

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UNA PLANTA
POTABILIZADORA DE AGUA PARA LA POBLACIÓN DE
PADCAYA (TARIJA)**

Por:

JISELA SOLEDAD AGUIRRE FLORES

**Modalidad de graduación (Estudio de Prefactibilidad) presentado a
consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en
Ingeniería Química.**

Octubre de 2020

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M. Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez

DECANO

FAC. CS. Y TECNOLOGÍA

M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA

FAC. CS. Y TECNOLOGÍA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. René Michel Cortés

M. Sc. Ing. Ignacio Velásquez Soza

Ing. Jimena Durán Durán

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi gran guía, a mis padres por su amor y dedicación, porque a través de su esfuerzo me han permitido alcanzar esta meta, a mi hija Alba Tatiana quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

A toda mi familia, por sus buenos deseos y estar presentes en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por concederme salud y fortaleza, a mis padres y familiares por su comprensión y apoyo incondicional. A mis amigos y compañeros de clase.

A mis docentes quienes me guiaron y enseñaron durante toda mi carrera.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

RESUMEN

El presente estudio de prefactibilidad se realizó con el fin de dotar de agua potable a la población de Padcaya, cumpliendo la NB 512, con la idea de establecer una planta potabilizadora, se realizó un estudio de mercado para cuantificar la población consumidora y caracterizar las fuentes de agua.

Para el cual se realizó la toma de muestra de las fuentes de abastecimiento que se utiliza para dotar a la población, con el servicio de distribución de agua.

Luego se determinó la población futura que es de 1947 habitantes, con una dotación diaria de 146.43 l/hab-d de agua potable, también se cuantificó el caudal de la fuente subterránea que es de 8 a 10 l/s mediante bombeo, y en la fuente superficial que es de 4 a 6 l/s en época de lluvia.

Una vez obtenido el resultado de los análisis del agua se logró caracterizar las fuentes para poder seleccionar la tecnología de tratamiento. Seguidamente mediante la NB 689, se realizó el dimensionamiento de los equipos que participan en el proceso de tratamiento convencional.

La capacidad que tendrá la planta potabilizadora es de 342.14 m³/d de agua y se ubicará próximo al Tanque nuevo de almacenamiento de Huacanqui.

Dentro de los análisis económicos se requiere una inversión total de 851658 Bs. Los índices de rentabilidad muestran un Valor Actual Neto (VAN) de 384343 Bs., con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 15.67 %, este valor es mayor a la tasa de actualización y la Razón Beneficio Costo (RCB) es de 1.19. Concluyéndose que el proyecto es factible.

Finalmente se recomienda continuar con el estudio de factibilidad y la ingeniería básica correspondiente, ya que la planta potabilizadora puesta en marcha contribuirá con la generación de empleo, desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de toda la sociedad en general.

ÍNDICE

	Página
ADVERTENCIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Municipio de Padcaya.....	1
Datos históricos de la caracterización del agua.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Justificación.....	5

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Estructura del estudio de mercado.....	6
1.2. Descripción y caracterización del producto y materia prima.....	6
1.2.1. Descripción del producto.....	6
1.2.1.1. Características del producto.....	6
1.2.2. Descripción de la materia prima.....	8
1.2.2.1. Características de la materia prima.....	8
1.3. Análisis de la oferta y demanda del producto.....	13
1.3.1. Oferta del producto.....	13

1.3.2. Demanda del producto.....	14
1.4. Proyecciones de consumo.....	16
1.4.2. Población de diseño – demanda.....	16
1.4.3. Dotación futura de agua.....	18
1.4.4. Caudales de diseño.....	18

CAPÍTULO II

TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

2.1. Tamaño de la planta.....	21
2.2. Localización de la planta.....	23
2.2.1. Los principales factores que determinan la mejor localización.....	23
2.2.2 Evaluación de los factores de localización.....	26

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. Caracterización técnica de la calidad de agua cruda y agua potable.....	28
3.1.1. Calidad del agua cruda.....	28
3.2. Tecnologías de tratamientos de agua potable.....	29
3.2.1. Tipos de plantas de potabilización.....	29
3.3. Selección de tecnología para la potabilización.....	31
3.4. Descripción de las operaciones y procesos unitarios.....	32
3.4.1. Captación del agua.....	33
3.4.2. Desarenador.....	33
3.4.3. Cámara de recolección.....	34
3.4.4. Aireación.....	35

3.4.5. Canaleta parshall.....	36
3.4.6. Proceso de floculación.....	37
3.4.7. Proceso de sedimentación.....	39
3.4.8. Proceso de filtración.....	41
3.4.9. Proceso de desinfección por cloración.....	43
3.4.10. Almacenamiento y distribución de agua potable.....	44
3.4.11. Red de distribución.....	45
3.5. Parámetros de diseño de la planta potabilizadora.....	45
3.5.1. Diseño de las unidades principales de la planta potabilizadora.....	47
3.5.1.1. Diseño del floculador de flujo horizontal.....	47
3.5.1.2. Diseño del sedimentador.....	56
3.6. Mecanismo de coagulación.....	63
3.6.1 Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	64
3.6.2. Prueba de jarras.....	64
3.6.3. Desinfección del agua.....	66
3.7. Consumo de energía.....	68
3.8. Distribución general de la planta.....	68
3.9. Servicios auxiliares.....	69
3.10. Cronograma de ejecución.....	69

