



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamiento Humanos aledaños, Pasco, 2016”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR:

Inga Rengifo Elea Neolita

ASESOR:

Dr. Elmer G. Benites Alfaro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

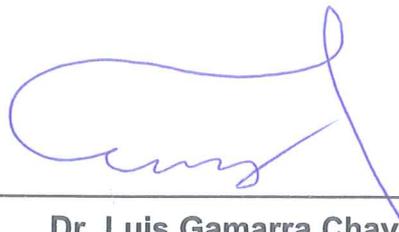
LIMA – PERÚ

2016-II

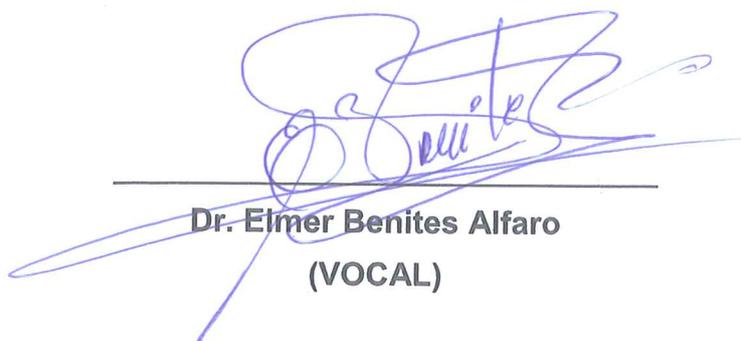
PÁGINA DEL JURADO



**Dr. Antonio Delgado Arenas
(PRESIDENTE)**



**Dr. Luis Gamarra Chavari
(SECRETARIO)**



**Dr. Elmer Benites Alfaro
(VOCAL)**

DEDICATORIA

Dedico la tesis a mis padres, Neolita y Hugo, quienes han me han formado con mucha cariño, respeto, buenos hábitos y valores, lo que me ha ayuda a superarme como persona y profesional, buscando lo mejor en mi camino, y a mi Axel que con su ternura me da fuerzas para seguir

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por ser mi alma mater, por la formación académica y la facilidad con los materiales para el desarrollo de mi tesis.

A mi asesor Dr. Elmer Benites, por su constante apoyo en cada parte de mi tesis, compartiendo sus conocimientos, siendo mi profesor guía.

A los profesores Miguel Ángel Pérez Pérez, Daniel Cárnedas y al Ing. Eloy Cuellar por haberme brindado su apoyo con sugerencias.

A mi compañera y amiga Sandy, por su apoyo incondicional, en el recojo de mis muestras y moralmente.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **ELEA NEOLITA INGA RENGIFO** con DNI N° 70883008, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestran en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 de Diciembre del 2016.



INGA RENGIFO, Elea Neolita

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada **“Modelo dinámico de sistemas para determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha por vertimiento de aguas residuales de los Asentamiento Humanos aledaños, Pasco, 2016”** con la finalidad de determinar la calidad de agua en la Laguna Patarcocha debido a los vertimiento de aguas residuales de los Asentamiento Humanos aledaños por dinámica de sistemas al año 2026, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	xiii
ABSTRAC	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos	2
1.3. Teorías relacionadas	6
1.4. Formulación del problema.....	13
1.5. Justificación del estudio	13
1.6. Hipótesis	14
1.7. Objetivo.....	14
II. MÉTODO	14
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	14
2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	15
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	17
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	18
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	19
III. RESULTADOS.....	26
IV. DISCUSIÓN	48
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. PROPUESTAS	51
ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	56
ANEXO 2: Ficha de observación	57

ANEXO 3: Lagunas con Batimetría en la Cordillera Blanca, Huayhuash, Raura y Hualltapallana.....	58
ANEXO 4: Departamento Pasco: población total proyectada y ubicación geográfica de la capital legal, según provincia y distrito, 2015.	56
ANEXO 5: Mapa hidrográfico	57
ANEXO 6: Estándar de calidad de agua D.S. N°015-2015-MINAM 58 ANEXO 3: Lagunas con Batimetría en la Cordillera Blanca, Huayhuash, Raura y Hualltapallana.....	58
ANEXO 7: Evidencias fotográficas.	56
ANEXO 8: Data del modelo dinámico con Stella	57
ANEXO 9: Ensayo de laboratorio	58
ANEXO 10: Fichas de validación	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1. Operacionalización de Variables	16
Cuadro N°2. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo	18
Cuadro N°3. Datos de para curva de calibración de nitratos.....	23
Cuadro 4. Calibración de fósforo total	24
Cuadro 5. Resultado de sólidos suspendidos totales de laboratorio	26
Cuadro 6. Resultados de pH	27
Cuadro 7. Resultados de DBO ₅	29
Cuadro 8. Resultados de concentración de nitratos.....	30
Cuadro 9. Resultado de concentración de fósforo total.....	31
Cuadro 10. Resultados de coliformes totales.....	32
Cuadro 11. Resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna Patarcocha en el 2010.....	32
Cuadro 12. Resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna Patarcocha en el 2011.....	33
Cuadro 13. Resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna Patarcocha en el 2016.....	33
Cuadro 14. Precipitación y Temperatura anual	33
Cuadro 15. Caudal de aguas residuales	34
Cuadro 16. Población proyectada que afecta la Laguna Patarcocha.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lagunas con Batimetría en la Cordillera Blanca, Huayhuash, Raura y Hualltapallana.....	57
Tabla 2. Departamento Pasco: población total proyectada y ubicación geográfica de la capital legal, según provincia y distrito, 2015.	58
Tabla 3. Estándar de calidad de agua D.S. N°015-2015-MINAM.....	60
Tabla 4. Estándar de calidad de agua D.S. N°015-2015.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Curva de calibración de nitratos.....	23
Gráfico 2. Comparación de sólidos suspendidos totales con ECA.....	27
Gráfico 3. Comparación de pH de las muestras con ECA.....	28
Gráfico 4. Comparación de DBO con los ECAS.....	29
Gráfico 5. Comparación de resultados de nitratos con ECA	30
Gráfico 6. Comparación de resultados fósforo total con ECA	31
Gráfico 7. Modelación del caudal de las aguas residuales 2010-2026.....	41
Gráfico 8. Modelación del caudal de las aguas residuales 2010-2026	42
Gráfico 9. Coliformes totales 2010-2026	43
Gráfico 10. Comportamiento de los fósforo total y nitratos 2010-2026.....	44
Gráfico 11. Comportamiento de los oxígeno disuelto y DBO ₅ , 2010-2026	45
Gráfico 12. Comportamiento del pH de la Laguna desde 2010-2026.....	46
Gráfico 13. Comportamiento de la temperatura desde 2010-2026.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelación de población con software Stella	10
Figura 2. Vista satelital de Laguna Patarcocha	17
Figura 3. Diagrama de Forrester	36
Figura 4. Modelo del crecimiento poblacional de los asentamientos aledaños de la Laguna Patarcocha	37
Figura 5. Modelo del caudal de aguas residuales	38
Figura 6. Modelo de los parámetros microbiológico de la Laguna Patarcocha	39
Figura 7. Modelo de los fisicoquímicos de la Laguna Patarcocha.....	40
Figura 8. Toma de muestra del primer punto	62
Figura 9. Toma de muestra del segundo punto	62
Figura 10. Toma de muestra del tercer punto	63
Figura 11. Toma de muestra del cuarto punto	63
Figura 12. Ducto de salida de aguas residuales.....	64
Figura 13. Descarga de aguas residuales	64
Figura 14. Tubería que lleva aguas residuales de las viviendas a la Laguna	65
Figura 15. Residuos sólidos en la Laguna Patarcocha	65

