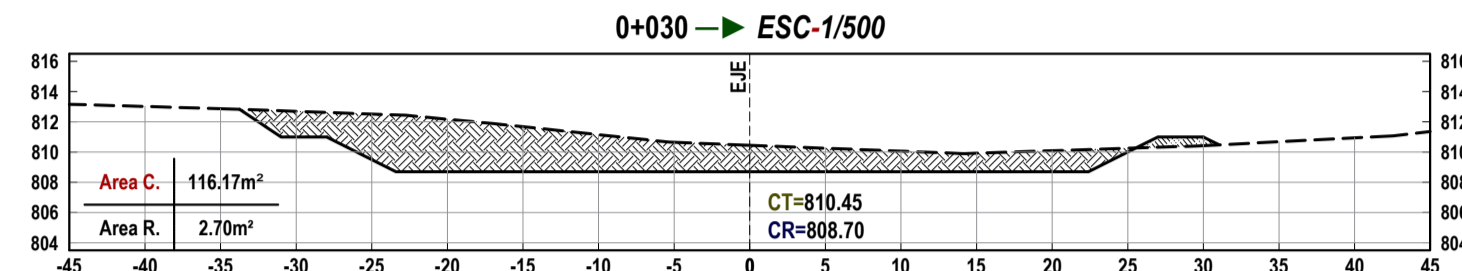
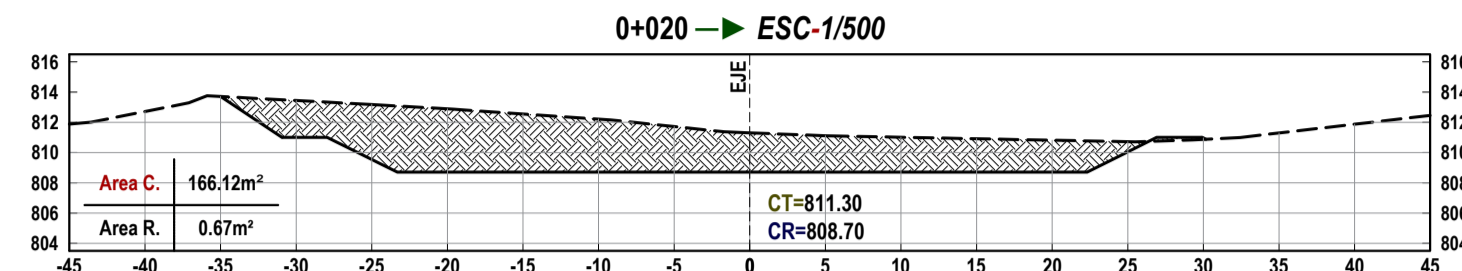
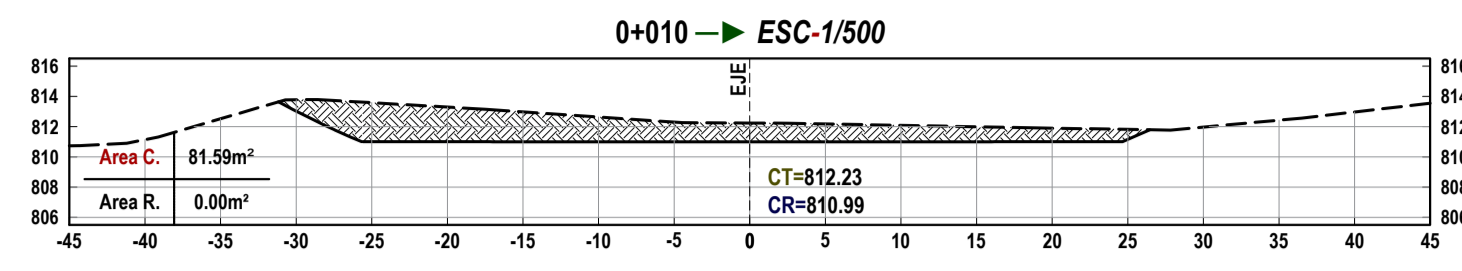
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"

UBICACION: ANEXO : PICHIWILCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: PLANTA PERFIL	LAMINA PP-01
TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU	EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	FECHA: MAYO 2020



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"		
UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: ELEVACIÓN LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL LAGUNAS	LAMINA EL-01	
TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU	EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA
		FECHA: MAYO 2020	



MOVIMIENTO DE TIERRAS							
PROG.	Área C. m²	Área R. m²	Vol. C. m³	Vol. R. m³	Vol. C. Acum. m³	Vol. R. Acum. m³	Vol. Neto m³
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010	81.59	0.00	407.94	0.00	407.94	0.00	407.94
0+020	166.12	0.67	1238.52	3.33	1646.46	3.33	1643.13
0+030	116.17	2.70	1411.42	16.83	3057.88	20.16	3037.72
0+040	75.69	5.48	959.28	40.89	4017.16	61.05	3956.11
0+050	53.45	5.14	645.69	53.08	4662.85	114.13	4548.71
0+060	40.13	6.43	467.91	57.81	5130.76	171.95	4958.81
0+070	30.14	27.04	351.38	167.34	5482.14	339.29	5142.86
0+080	37.38	78.49	337.63	527.65	5819.77	866.94	4952.84
0+090	59.37	125.43	483.75	1019.60	6303.53	1886.53	4416.99
0+100	79.96	149.09	696.63	1372.60	7000.15	3259.13	3741.02
0+110	39.77	199.02	598.65	1740.53	7598.80	4999.66	2599.14
0+120	0.00	27.19	198.86	1131.03	7797.66	6130.68	1666.97
0+130	170.43	14.47	852.14	208.27	8649.80	6338.95	2310.85
0+140	290.81	8.53	2306.20	114.98	10956.00	6453.94	4502.06
0+150	292.02	3.78	2914.16	61.54	13870.16	6515.48	7354.68
0+160	278.75	1.80	2853.88	27.90	16724.04	6543.38	10180.66
0+170	258.92	0.42	2688.39	11.13	19412.43	6554.50	12857.92
0+180	236.89	0.00	2479.07	2.14	21891.50	6556.64	15334.86
0+190	209.16	0.43	2230.27	2.18	24121.77	6558.83	17562.95
0+200	184.85	1.52	1970.08	9.74	26091.85	6568.57	19523.28
0+210	134.60	4.33	1597.27	29.22	27689.13	6597.79	21091.34
0+220	0.00	0.00	673.01	21.64	28362.14	6619.42	21742.71
0+220.02	0.00	0.00	0.00	0.00	28362.14	6619.42	21742.71

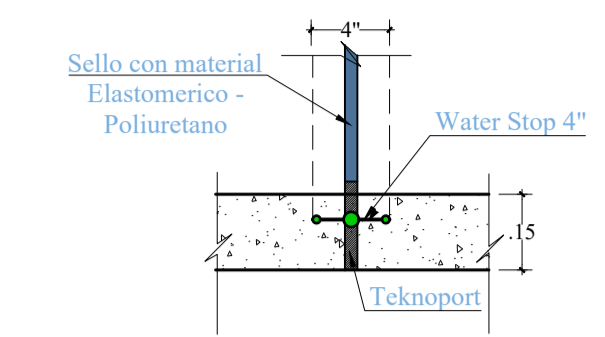
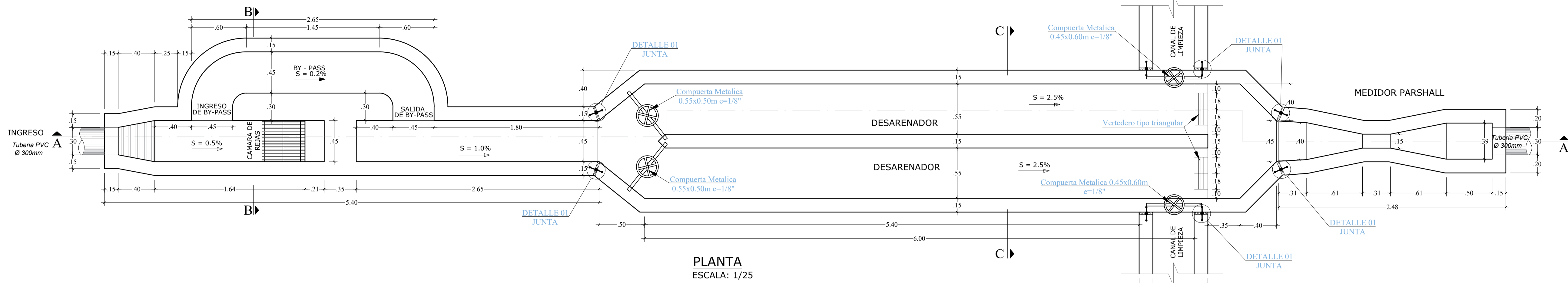


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

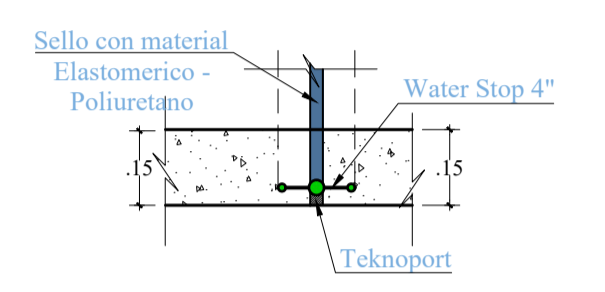


PROYECTO:
"CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"

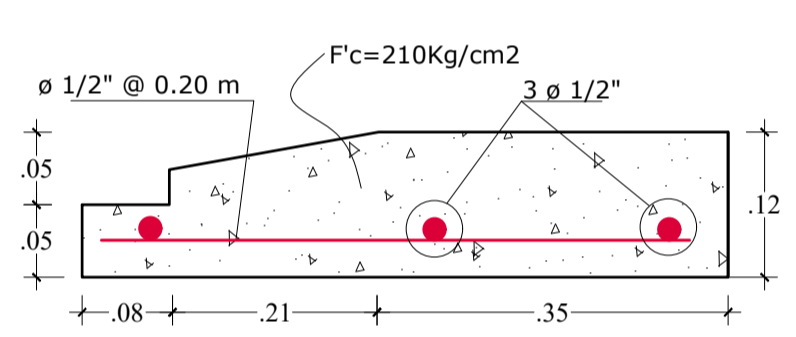
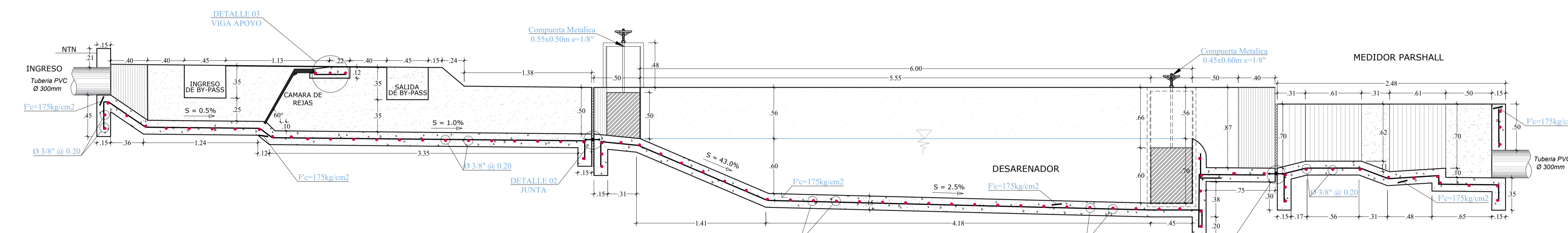
UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	LAMINA ST-01
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU	FECHA: MAYO 2020
DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA	



