

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
“DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA Y OBRAS SANITARIAS”



**“DIAGNOSTICO TÉCNICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DE LA POBLACIÓN DEL VALLE DE
LA CONCEPCIÓN DEL MUNICIPIO DE URIONDO –
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN”**

Elaborado por:

JAVIER JAIME QUISPE JURADO

SEMESTRE II / GESTIÓN 2018

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme dado la vida, entendimiento, salud, sabiduría, y ayudarme a iluminar mi camino y mis metas, a mis Padres Facundo Quispe (+) y Teolinda Jurado, a mi hermano Elvis Quispe, a Amanda y a mi hija Emily quienes me guiaron por el camino correcto y fueron los actores fundamentales para que culmine mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y permitir que llegue a cumplir este anhelado objetivo.

A mis padres y a todos mis familiares por el amor que me brindaron sus sacrificios, su amistad y por el ejemplo que de una u otra manera me dieron.

A la universidad Autónoma Juan Misael Saracho por acogerme en todo este tiempo de formación académica.

A mi docente de proyecto, tribunales y demás docentes de la Carrera de Ingeniería Civil, por fundar en cada uno de nosotros las bases académicas para saber desenvolvernos en la vida profesional.

A todos mis compañeros y amigos que siempre estuvieron para ayudarme acompañarme en todo este tiempo.

A TODOS MUCHÍSIMAS GRACIAS.

PENSAMIENTO

El falta de corazón ha despreciado a su semejante y no lo ha escuchado, pero el hombre de sabiduría amplia es uno que guarda silencio pues incluso el tonto que guarda silencio es considerado sabio (Anónimo).

CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES.....	1
1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1. Descripción del problema	3
1.2.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos Generales y Específicos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Alcances y limitaciones	5
1.4.1. Alcances	5
1.4.2. Limitaciones.....	5
1.5. Justificación	6
1.6. Hipótesis	6
CAPÍTULO II	7
MARCO REFERENCIAL	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Aguas residuales	7
2.2. Tipos de aguas residuales	7
2.3. Caracterización de las aguas residuales.....	9
2.4. Características cuantitativas y cualitativas	12
2.5. Tratamiento de las aguas residuales	12
2.6. Métodos de tratamiento de las aguas residuales.....	13
2.6.1. Tratamiento preliminar o pre-tratamiento.....	14

2.6.2. Tratamientos primarios	16
2.6.3. Tratamientos secundarios.....	23
2.6.4. Tratamientos terciarios.....	28
2.7. Desinfección	35
2.8. Producción de lodos.....	38
2.8.1. Estabilización de lodos	39
2.8.2. Aprovechamiento y disposición.....	41
2.9. Parámetros básicos de diseño de plantas de tratamientos de aguas residuales.....	41
2.10. Medición de caudal.....	42
2.11. Estudios de caracterización del agua residual	42
2.12. Mantenimiento y operación de sistemas de tratamientos de aguas residuales	46
2.12.1. Mantenimiento	46
2.12.2. Operación.....	47
CAPÍTULO III	48
3.1. MARCO LEGAL	48
3.2. Marco Institucional.....	54
3.3. Marco Normativo	59
CAPÍTULO IV	62
DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN.....	62
4.1. Ubicación Geográfica del Municipio de Uriondo	62
4.2. Hidrografía del valle de la Concepción	63
4.3. Descripción Física del Área del Proyecto.....	64
4.4. Estudios básicos.....	65
4.4.1. Estudios socioeconómicos	65

4.4.2. Aspectos Demográficos	67
4.4.3. Aspectos Socioeconómicos.....	70
4.4.4. Agua Potable.....	71
4.4.5. Alcantarillado Sanitario	73
4.5. Descripción de la planta de tratamiento de aguas Residuales del valle de la concepción.....	75
4.6. Ubicación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales del valle de la concepción del municipio de Uriondo.....	78
4.7. Acceso a la Zona del Proyecto	78
4.8. Descripción del tratamiento.....	79
4.9. Producción y Sistema de manejo de aguas residuales de la planta de tratamintos de agua residuales de la población del valle de concepción.....	82
CAPÍTULO V	84
DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	84
5.1. Estructura de entrada a la planta de tratamiento de agua residual.....	84
5.2. Tratamiento preliminar	85
5.3. Tratamiento primario.....	87
5.4. Tratamiento secundario	94
5.5. Tratamiento terciario	95
5.6. Cámara del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	97
5.7. Cerco perimetral	98
5.8.-Personal operador.....	99
CAPÍTULO VI	100
ANÁLISIS DEL CAUDAL DE DISEÑO DE LA PTAR ACTUAL	100
6.1. Proyección de la población urbana del municipio de uriondo.....	100