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa hidrográfico.....	74
Mapa de ubicación.....	81

RESUMEN

La tesis fue realizada con el fin de mostrar el comportamiento dinámico del conjunto de parámetros que miden la calidad de agua de Laguna Patarcocha con el software Stella, frente a los vertimientos de aguas residuales, que genera la población aledaña en un periodo de diez años. Para obtener los datos actuales se subdividió por cuatro puntos de la Laguna, considerando los siguientes parámetros indicadores de afectación para la medición de la calidad de agua: sólidos suspendidos, pH, DBO, oxígeno disuelto, nitratos, fósforo total, coliformes totales, ajustados al índice de calidad de agua (ICA), y comparados con los estándares de calidad en la categoría 4 del MINAM.

En los resultados obtenidos se tiene que el caudal de los vertimientos de aguas residuales aumentará debido al crecimiento poblacional de los asentamientos humanos cercanos que se proyecta según los datos del INEI, considerando que el caudal inicial (2010), es de 8.97 L/s llegando a ser hasta 10.2 L/s (2026), deteriorando gradualmente la calidad de agua de la Laguna Patarcocha representado mediante un modelo dinámico de sistemas, Pasco, en el año 2026. Y que el crecimiento de la población tendrá un comportamiento ascendente hasta el 2026 generando alteración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la Laguna, por lo que los nitratos aumentaran, en cambio los fósforo total con concentración de 78 mg/l del 2010 tiene una variación llegando a tener una concentración de 68 mg/l en el 2026, estimulando al crecimiento de los microorganismos siendo en 1200 en el año 2010. Siendo en su conjunto los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, elementos de medición de la calidad de agua de la Laguna Patarcocha se verá afectada cuan más vertimiento de aguas residuales reciba, demostrado en un modelo de dinámica de sistemas al año 2026.

Palabras claves: Calidad de agua, contaminación, modelo dinámico, software Stella, vertimiento aguas residuales domésticas.

ABSTRAC

The thesis was carried out to determine that the wastewater discharged by the surrounding population in Lagoon Patarcocha, gradually deteriorating water quality in the district of Chaupimarca until 2026, through a dynamic model processed in Stella software. To obtain the current data, the lagoon was subdivided by four points, 9 liters of water were taken, the following parameters being analyzed: suspended solids, pH, BOD, dissolved oxygen, total organic carbon, nitrates, phosphates, total coliforms, oils and fats, Adjusted to the water quality index (ICA), and compared to the quality standards in category 4 of MINAM; Who were considered as the indicators of the impact of water quality: Population pollution index.

The purpose of the dynamic modeling in Laguna Patarcocha is to know the variations that have the quality of water in front of the discharges of waste water and removal of the same ones.

The results obtained were that the flow of the wastewater discharges increased due to the population growth of the nearby human settlements that is projected according to INEI data, considering that the initial flow (2009), is 8 L / s, becoming Up to 9.5 L / s (2026), gradually deteriorating the water quality of the Patarcocha Lagoon represented by a dynamic model of systems, Pasco, in the year 2026. And that Population growth, generate alteration of physicochemical and microbiological parameters Of the water of the lagoon, so that the nitrates increased, in contrast the phosphates that a concentration of 78 mg / l of 2009 decreasing to 10 mg / l in 2026, stimulating to the growth of the microorganisms being in 1200 in the year 2009 , Being all the parameters, elements of measurement of the state of the water quality, that will gradually affect the quality of water of the Lagoon Patarcocha, demonstrated in a simulation of a system dynamics model to the year 2026.

Key words: Water quality, risk, pollution, dynamic model, Stella software, sewage