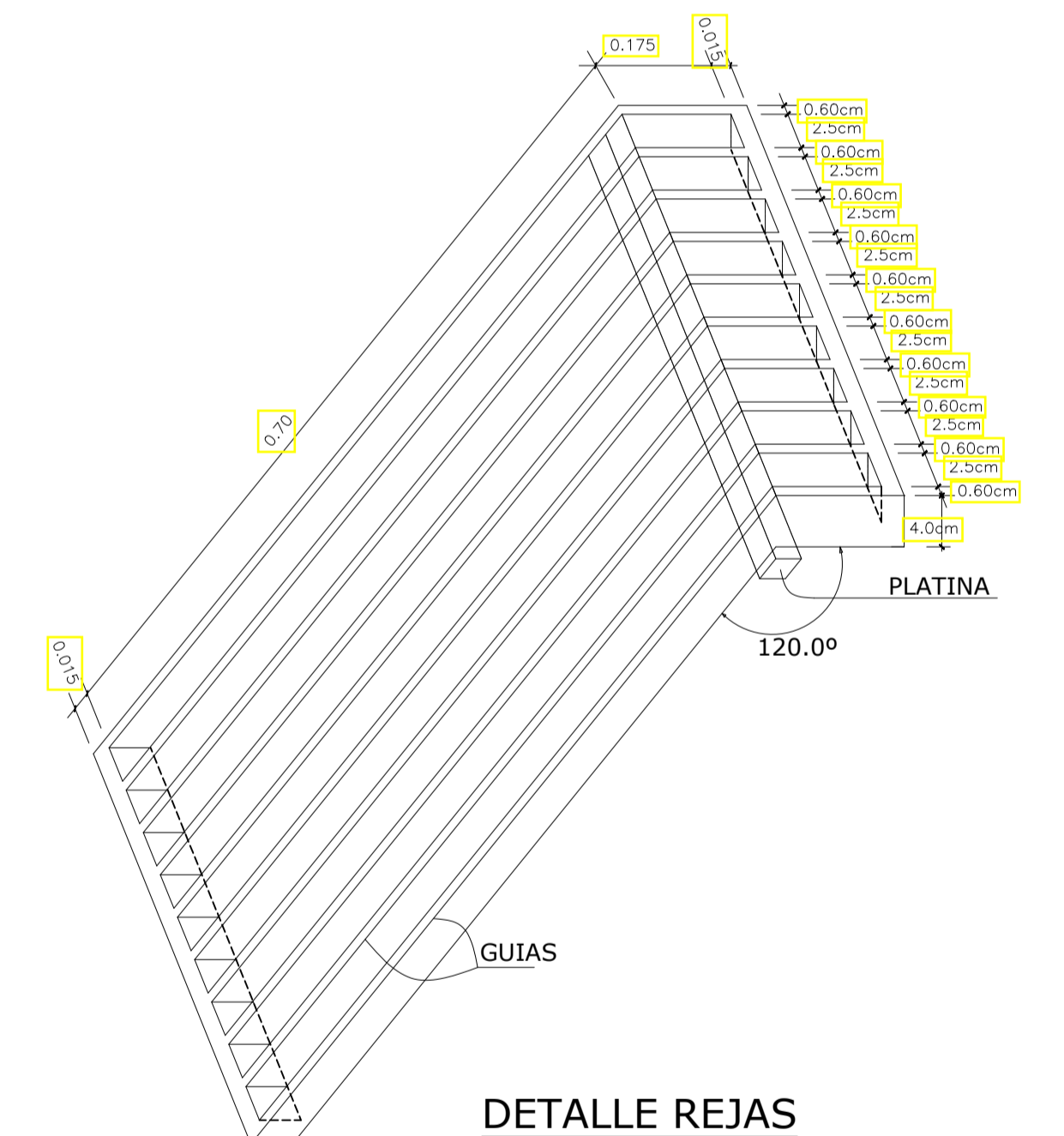
DETALLE 01 JUNTAS
ESCALA: 1/15



DETALLE 02 JUNTAS
ESCALA: 1/15

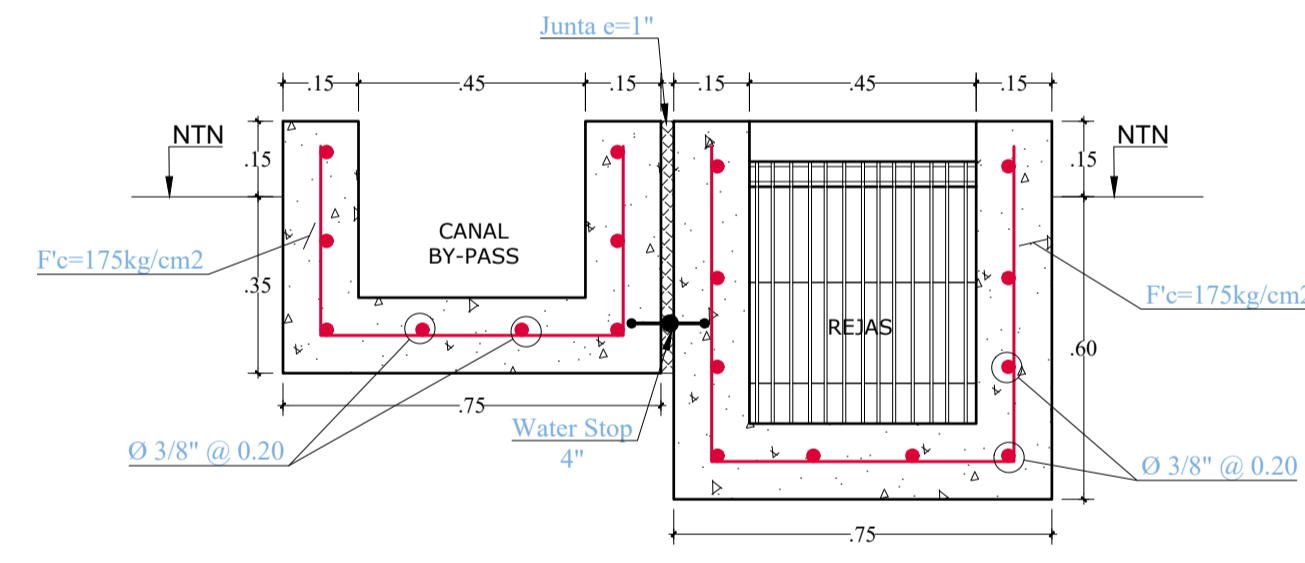


DETALLE 03
DE VIGA DE APOYO
ESCALA: 1/5

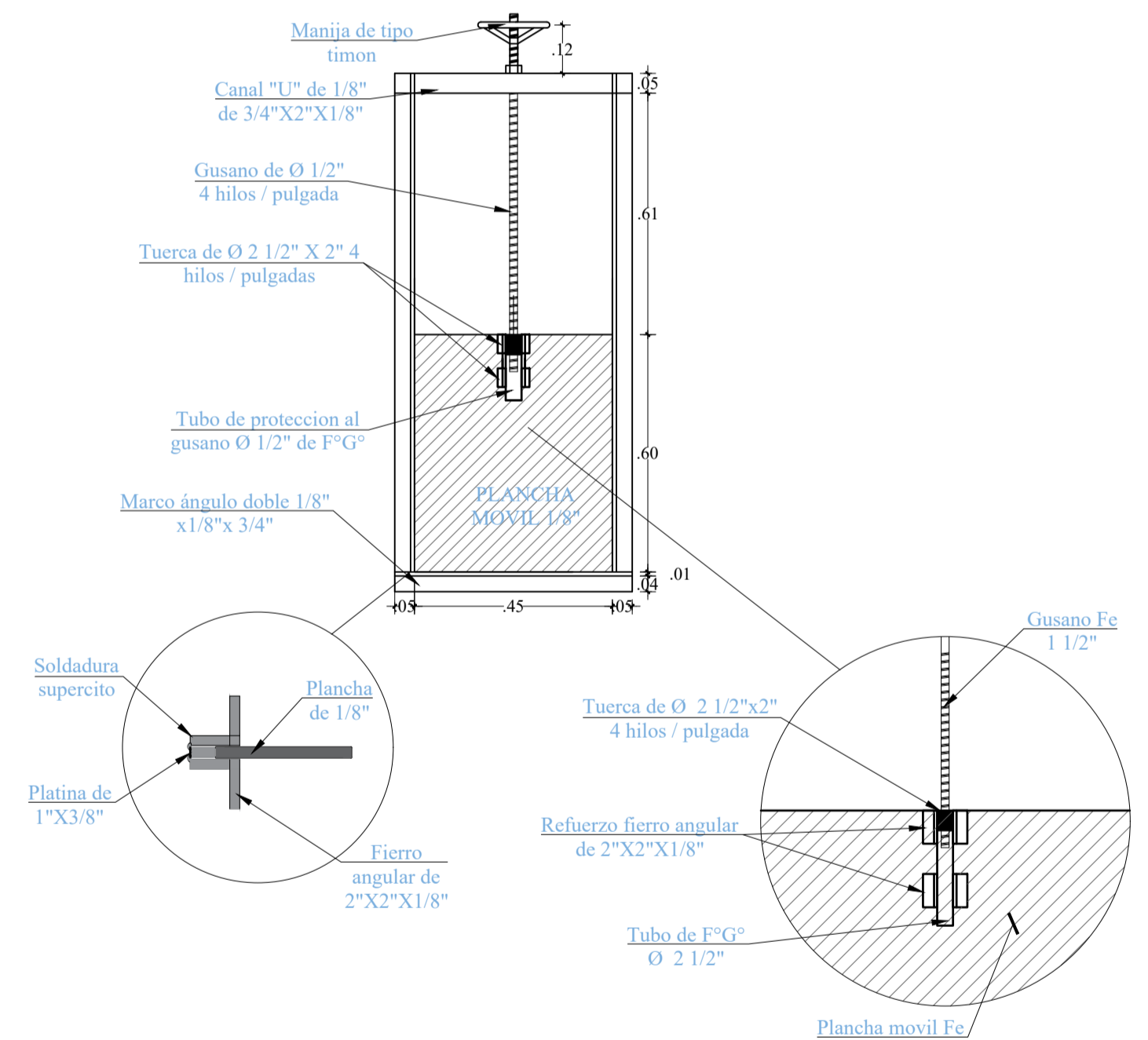


DETALLE REJAS

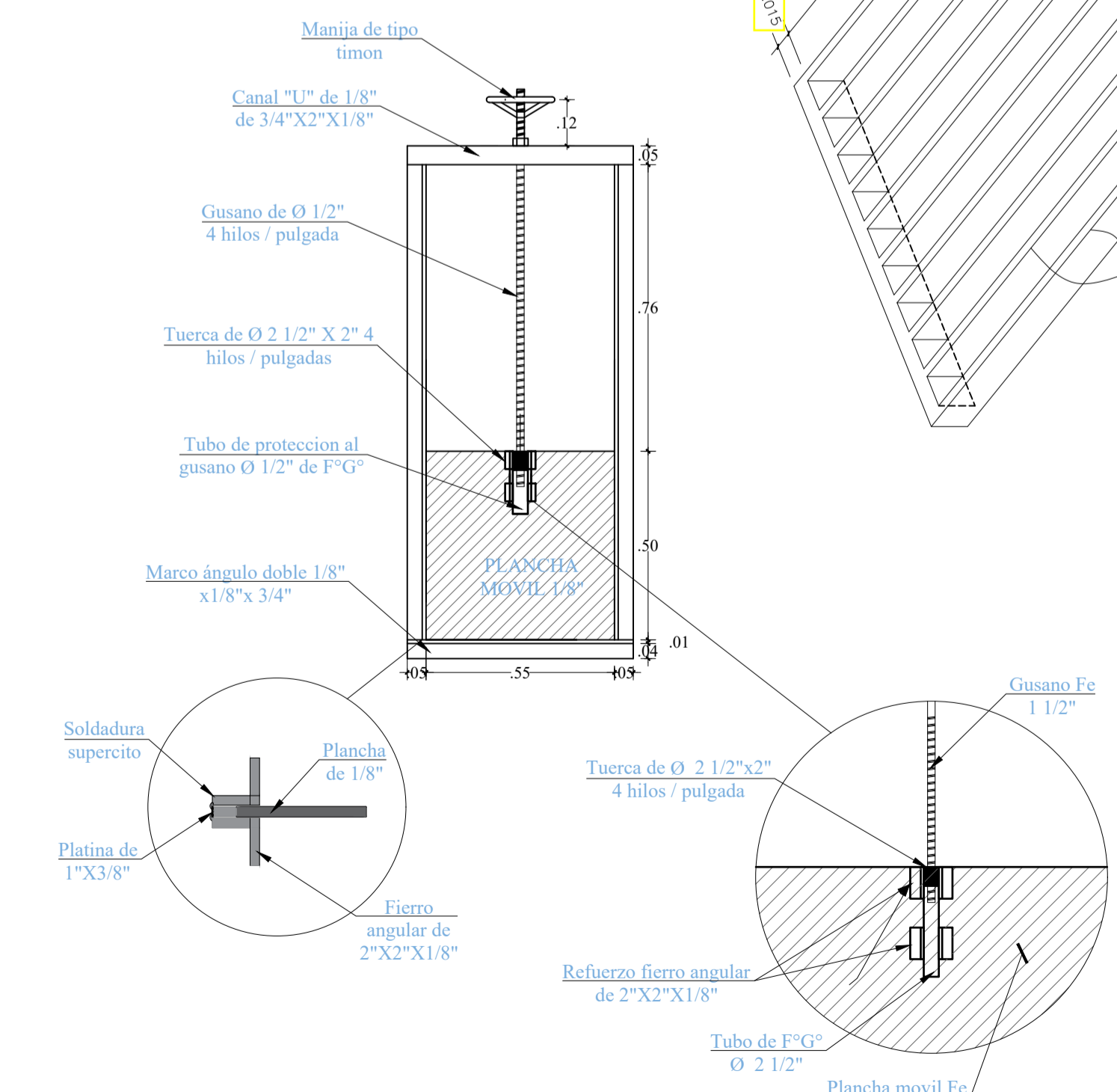
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO	f'c = 175 Kg/cm2 MUROS, LOSAS, CANALETAS, f'c = 210 Kg/cm2 VIGAS, SOLDADOS M: 1:12 (C-A) e=2"
CEMENTO	PORTLAND TIPO I EN GENERAL
ACERO	f'y = 4200 Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS	VIGAS Y COLUMNAS : 7.0 cm MUROS : 3.0 cm LOSAS MACIZAS : 7.0 cm
REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:	1era. CAPA : MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 cm ACABADO RAYADO 2da. CAPA : A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA, 1:3 ESPESOR 5mm ACABADO FROTACHADO EN AMBAS CAPAS SE UTILIZAN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 o SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE
NORMAS USADAS	
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	E-020
NORMA DE CARGA	E-050
NORMA DE SUELOS Y CIMENTACION	E-030
NORMA SISMORRESISTENTE	E-080
NORMA CONCRETO ARMADO	E-060