CAPÍTULO IV

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

4.1. Inversión del proyecto.....	70
4.1.1. Inversión fija.....	70
4.1.2. Capital de trabajo.....	73
4.1.3. Precio del servicio de agua potable.....	74
4.1.4. Estimación de ingresos y egresos.....	75
4.2. Financiamiento.....	77

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1. Criterios de evaluación.....	78
5.1.1. Valor actual neto (VAN)	78
5.1.2. Tasa interna de retorno (TIR).....	79
5.1.3. Relación costo beneficio (RCB o B/C).....	80
5.2. Aplicación de procedimiento para calcular VAN, TIR y RCB.....	81

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.....	83
6.2. Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Municipio de Padcaya.....	2
Figura I-1. Barrios de la localidad de Padcaya	15
Figura I-2. Red de agua de la localidad de Padcaya	15
Figura II-1. Ubicación de las fuentes	24
Figura II-2. Análisis de alternativas	25
Figura III-1. Esquema de la planta de potabilización con tecnología convencional... 32	
Figura III-2. Toma de agua tipo azud	33
Figura III-3. Desarenador.....	34
Figura III-4. Cámara de recolección	34
Figura III-5. Torre de aireación.....	35
Figura III-6. Resalto hidráulico.....	36
Figura III-7. Canal de parshall	36
Figura III-8. Coagulación/floculación.....	37
Figura III-9. Floculador hidráulico horizontal de flujo horizontal.....	39
Figura III-10. Unidad del sedimentador.....	41
Figura III-11. Filtración rápida	42
Figura III-12. Esquema de cámara de contacto.....	43
Figura III-13. Tanque de almacenamiento	45
Figura III-14. Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$	64
Figura III-15. Ensayo de jarras	65
Figura III-16. Curva de la Demanda de Cloro	67
Figura III-17. Planta potabilizadora	68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla I-1. Parámetros necesarios a analizar	7
Tabla I-2. Procedimiento de muestreo para análisis fisicoquímico y microbiológico..	9
Tabla I-3. Resultados de los análisis del control de calidad del agua subterránea	10
Tabla I-4. Resultados de los análisis del control de calidad del agua superficial	12
Tabla I-5. Cantidad y calidad de servicio.....	14
Tabla I-6. N° de usuarios.....	14
Tabla I-7. Aplicación de los métodos de cálculos.....	17
Tabla I-8. Variación de los parámetros de diseño hasta el año 2039	20
Tabla II-1. Tamaño de la planta	22
Tabla II-2. Selección de alternativas de localización.....	27
Tabla III-1. Parámetros contaminantes presentes en las fuentes.....	28
Tabla III-2. Selección de tecnología	31
Tabla III-3. Dimensiones de la unidad de un floculador.....	38
Tabla III-4. Parámetros adicionales	38
Tabla III-5. Dimensiones del sedimentador	39
Tabla III-6. Ecuaciones para la determinación del caudal	46
Tabla III-7. Resumen de cálculo del caudal de diseño.....	46
Tabla III-8. Dimensiones de la cámara de entrada del floculador	49
Tabla III-9. Dimensiones de la unidad de floculación	53
Tabla III-10. Parámetros adicionales	55
Tabla III-11. Caudal de diseño.....	57
Tabla III-12. Dimensiones del sedimentador	63

Tabla IV-1. Inversión terreno.....	70
Tabla IV-2. Costo de la obra civil.....	71
Tabla IV-3. Inversión en maquinaria y equipos.....	72
Tabla IV-4. Inversiones mobiliario y equipos auxiliares	72
Tabla IV-5. Inversiones fija tangible	73
Tabla IV-6. Capital de trabajo.....	73
Tabla IV-7. Resumen de la inversión total.....	74
Tabla IV-8. Precios del agua potable	74
Tabla IV-9. Ingresos económicos	75
Tabla IV-10. Egresos económicos	76
Tabla IV-11. Estructura de financiamiento.....	77
Tabla V-1. Resumen de flujo financiero.....	82
Tabla V-2. Calculo del VAN, TIR Y B/C.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS

COAPA	Comité de agua potable y alcantarillado sanitario de Padcaya
EPSA	Empresa pública social de agua
CEANID	Centro de análisis investigación y desarrollo
COSSALT	Cooperativa de servicio de agua y alcantarillado de Tarija
PERIAGUA	Programa para servicios sostenibles de agua potable y saneamiento en áreas periurbanas
SETAR	Servicios eléctricos de Tarija
INE	Instituto nacional de estadística
NB 512	Reglamento control de calidad del agua para consumo
NB 689	Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable
NB 495	Agua potable - Definiciones y terminología
NB 496	Agua potable - Toma de muestras
OMS	Organización mundial de la salud
UCV	Unidad de color verdadero
UNT	Unidad nefelometría de turbiedad
NMP	Número más probable
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Pf	Población de diseño	hab.
Df	Dotación futura	l/hab-d
Qmd	Caudal medio diario	l/s
Qmáx.d	Caudal máximo diario	l/s
Q	Caudal de diseño	m ³ /s
t	Tiempo	s
v	Velocidad	m/s
A	Área	m ²
h	Altura	m
b	Ancho	m
L	Largo	m
a	Separación entre placas	m
e	Separación entre la placa y el canal	m
R	Radio hidráulico	m
G	Gradiente de velocidad	s ⁻¹
i	Tasa de descuento	%
Io	Inversión inicial	Bs.
TIR	Tasa interna de retorno	%
VAN	Valor actual neto	Bs.