6.2. Cálculo de caudales	101
6.2.1. Cálculo de caudales de acuerdo la Norma Boliviana NB-688 diseño para sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial	101
6.2.2. Caudal según el número de conexiones instaladas al sistema de alcantarillado sanitario.....	107
6.2.3. Caudales aforados en la planta de tratamiento de aguas residuales.....	108
6.2.3.1. Caudales aforados	108
6.3. Comparación de caudales obtenidos por diferentes metodologías	114
CAPÍTULO VII.....	116
ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL DE LA PTAR.....	116
7.1. Los estudios de caracterización del agua residual.....	116
7.2. Caracterización del agua residual	120
7.2.1. Descripción física de las aguas residuales del afluente y efluente de la PTAR.	120
7.2.2. Caracterización fisicoquímicos del afluente.	121
7.2.3. Características fisicoquímicas del efluente	122
7.3. Característica de microbiología del afluente y efluente de los componentes de la PTAR.....	125
7.4. Análisis comparativos de los resultados obtenidos con los valores máximos aceptables de acuerdo a normativa .ley 1333 de medio ambiente.....	126
7.5. La relación DBO5/DQO.....	127
7.6. Análisis del cuerpo receptor	127
CAPÍTULO XIII	129
IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN PTAR	129
8.1. Descripción de los problemas identificado	129

8.2. Descripción del sitio de operación y del operador	131
CAPÍTULO IX	133
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	133
9.1. Análisis de planta de tratamiento de aguas residuales	133
9.2. Desarrollo y descripción de alternativas de PTAR.....	134
9.2.1. Memoria de cálculo del caudal de diseño.....	134
9.2.2.-Parámetros de diseño de alternativas de solución.....	139
9.3. Descripción de los criterios para elegir las alternativas de solución.....	140
9.4. Análisis de factibilidad técnica de los sistemas de tratamiento propuestos.	140
9.4.1.-Alternativas para la selección del sistema de tratamiento.....	140
9.5. Descripción de las 3 alternativas propuestas.....	141
9.6. Selección y justificación de la alternativa seleccionada para el diseño.	153
9.7. Diseño de la alternativa seleccionada.....	154
9.7.1 Pretratamiento	154
9.7.2. Reactor Anaerobio de Flujo a Pistón-RAP	169
9.7.3. Cálculo del filtro anaerobico de flujo ascendente FAFA.....	172
9.7.4. Humedal artificial de flujo de horizontal subsuperficial de totora	174
9.8. Memoria descriptiva del proceso.....	181
CAPÍTULO X.....	183
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	183
10.1. Conclusiones.....	183
10.2. Recomendaciones	185
11. BIBLIOGRAFÍA	187

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los sistemas de tratamiento	32
Tabla 2. Eficiencia de remoción según diferentes autores	36
Tabla 3. Valores máximos admisibles para parámetros en cuerpos receptores	51
Tabla 4. Límites permisibles para descargas líquidas en mg/l (25 parámetros).....	52
Tabla 5. Resumen climatológico	64
Tabla 6. Ocupación y actividad en la zona del proyecto.....	66
Tabla 7. Población estable de la zona urbana del Valle de Concepción	68
Tabla 8. Población flotante diaria.....	69
Tabla 9. Personas en el internado.....	70
Tabla 10. Población estudiantil	71
Tabla 11. Cobertura de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario	75
Tabla 12. Parámetros básicos de diseño de la PTAR.....	76
Tabla 13. Datos de censo 2012 de la población del valle de concepción.....	100
Tabla 14. Caudal de instituciones públicas y privadas.....	106
Tabla 15. Caudal de Centro Vitivinícola Tarija "CEVITA"	106
Tabla 16. Cálculo de caudal según número de conexiones al sistema de alcantarillado	107
Tabla 17. Aforo de caudal de día viernes.....	109
Tabla 18 Aforo de caudal día sábado	110
Tabla 19 Aforo de caudal día domingo	111
Tabla 20. Aforo de caudal día miércoles.....	112
Tabla 21. Resumen de caudales mínimo, medios y máximos.....	113
Tabla 22. Análisis de caudales obtenidos por diferentes métodos	114
Tabla 23. Resultados fisicoquímicos del afluente	121

Tabla 24. Características fisicoquímicas del efluente	122
Tabla 25. Resultados del laboratorios de coliformes fecales	125
Tabla 26. Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de las aguas residuales.....	126
Tabla 27. Características fisicoquímicas del cuerpo receptor rio Camacho.....	128
Tabla 28. Análisis característico fisicoquímica del efluente y cuerpo receptor	128
Tabla 29. Periodos de diseño considerados.....	135
Tabla 30. Población de futura.....	136
Tabla 31. Población de futura.....	136
Tabla 32. Caudales de diseño	139
Tabla 33. Parámetros de diseño de alternativa de solución.....	139
Tabla 34. Porcentaje de remoción de la alternativa 1.....	144
Tabla 35. Porcentaje de remoción de la alternativa 2.....	147
Tabla 36. Porcentaje de remoción de la alternativa 3.....	150
Tabla 37. Resumen de porcentaje de remoción de las 3 alternativas propuestas	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de la constitución del agua residual domestico	12
Figura 2. Tratamiento de aguas residuales	14
Figura 3. Tratamiento preliminar	15
Figura 4. Tratamiento primario	17
Figura 5. Esquema de tanque séptico	18
Figura 6. Esquema de tanque Imhoff	18
Figura 7. Reactor anaeróbico de flujo a pistón RAP	21