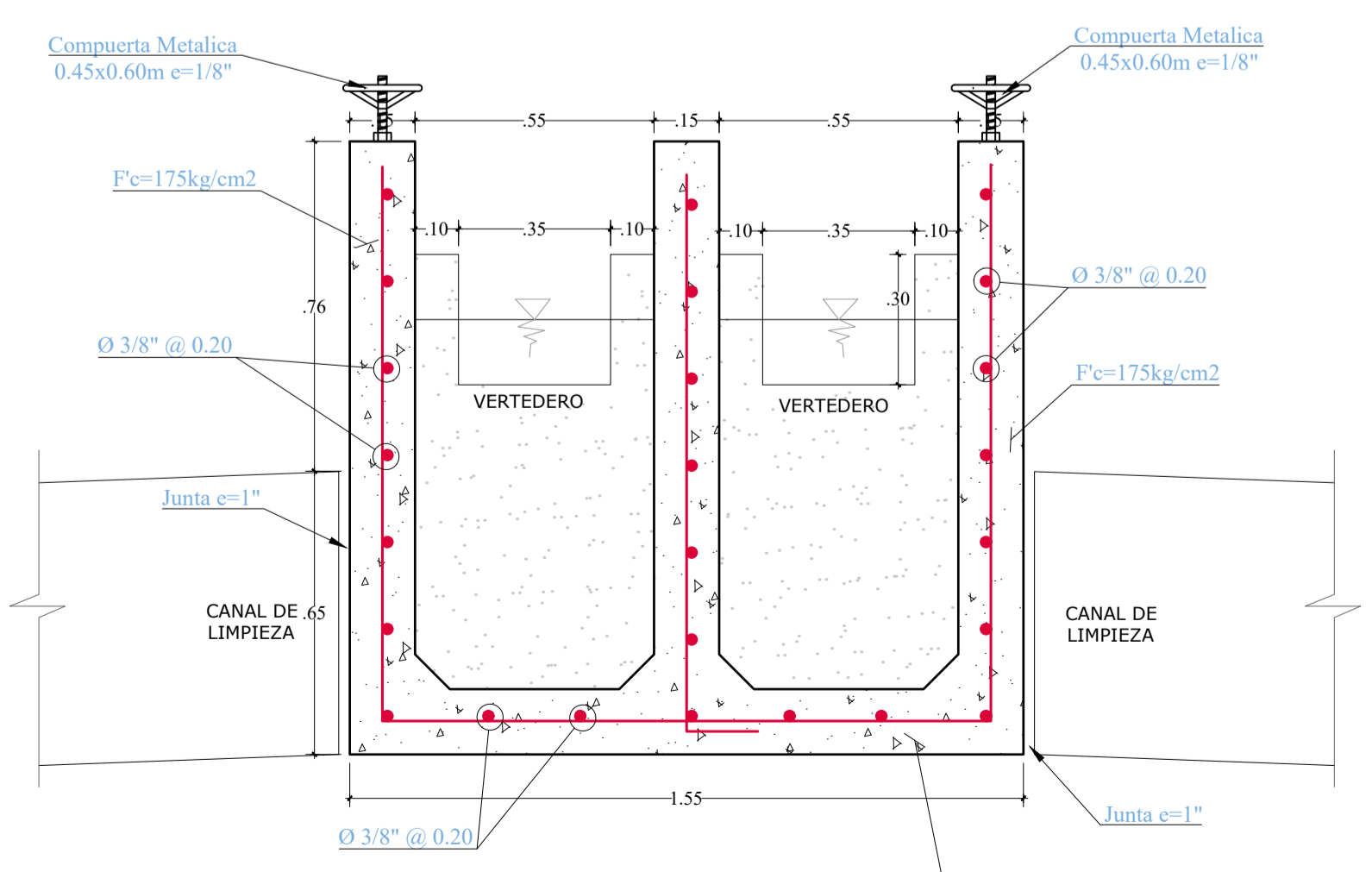
CORTE B - B
ESCALA: 1/15



DETALLE COMPUERTA 0.45X0.60 e=1/8"
ESCALA: 1/15



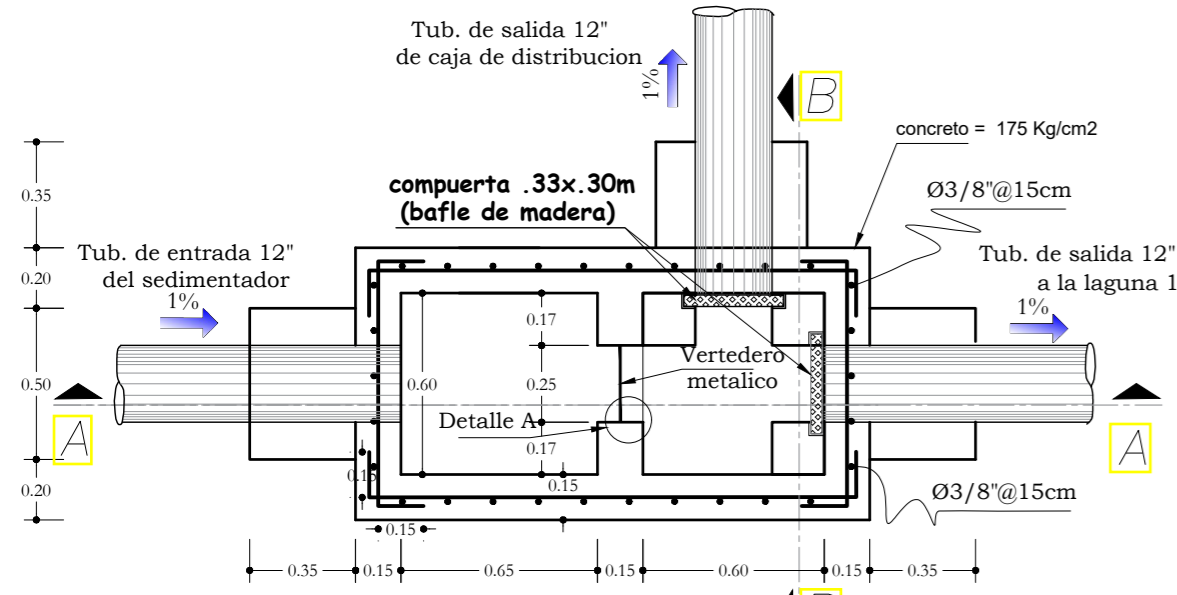
DETALLE COMPUERTA 0.55X0.50 e=1/8"
ESCALA: 1/15



CORTE C - C
ESCALA: 1/15

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA			
PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHILLCA, AYACUCHO - 2019"			
UBICACION: ANEXO : PICHILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: REJAS, DESARENADOR Y PARSHALL	LAMINA RD-01	
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO 2020

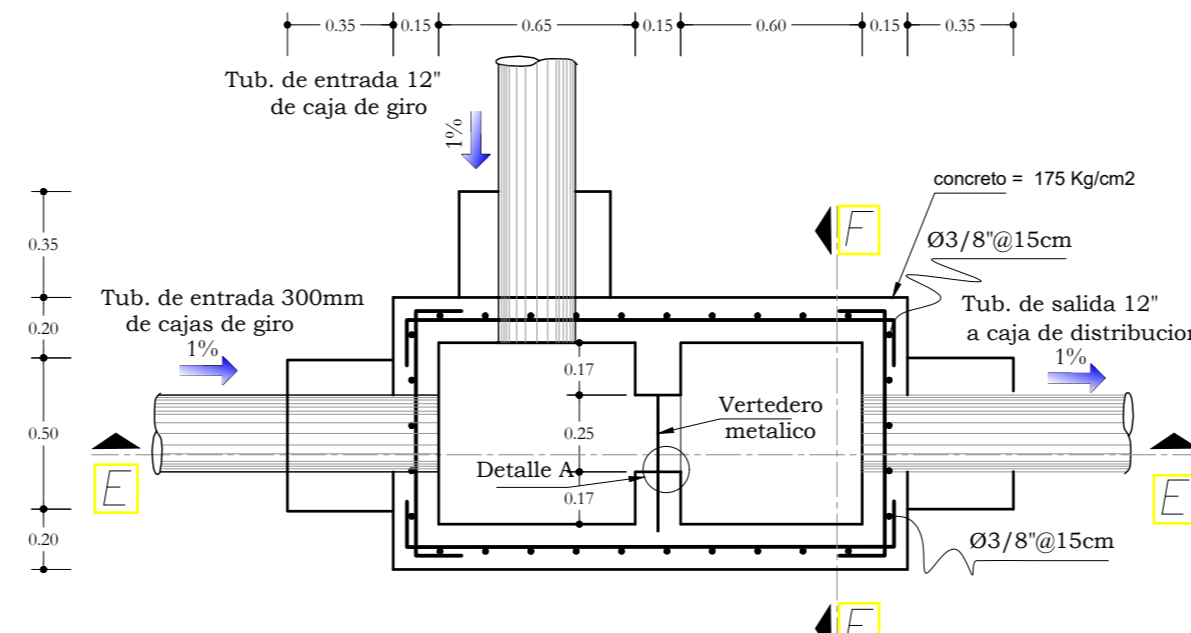
TIPO I



CAJA DE DIISTRIBUCION (tipo 1)

ESC 1:25

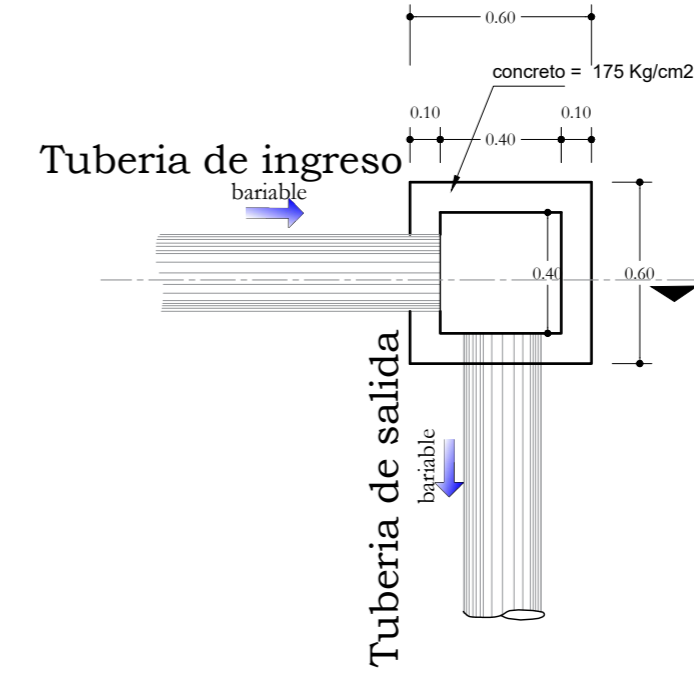
TIPO II



CAJA DE DIISTRIBUCION (tipo 2)

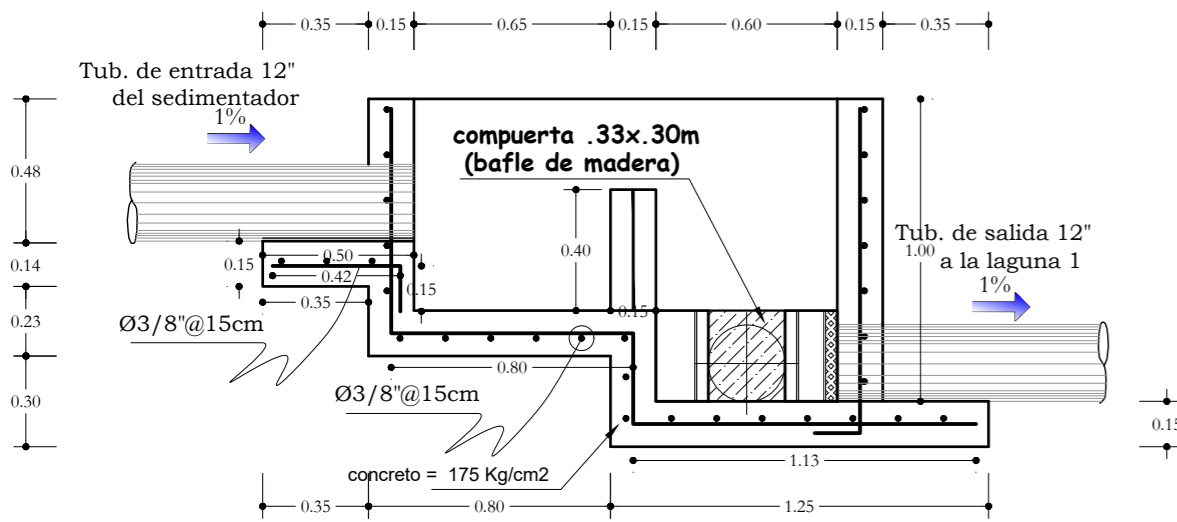
ESC 1:25

TIPO III



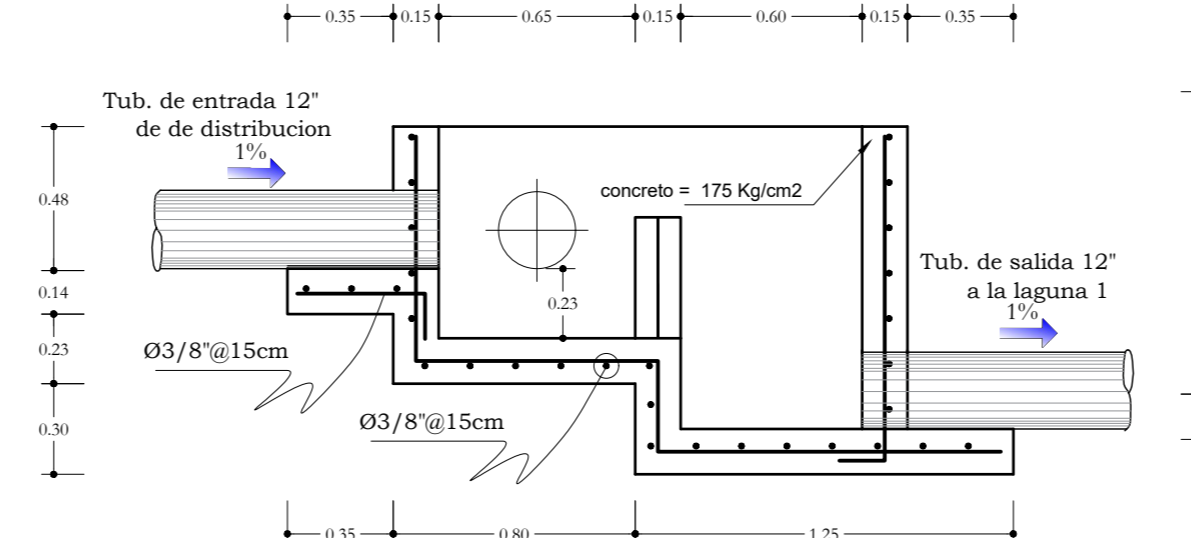
SECCIONES TÍPICAS DE LAS CAJAS DE GIRO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO	f _c = 175 Kg/cm ² MURD, LOSAS, CANALETAS, f _c = 210 Kg/cm ² VIGAS, SULADUD M: 112 (L-A) e=2"
CEMENTO	PORTLAND TIPO I EN GENERAL
ACERO	f _y = 4200 Kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS	VIGAS Y COLUMNAS : 7.0 cm MURD : 3.0 cm LOSAS MACIZAS : 7.0 cm
REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA: 1.º CAPA : MESCLA CEMENTO ARENA 1:5 cm ACABADO RAYADO 2.º CAPA : A LAS 24 HORAS MESCLA CEMENTO ARENA, 1:3 ESPESOR 5mm ACABADO FROTACHADO EN AMBAS CAPAS SE UTILIZAN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 o SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	
NORMAS USADAS: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES: NORMA DE CARGA : E-020 NORMA DE SUELOS Y CIMENTACION : E-050 NORMA SISMORRESISTENTE : E-030 NORMA CONCRETO ARMADO : E-060	



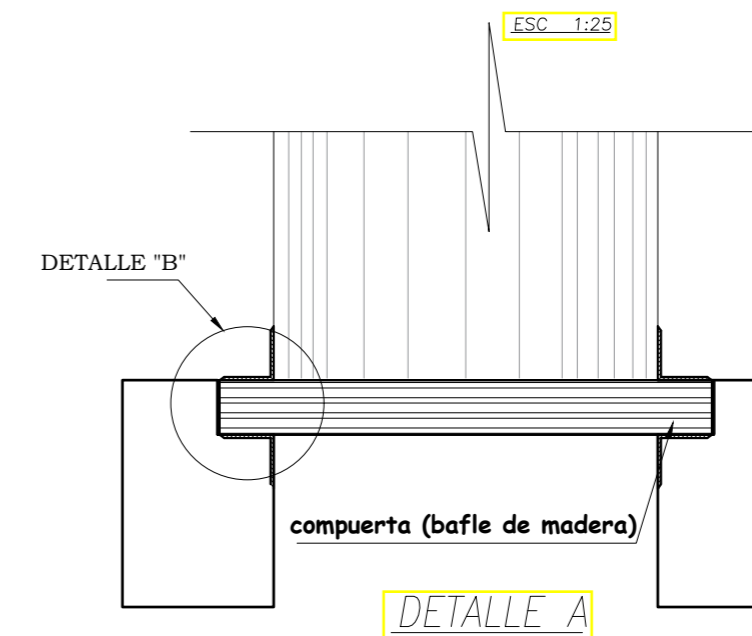
CORTE A-A; CAJA DE DISTRIBUCION

ESC 1:25



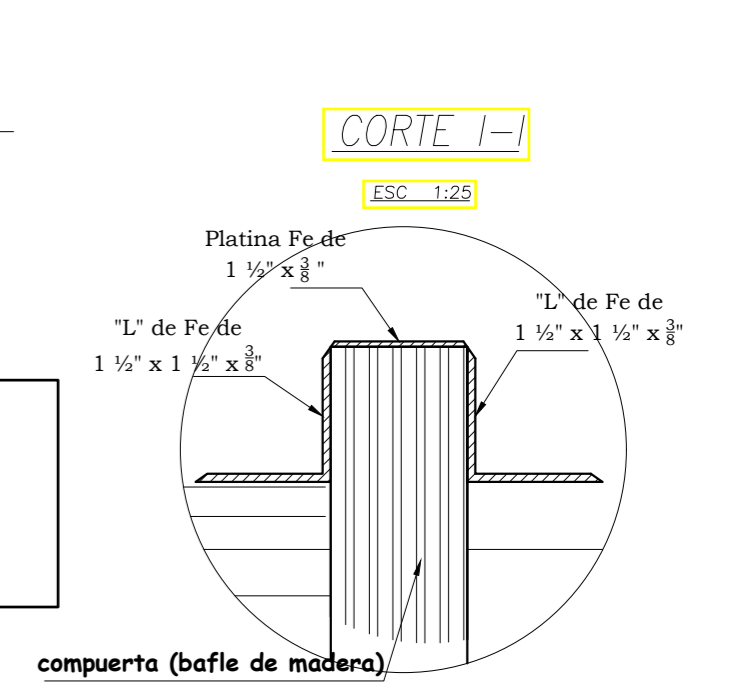
CORTE E-E; CAJA DE DISTRIBUCION

ESC 1:25



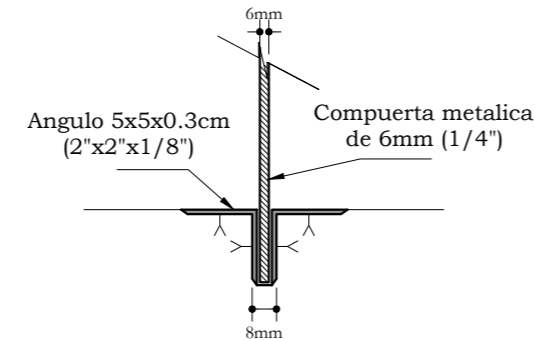
DETALLE A

ESC 1:2



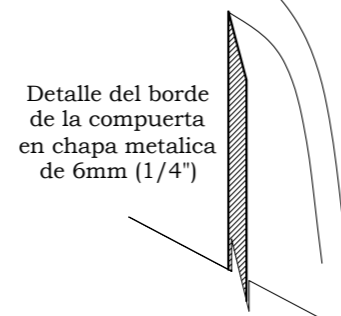
DETALLE B

ESC 1:5



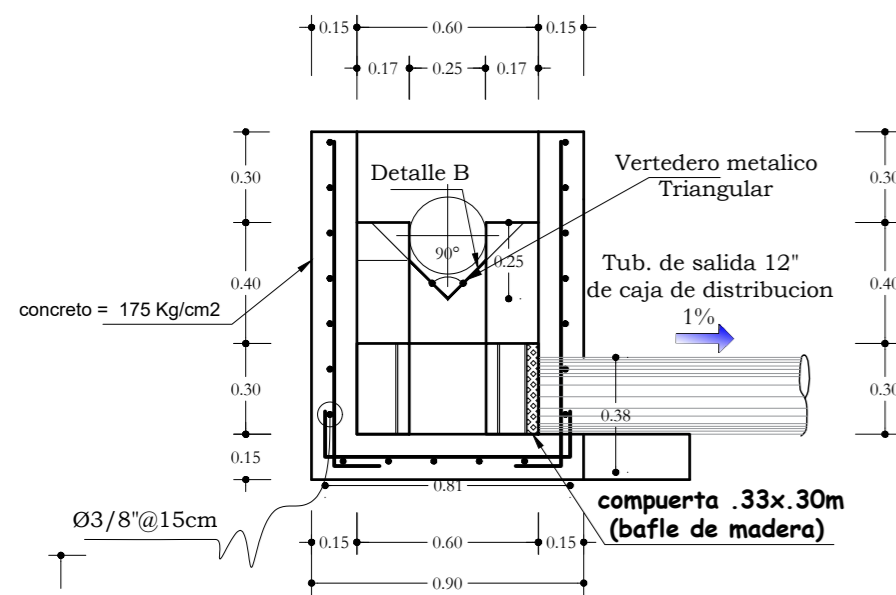
DETALLE A

ESC 1:5



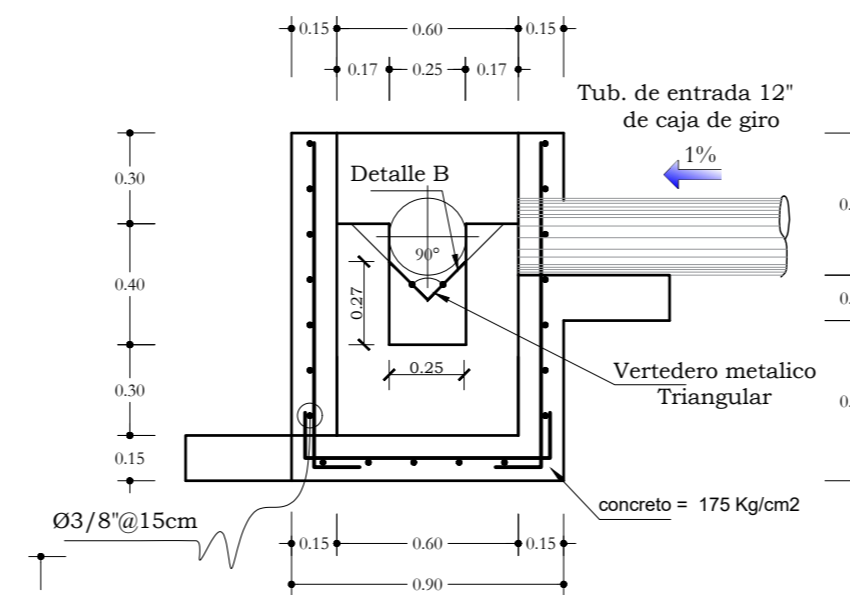
DETALLE B

ESC 1:2.5



CORTE B-B; CAJA DE DISTRIBUCION

ESC 1:25



CORTE F-F; CAJA DE DISTRIBUCION

ESC 1:25

CUADRO DE EMPALMES.