Figura 8. Reactor anaeróbico de flujo ascendente - UASB.....	22
Figura 9. Biodegradación microbiana	23
Figura 10. Laguna facultativa.....	24
Figura 11. Filtro anaeróbico de flujo ascendente FAFA	26
Figura 12. Humedal artificial de flujo libre o superficial (HFL).....	30
Figura 13. Humedales de Flujo Sub-superficial (HSS).....	31
Figura 14. Marco Institucional	59
Figura 15. Según recomendación de la norma la Norma:	61
Figura 16. Ubicación del municipio de Uriondo.....	62
Figura 17. Ubicación geográfica del municipio de Uriondo	63
Figura 18. Vista en planta de la red de alcantarillado sanitario	74
Figura 19. Localización satelital del proyecto.....	78
Figura 20. Descripción del tratamiento de la PTAR.	80
Figura 21. Vista en planta de la PTAR.....	81
Figura 22. Croquis de la planta de la PTAR.....	83
Figura 23. Vista en planta del interior del RAP.	88
Figura 24. Vista de perfil del RAP.....	88
Figura 25. Diagrama de flujo de Alternativas PTAR.....	143
Figura 26. Alternativa 1 para la PTAR.....	145
Figura 27. Alternativa 2 para la PTAR.....	148
Figura 28. Alternativa 3 para la PTAR.....	151
Figura 29. Diagrama de flujo de proceso de la alternativa 1.....	182

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Imagen satelital descriptiva de la PTAR.	81
--	----

Fotografía 2	Cuerpo receptor rio Camacho	82
Fotografía 3	Estructura de ingreso	84
Fotografía 4	Fisuras en la estructura de ingreso.....	84
Fotografía 5	Rejillas de cribado	84
Fotografía 6	Ubicación del desarenador.....	86
Fotografía 7	Reactor Anaeróbico de Flujo a Pistón-RAP.	89
Fotografía 8	Estructura del RAP.	90
Fotografía 9	Rejillas desgrasadoras en las primeras cámaras	90
Fotografía 10	Tratamiento al interior del RAP.	91
Fotografía 11	Últimas cámaras del RAP.....	92
Fotografía 12	Cámara de purga de lodos.....	92
Fotografía 13	Efluente del RAP.	93
Fotografía 14	Afluente del filtro anaeróbico de flujo ascendente	94
Fotografía 15	Vista en planta del filtro anaeróbico de flujo ascendente-FAFA	95
Fotografía 16	Humedal artificial de flujo superficial de totora.....	96
Fotografía 17	Cuerpo del humedal artificial de flujo superficial de totora	96
Fotografía 18	Distribución del material de relleno del humedal artificial	97
Fotografía 19	Cámara del efluente de la PTAR.	98
Fotografía 20	Cerco perimetral de alambre púas	98
Fotografía 21	Seguridad industrial del personal de operación	99
Fotografía 22	Toma de muestras del afluente	118
Fotografía 23	Toma de muestras del efluente	119
Fotografía 24	Toma de muestra cuerpo receptor rio Camacho	119
Fotografía 25	Comparación visual entre el afluente y efluente de la PTAR.....	120

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1.	Variación del caudal diario en 24 horas de un día viernes de las aguas residuales.....	110
------------	--	-----

Grafica 2. Variación del caudal diario de 7:00 am a 18:00 pm de un día sábado de aguas residuales.....	111
Grafica 3. Variación del caudal diario de 7:00 am a 18:00 pm de un día domingo de aguas residuales.....	112
Grafica 4. Variación del caudal diario de 7:00 am a 18:00 pm de un día miércoles de aguas residuales.....	113
Grafica 5. DBO5 TOTAL	123
Grafica 6. DQO TOTAL	123
Grafica 7. Solidos Suspendidos Totales	124
Grafica 8. Coliformes fecales.....	125

ANEXOS

ANEXO 1. Precios referénciales para costos de inversión, operación y mantenimientos de sistemas de PTAR.

ANEXO 2. Informes de caracterización de aguas residuales.

ANEXO 3. Reporte fotográfico varios.

ANEXO 4. Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del valle de la concepción.

ANEXO 5. Plano de la planta de tratamiento actual.

ANEXO 6. Plano de la alternativa de solución de la planta de tratamiento de aguas residuales