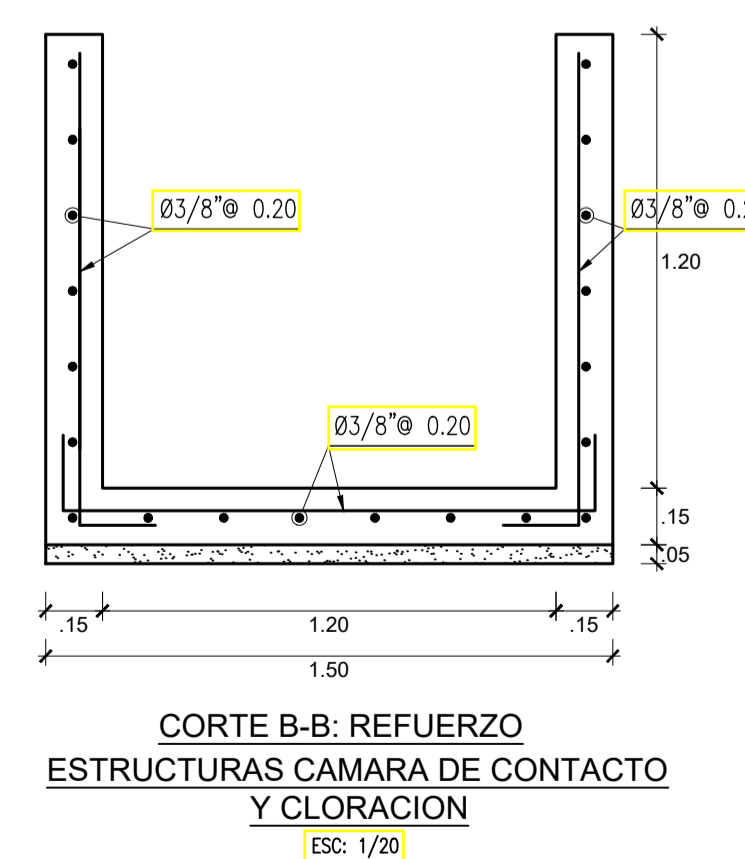
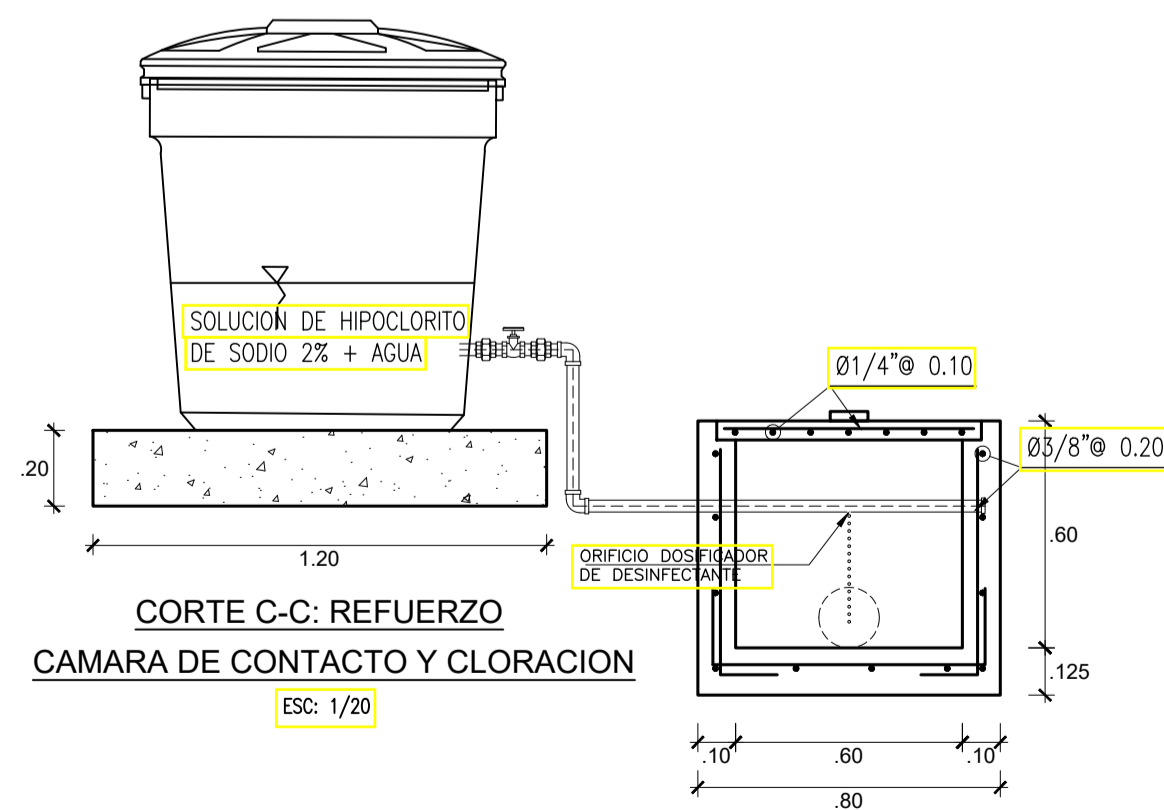
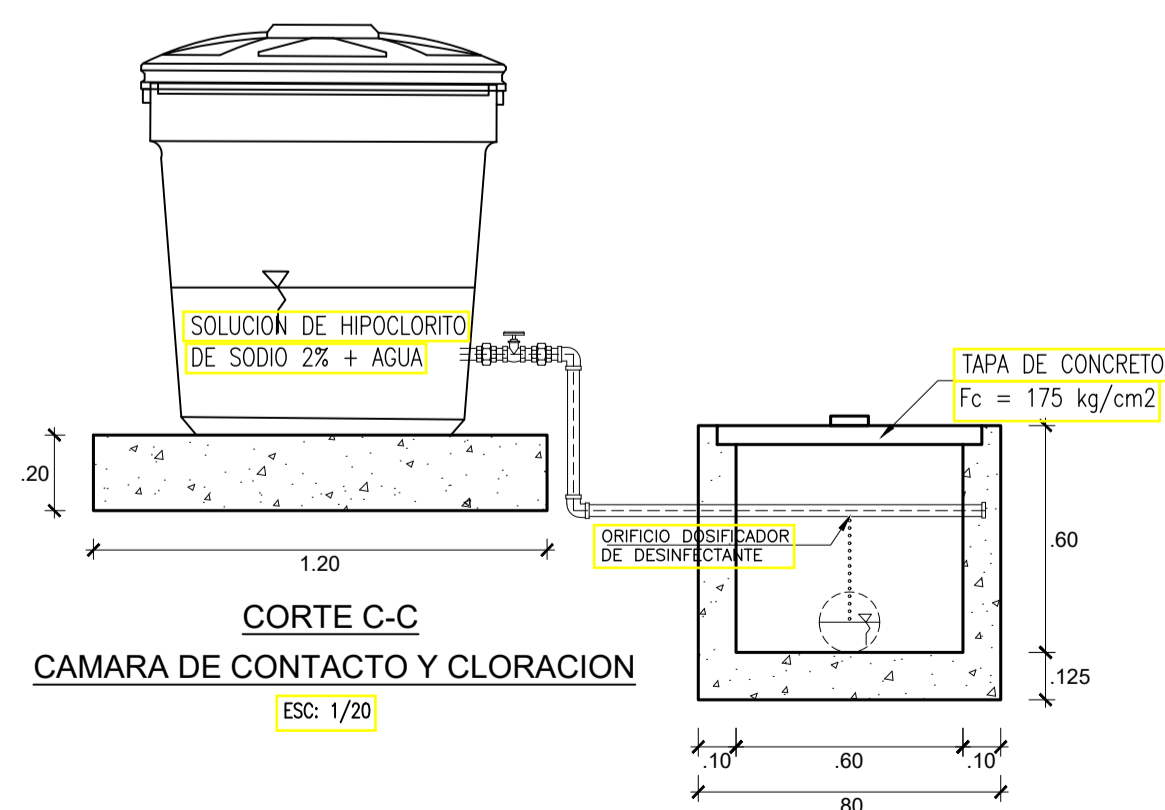
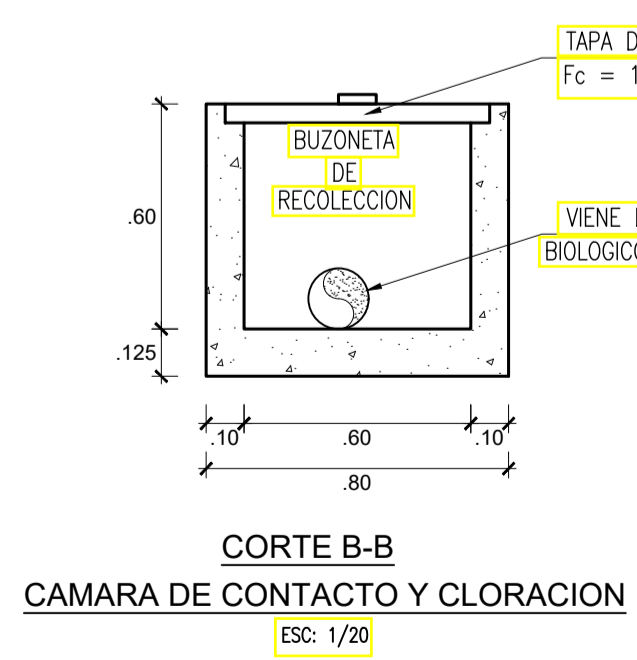
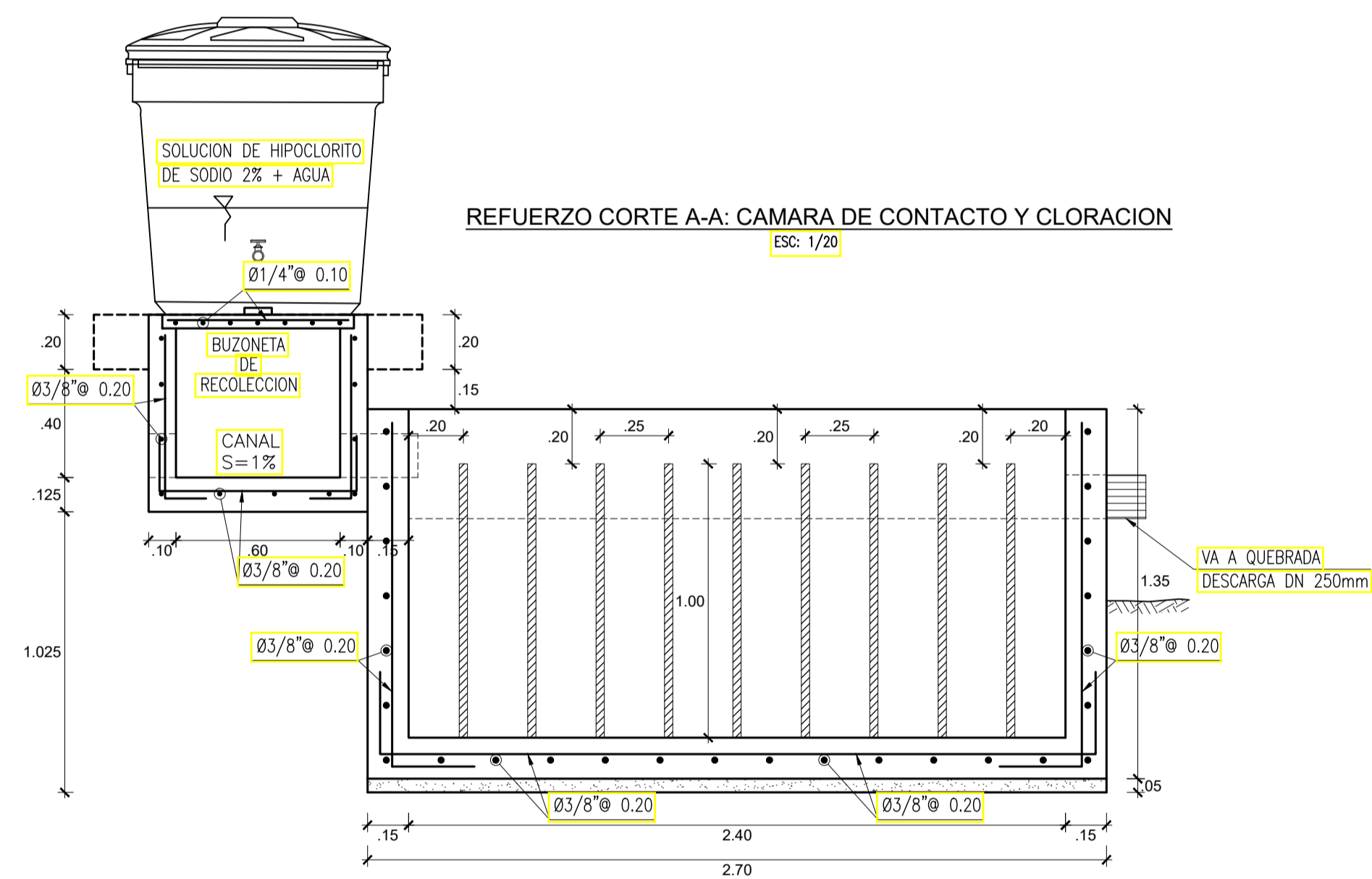
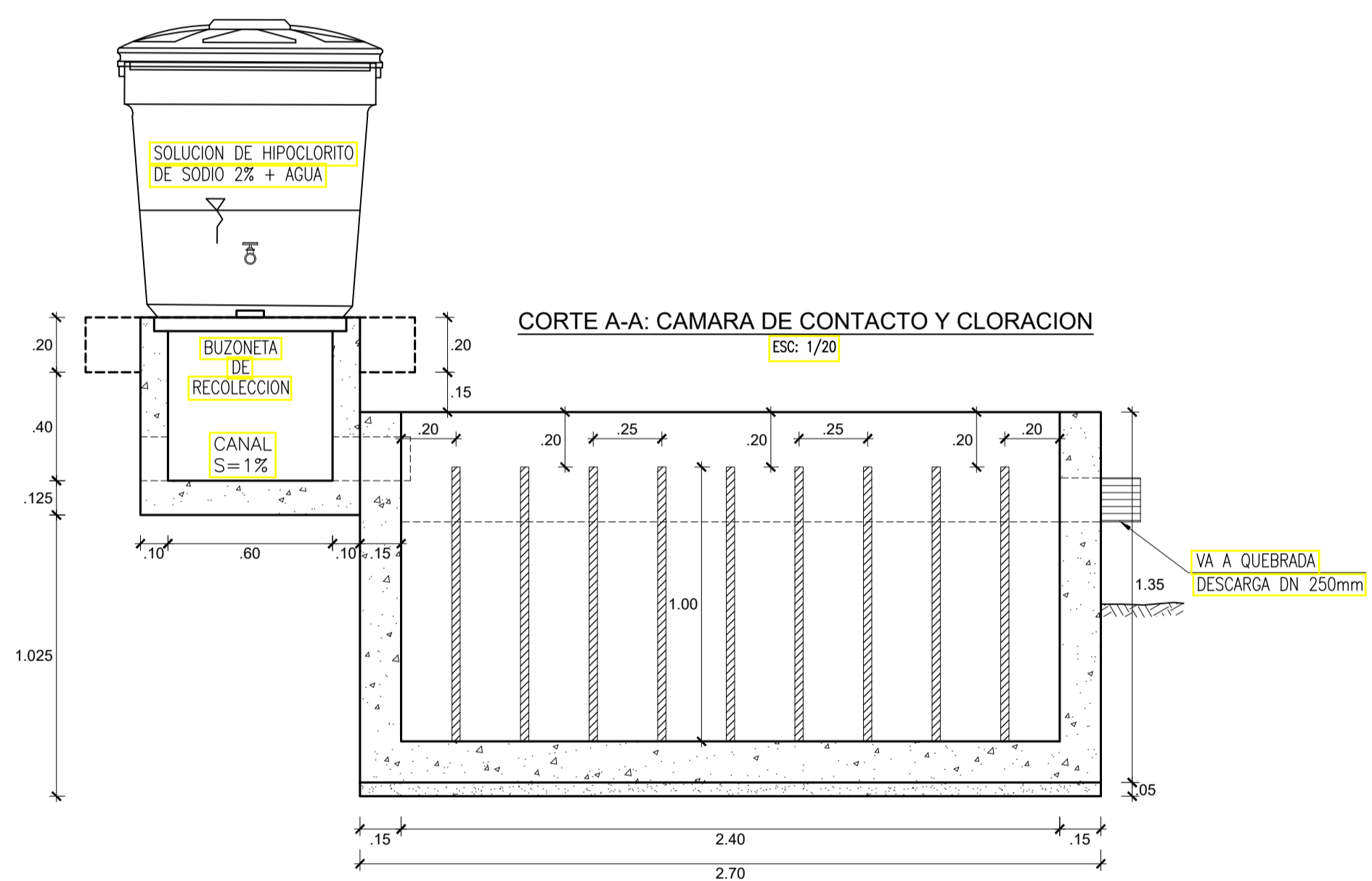
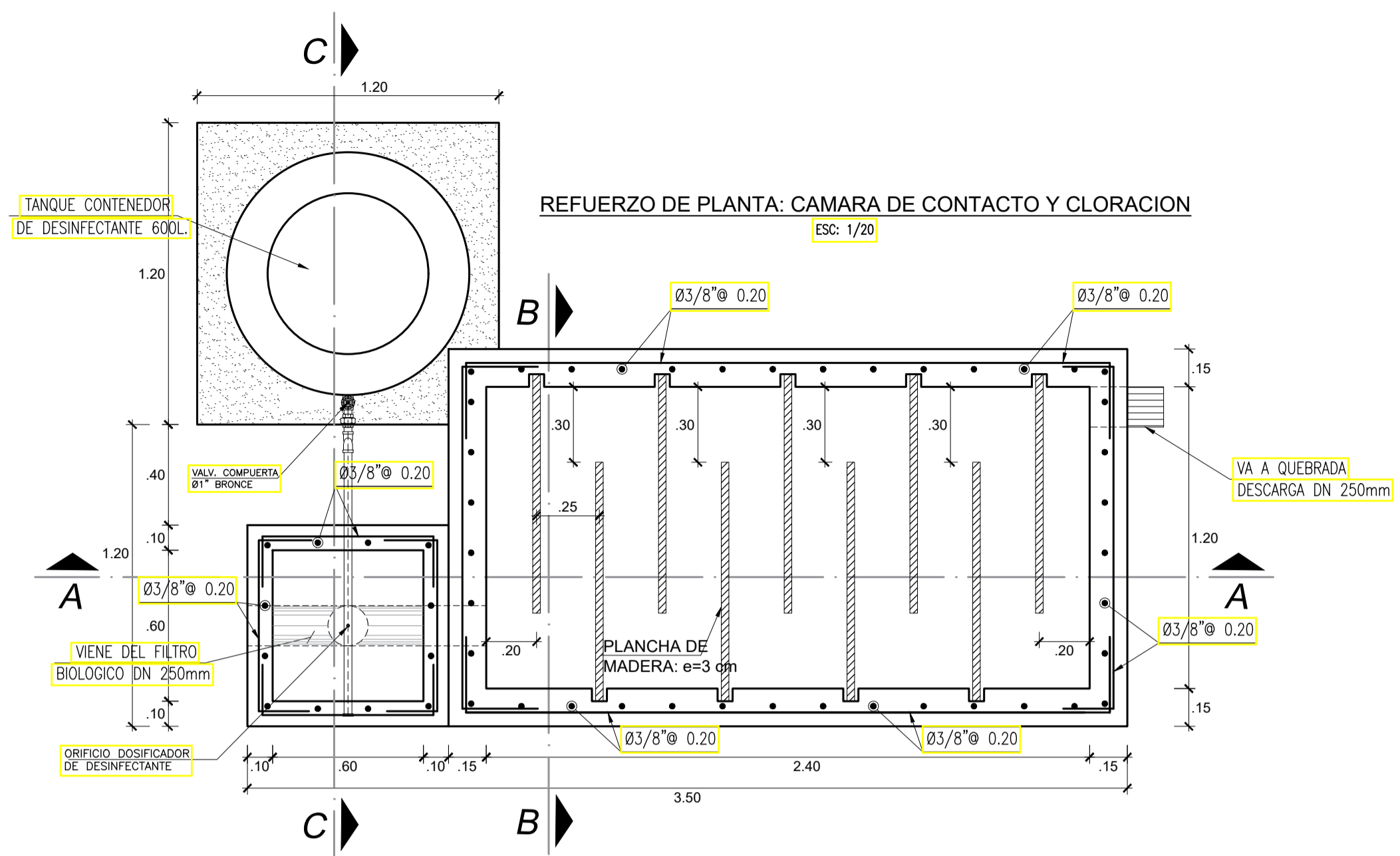
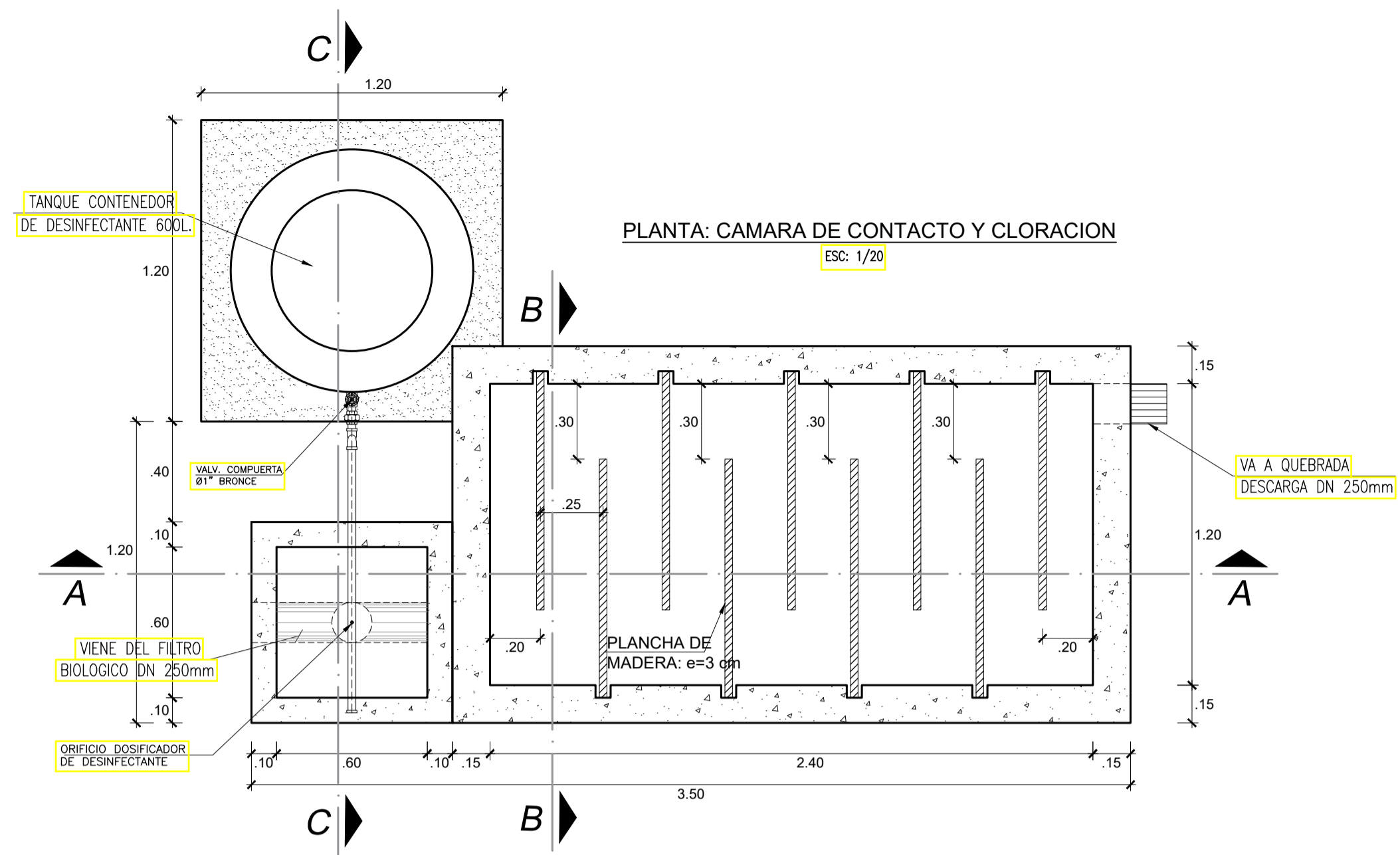
Ø "	Longitud
3/8"	35 Cm.
1/2"	45 Cm.
5/8"	55 Cm.
3/4"	70 Cm.
1"	120 Cm.

Máximo se pueden empalmar en una sección de 50% de barras.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA


PROYECTO:
“CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019”

UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: CAJAS DE DISTRIBUCION Y GIRO PTAR	LAMINA
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU	CR-01
DISEÑO: Y. L. B.	FECHA: MAYO 2020	



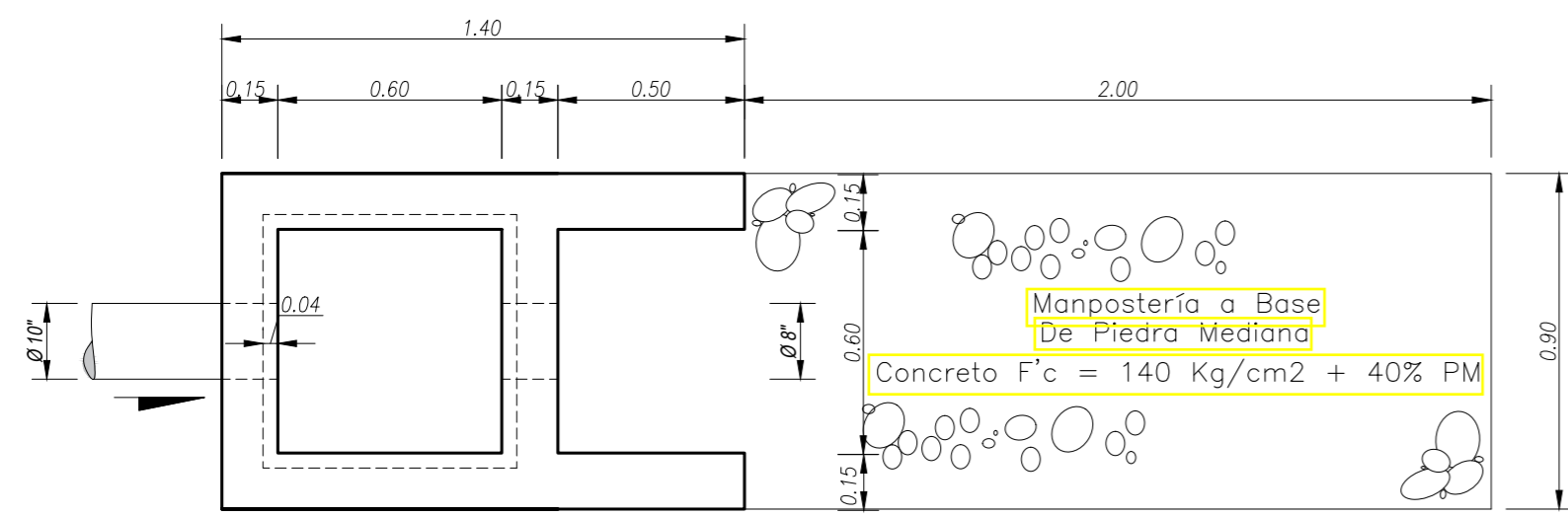
ESPECIFICACIONES TECNICAS

Materiales	- Acero corrugado grado 60 fy = 4200 Kg/cm2 - Cemento portland tipo - 1 - Arena gruesa - Piedra Chancada de 1/2" - Hormigon	Piso y Muros de la camara
Concreto	Concreto armado - Concreto armado f'c=210 Kg/cm2 Concreto simple - Concreto simple f'c=100 Kg/cm2	Solados
Revoques y entucidos	- Tarrajeo con impermeabilizante: interior del tanque imhoff C-A 1:1 - Tarrajeo con mortero 1:4: exterior del tanque imhoff C-A 1:4	
Estudio de Suelos	- Capacidad portante admisible: 1.17 Kg/cm2 - Profundidad de cimentacion: 1.50 m	



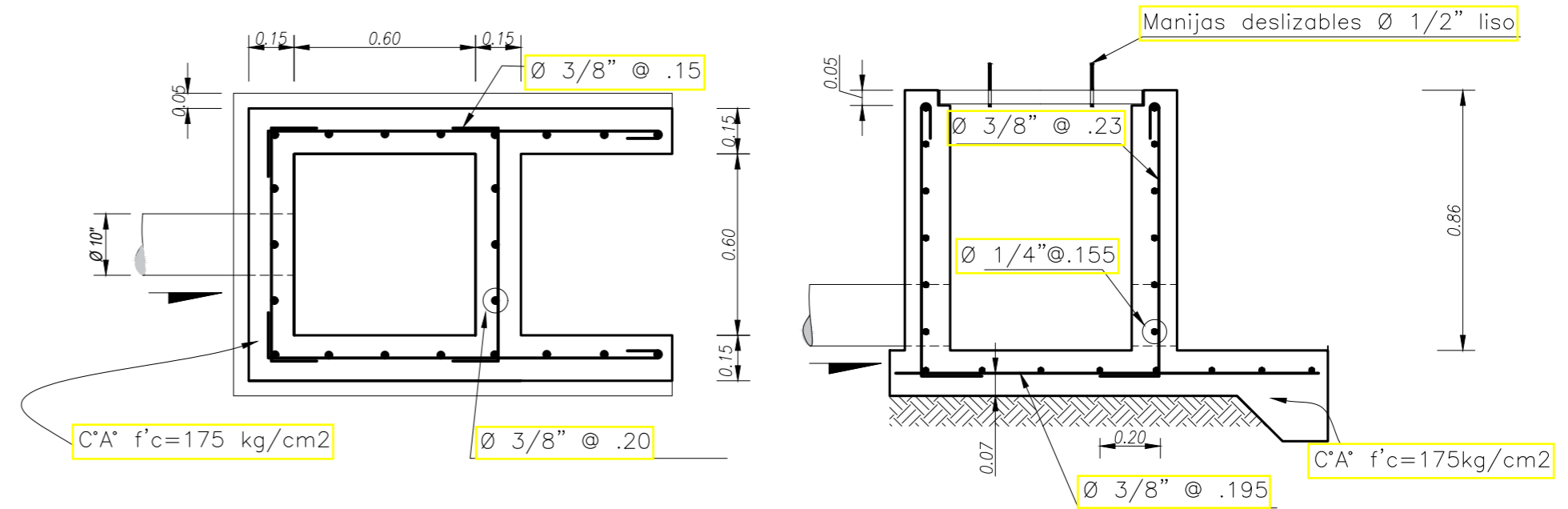
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILCA, AYACUCHO - 2019"			
UBICACION: ANEXO : PICHIWILCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: CÁMARA DE CLORACION	TESISISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU	LAMINA CL-01
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO 2020



PLANTA

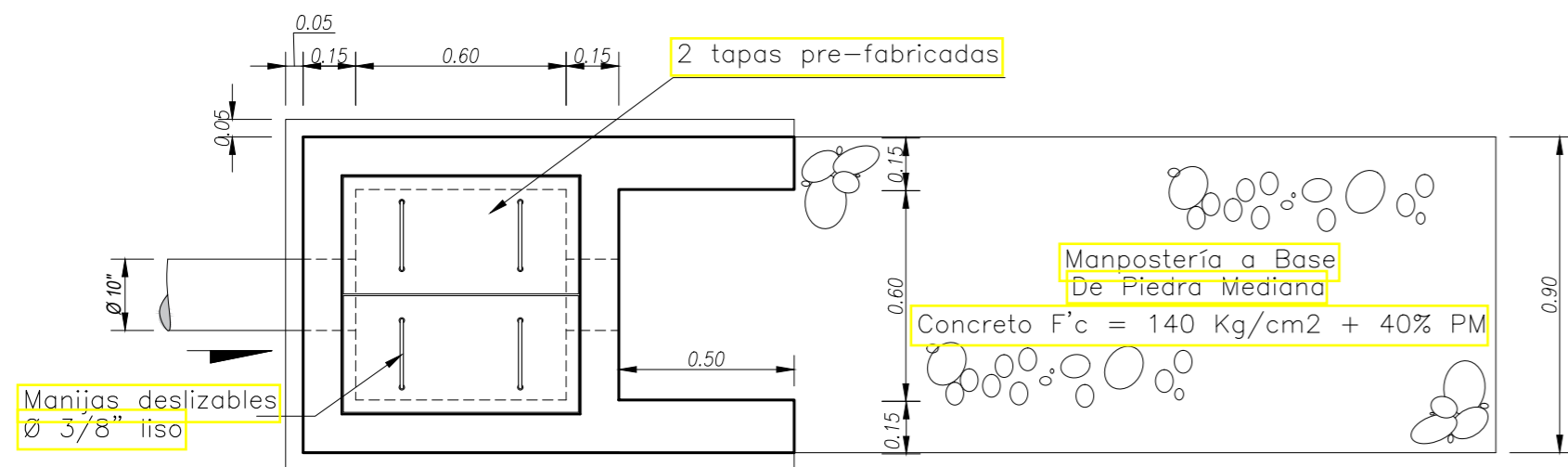
ESC. : 1 / 20



PLANTA Y ELEVACION

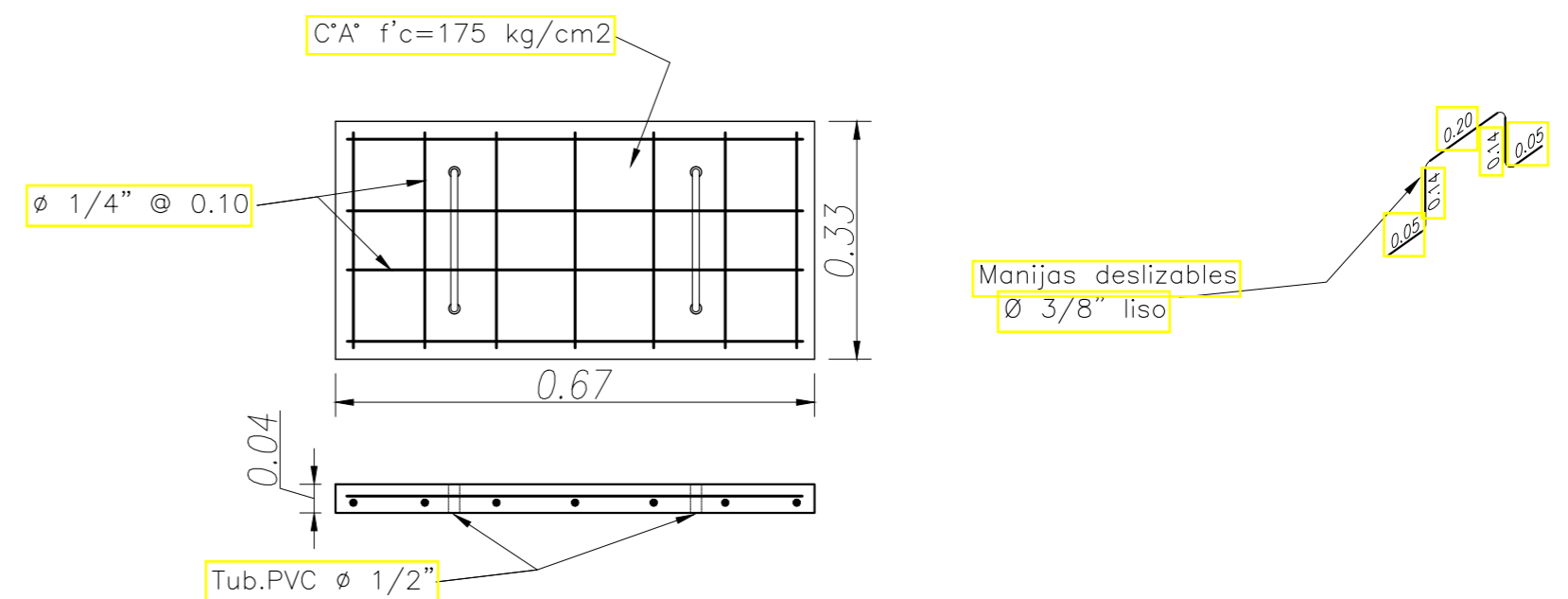
DISTRIBUCIÓN DE ACERO

ESC. : 1 / 20

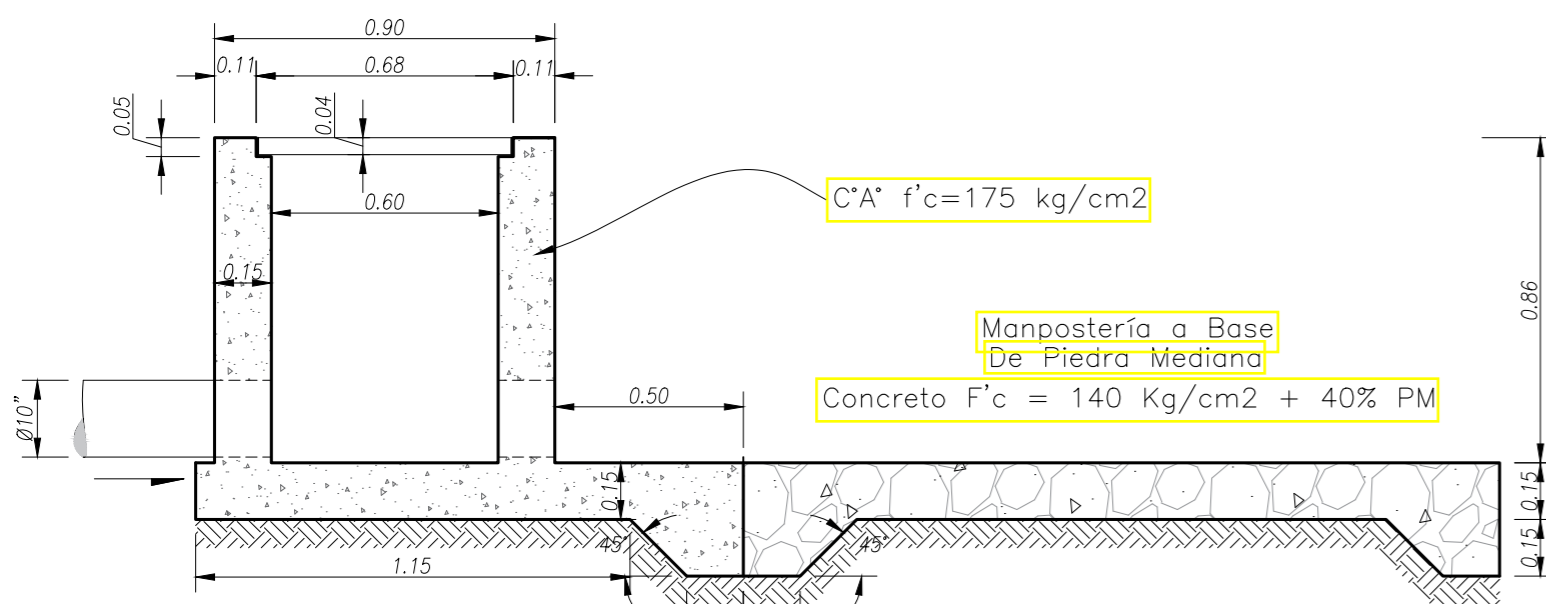


PLANTA

ESC. : 1 / 20



DETALLE DE TAPA





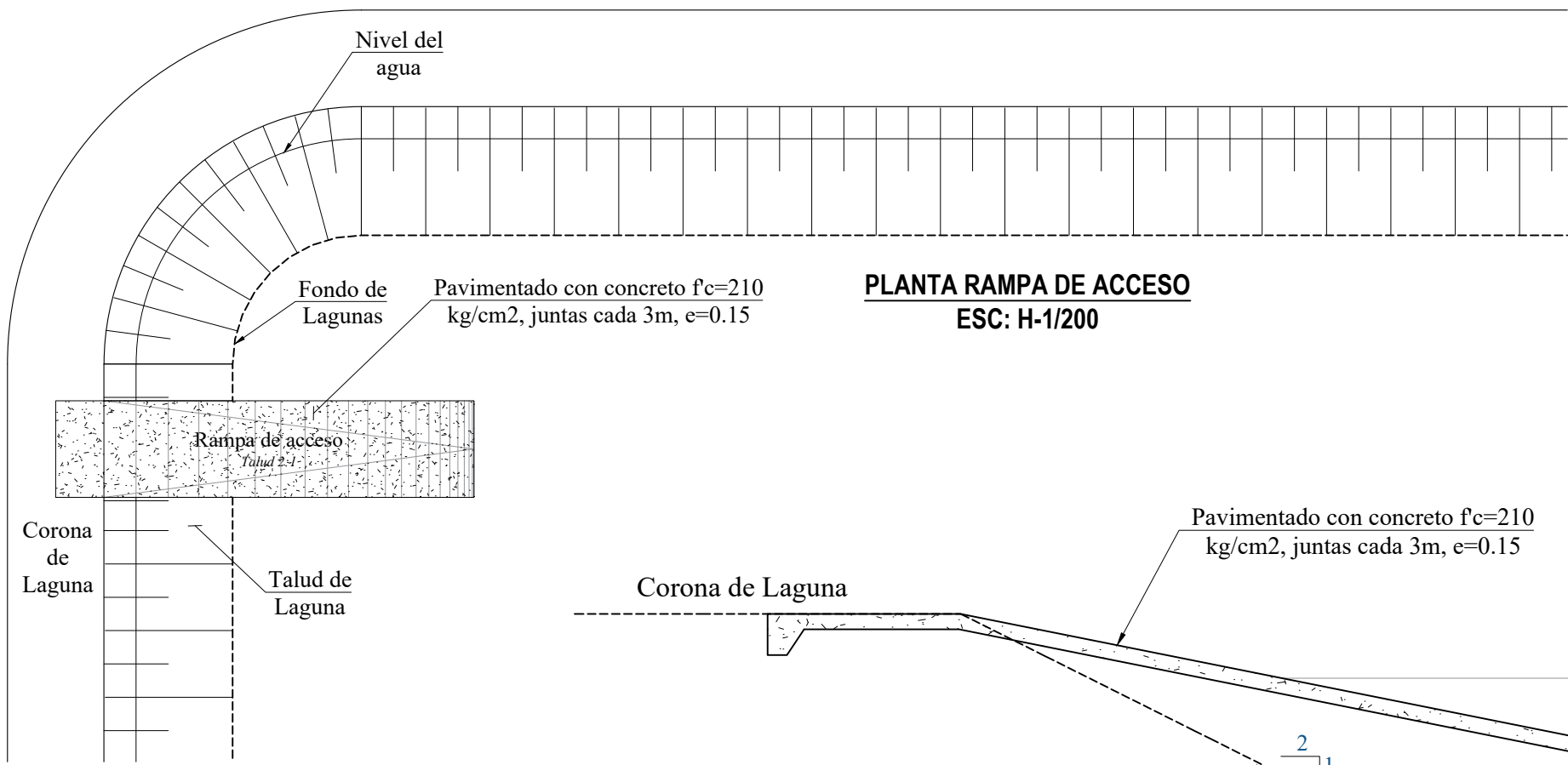
ELEVACIONES

ESC. : 1 / 20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

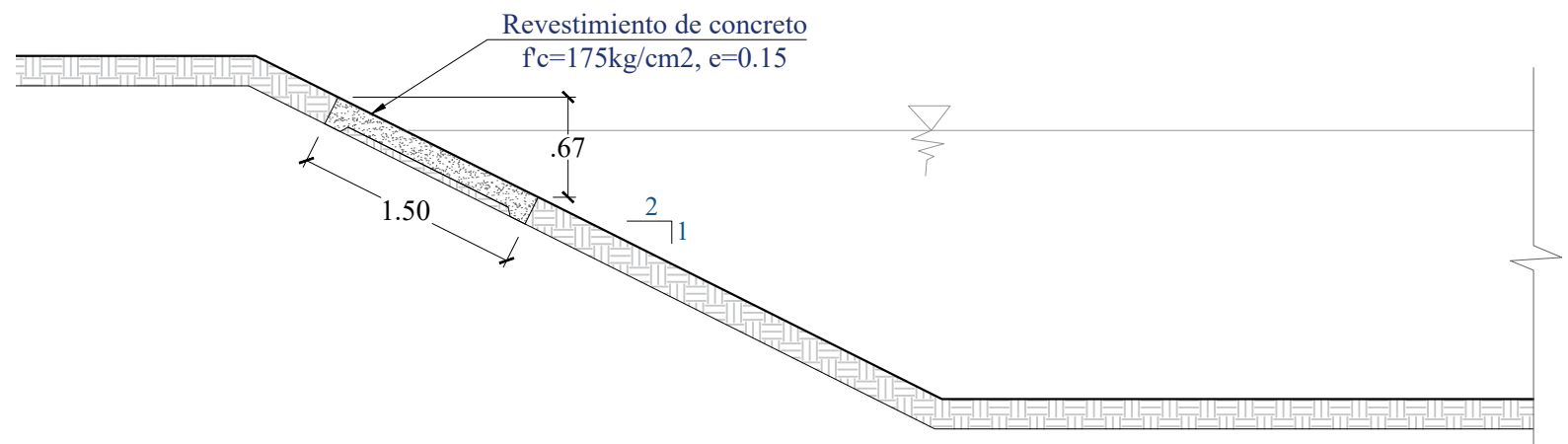
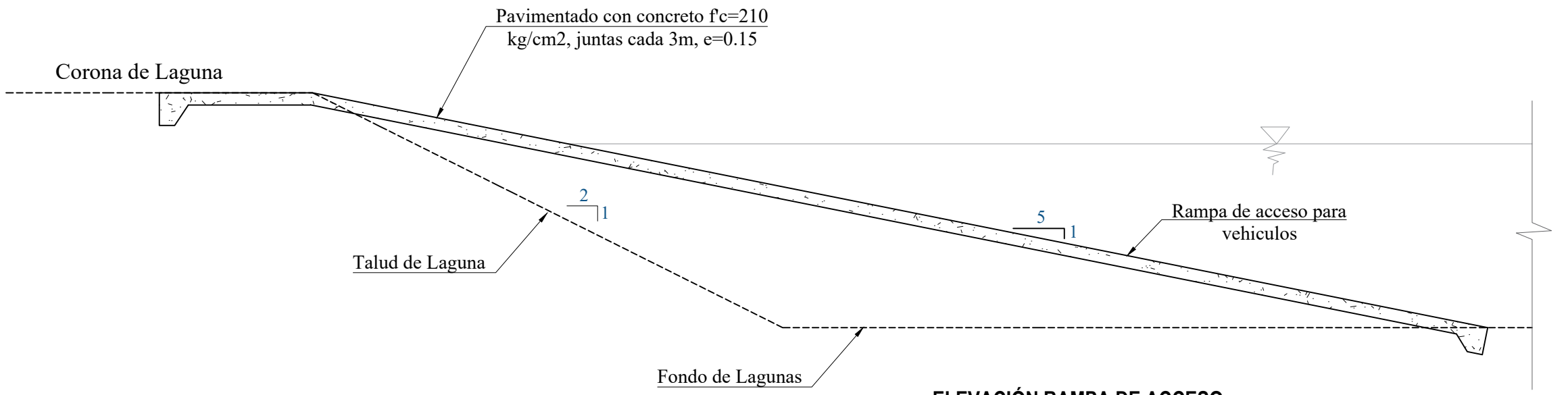
CONCRETO	f'c = 175 Kg/cm ² MUROS, LOSAS, CANALETAS, f'c = 210 Kg/cm ² VIGAS, SOLADOS M: 1:12 (C-A) e=2"
CEMENTO	PORTLAND TIPO I EN GENERAL
ACERO	f'y = 4200 Kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS	VIGAS Y COLUMNAS : 7.0 cm MUROS : 3.0 cm LOSAS MACIZAS : 7.0 cm
REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:	
1era. CAPA :	MESCLA CEMENTO ARENA 1:5 cm ACABADO RAYADO
2da. CAPA :	A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA, 1:3 ESPESOR 5mm ACABADO FROTACHADO
EN AMBAS CAPAS SE UTILIZAN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 o SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE	
NORMAS USADAS	
REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	
NORMA DE CARGA	E-020
NORMA DE SUELOS Y CIMENTACION	E-050
NORMA SISMORRESISTENTE	E-030
NORMA CONCRETO ARMADO	E-060

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA</p>		
<p>PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"</p>		
<p>UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO</p>	<p>PLANO: CÁMARA DE DESCARGA PTAR</p>	<p>LAMINA</p>
<p>EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS</p>	<p>TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU</p>	<p>CD-01</p>
<p>DISEÑO: Y. L. B.</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: MAYO 2020</p>

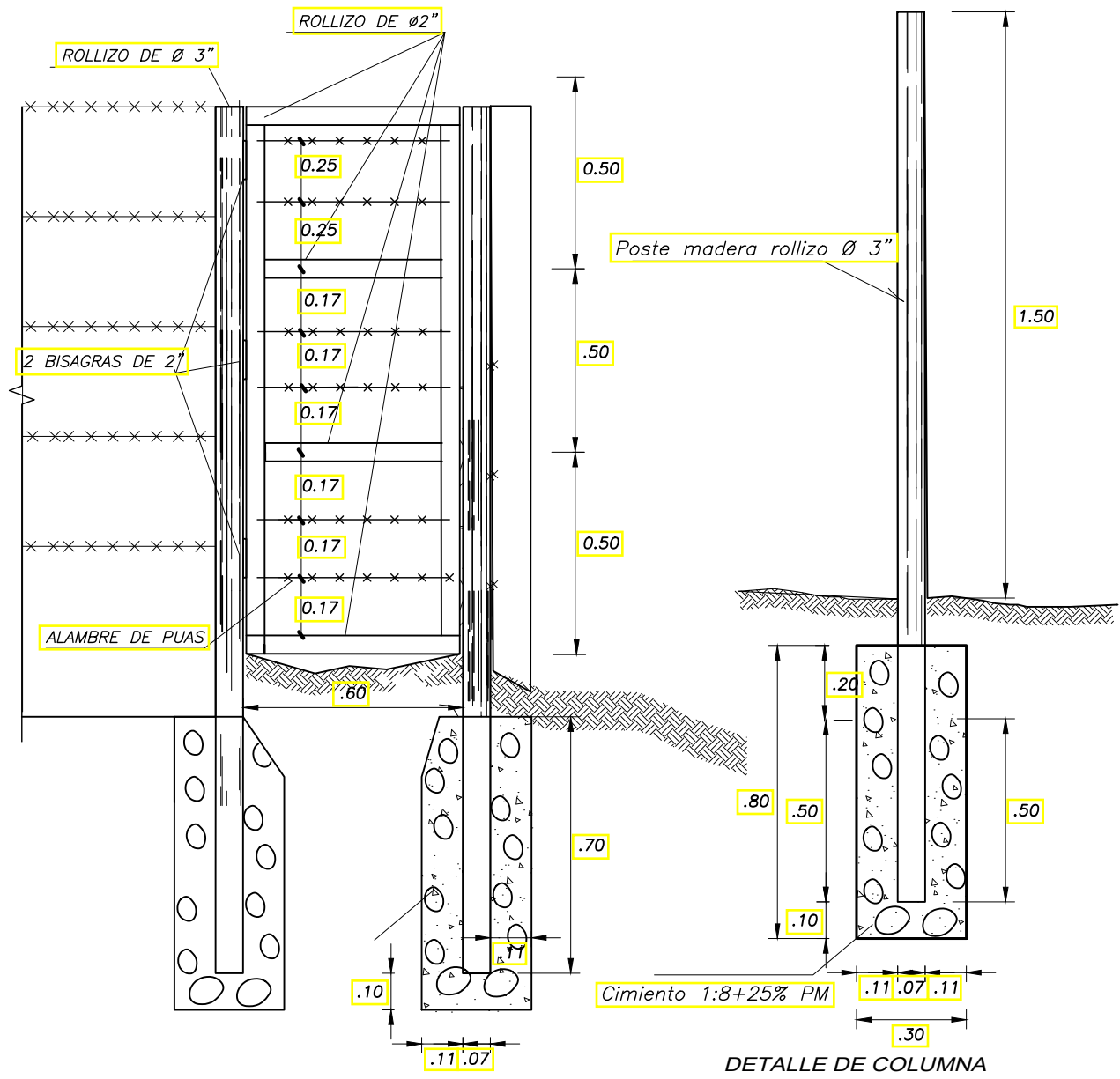


NOTA:
LA PROTECCION DEL TALUD INTERIOR SERÁ TODO EL PERIMETRO DEL ESPEJO DE AGUA CON UN ANCHO DE 1.50M Y ESPESOR DE 0.15M, SERÁ REVESTIDO DE CONCRETO F'C210KG/CM2.

REVESTIMIENTO PARA RAMPAS Y TALUD INTERIOR SERÁ:
REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:
1era. CAPA : MESCLA CEMENTO ARENA 1:5 cm ACABADO RAYADO
2da. CAPA : A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA, 1:3 ESPESOR 5mm ACABADO FROTACHADO
EN AMBAS CAPAS SE UTILIZAN ADITIVO INPERMEABILIZANTE SIKA 1 o SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

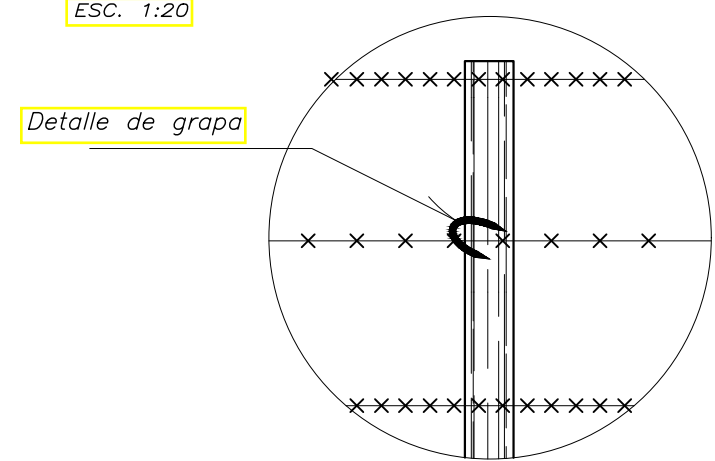


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
	PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"		
UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO	PLANO: RAMPA DE ACCESO, PROTECCION TALUD INTERIOR	LAMINA RT-01	
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS	DISEÑO: Y. L. B.	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO 2020
TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU			



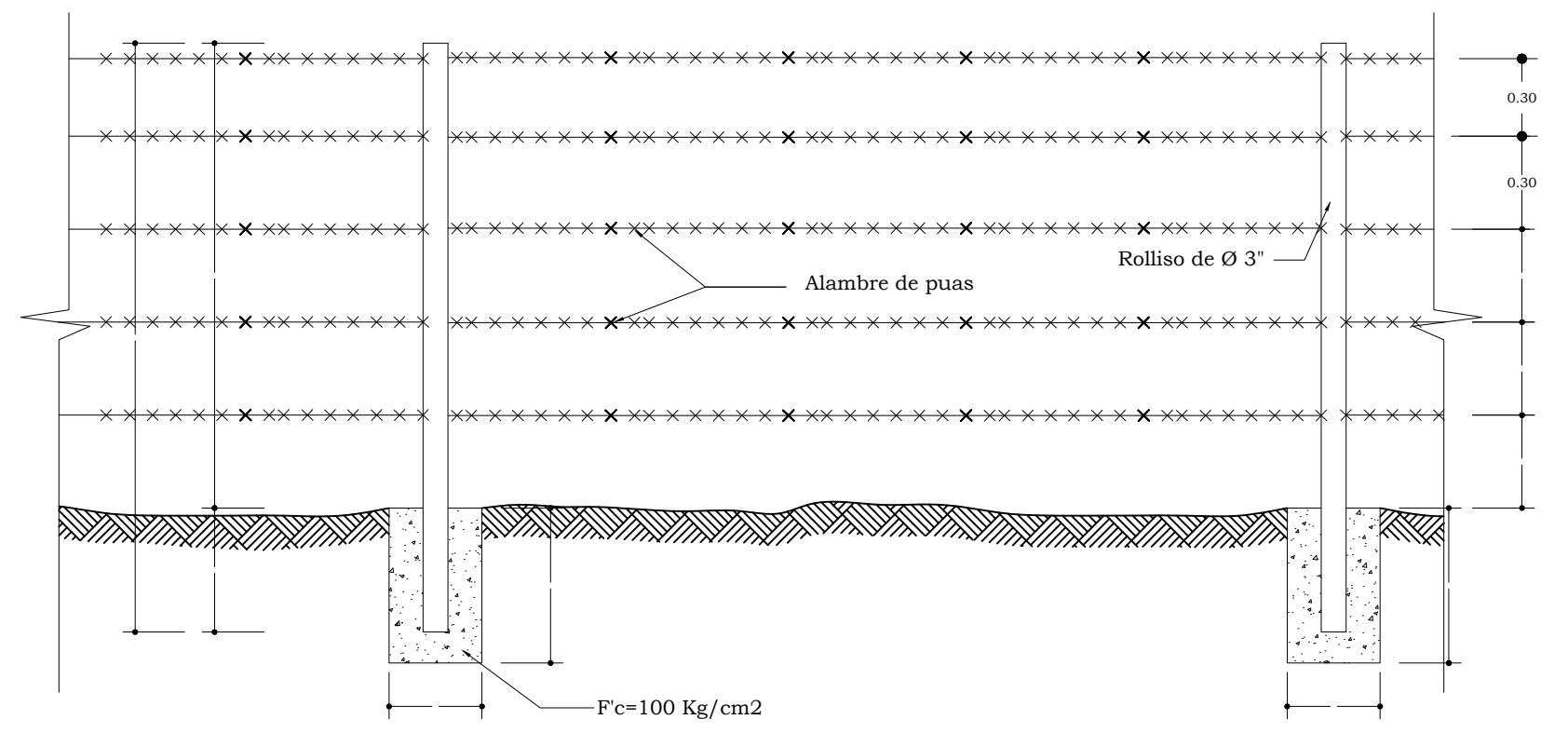
DETALLE DE PUERTA RUSTICA
ESC. 1:20

DETALLE DE COLUMNA
ESC. 1:20



DETALLE DE GRAPA
ESC. 1:20

DETALLE 02
DETALLE DE CERCO PERIMETRICO
ESC 1:25



		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA		
PROYECTO: "CAPACIDAD DE REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN DOS TEMPORADAS Y REDISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DE PICHIWILLCA, AYACUCHO - 2019"				
UBICACION: ANEXO : PICHIWILLCA DISTRITO : SAMUGARI PROVINCIA : LA MAR REGION : AYACUCHO		PLANO: DETALLE CERCO PERIMÉTRICO		LAMINA CP-01
EVALUADORES: JURADOS DEL TESIS		TESISTA: BACH. YEMERSON LAPA BENDEZU		
DISEÑO: Y. L. B.		ESCALA: INDICADA		FECHA: MAYO 2020