



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**“EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA GENERADO  
POR ENERGÍA SOLAR PARA REDUCIR COLIFORMES Y SÓLIDOS  
TOTALES DE AGUAS CONTAMINADAS, PUERTO INCA- HUÁNUCO,  
2014”.**

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

**AUTOR:**

**Rojas Terrones, Elard**

**ASESORA:**

**Mag. Ing. Suárez Alvites Haydeé**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Sistemas de Gestión Ambiental**

**LIMA - PERÚ**

**2014-II**

## **Página del Jurado**

---

**Mg. Rosa Deifilia Rodríguez Anaya**  
**(Presidente)**

---

**Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores**  
**(Secretario)**

---

**Mg. Haydee Suarez Alvites**  
**(Vocal)**

## DEDICATORIA

A mi madre María Gloria por ser madre y padre, amiga y enseñarme a vivir la vida.

A mi padre por darme la vida.

A mi hermana Nataly por darme la dicha de ser su hermano.

A toda mi familia por el apoyo brindado y amistades por la motivación constante.

A todos los docentes que contribuyeron en mi formación y en especial a los que apoyaron este proyecto.

A mi tierra hermosa Puerto Inca, que viendo la problemática es como nació esta investigación.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, su amor infinito y por darme las fuerzas para poder seguir adelante a pesar de las adversidades y superarlas.

A Mis Padres, por ser mi guía, y el apoyo para lograr mis metas.

A los Profesores que me apoyaron en esta investigación entre ellos:

Juan Medina Collana, por el incentivo, el apoyo para el desarrollo técnico de la investigación.

Rosa Rodriguez Anaya, por el apoyo metodológico.

Haydeé Suárez Alvites, Por el tiempo brindado para el soporte de esta investigación.

Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores por su incentivo y apoyo para que esta investigación fuera mejorando.

### Instituciones

Universidad cesar vallejo, por la formación académica.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo ELARD ROJAS TERRONES con DNI N° 46740611, 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 presenta 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, Diciembre del 2014

**ELARD, ROJAS TERRONES**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA GENERADO POR ENERGÍA SOLAR PARA REDUCIR COLIFORMES Y SÓLIDOS TOTALES DE AGUAS CONTAMINADAS, PUERTO INCA- HUÁNUCO, 2014”., la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

**ELARD ROJAS TERRONES**

## ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES	Páginas
Página del Jurado	li
Dedicatoria	lii
Agradecimiento	lv
Declaratoria de autenticidad.	v
Presentación.	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Justificación	4
Marco teórico	5
1.1. Problema	28
1.1.2. Problema General	29
1.1.3. Problema específico	29
1.2. Objetivos	29
1.2.1. Objetivo General	29
1.2.2. Objetivo específico	29
II. MARCO METODOLOGICO	30
2.1. Hipótesis	30
2.1.1. Hipótesis General	30
2.2. Variables	30
2.2.1. Independiente	30
2.2.2. Dependiente	30
2.3. Operacionalización de variables	31
2.4. Metodología	32
2.5. Tipos de estudio	35
2.6. Diseño de investigación	36
2.7. Población y muestra	36
2.7.1. Población	36
2.7.2. Muestra	36
2.7.3. Criterios de selección	36
2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
2.9. Métodos de análisis de datos	37
2.10. Aspectos éticas	38
III. RESULTADOS	38
Diagnóstico situacional	38
Procedimiento de recolección de datos de la Nasa	39
Demanda de agua de la vivienda unifamiliar rural del fundo pan de azúcar	43
Cálculo de requerimiento del sistema de tratamiento	43
Cálculo de la potencia de los Paneles FV	44
Cálculo de la capacidad de las baterías	45

Cálculo del controlador de carga	45
Diseño realizado del sistema de ósmosis inversa	46
Lista de materiales y costo con los que se realizó el sistema	48
Instalación del sistema	49
Funcionamiento del sistema de tratamiento de agua mediante osmosis inversa	52
Muestreo preliminar de la calidad del agua para consumo humano	53
Muestreo post tratamiento de la calidad del agua para consumo humano	54
Análisis de resultados	56
IV. DISCUSIÓN	57
V. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	62

## DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA N° 01 Plano de ubicación de la Provincia de Puerto Inca	6
FIGURA N° 02 Característica de la población de la Provincia de Puerto Inca	8
FIGURA N° 03 Distribución en la Hidrosfera	11
FIGURA N° 04 Ósmosis	12
FIGURA N° 05 Ósmosis inversa	12
FIGURA N° 06 Rangos de filtración de diferentes tipos de membranas	13
FIGURA N° 07 Membrana en espiral	15
FIGURA N° 08 Membrana de fibra hueca	16
FIGURA N° 09 Esquema del proceso de la ósmosis inversa	17
FIGURA N° 10 Atlas solar del Perú	19
FIGURA N° 11 Componentes de la radiación total incidente sobre una superficie inclinada	21
FIGURA N° 12 Curva de irradiación (G) la HPS o DS	22
FIGURA N° 13 Panel solar	22
FIGURA N° 14 Influencia de la radiación	23
FIGURA N° 15 Diseño de investigación	32
FIGURA N° 16 Diagrama del sistema de tratamiento de agua	33
FIGURA N° 17 Diseño del sistema de tratamiento de agua	34
FIGURA N° 18 Diseño de investigación	36
FIGURA N° 19 Ubicación del fundo Pan de Azúcar	38
FIGURA N° 20 Diagnostico del lugar fundo	39
FIGURA N° 21 Ingreso a la página de la Nasa	39
FIGURA N° 22 Página de la Nasa data tables for particular location	40
FIGURA N° 23 Página de la Nasa latitude y longitude	40
FIGURA N° 24 Página de la Nasa parámetros	41
FIGURA N° 25 Página principal de la Nasa tabla de datos	41
FIGURA N° 26 Promedio de precipitación mensual en el fundo Pan de Azúcar	43
FIGURA N° 27 Plano de tallado del sistema de tratamiento de agua realizado	47
FIGURA N° 28 Acondicionamiento del espacio de instalación	49
FIGURA N° 29 Armado del primer nivel	50
FIGURA N° 30 Armado del segundo nivel	50
FIGURA N° 31 Instalación del Panel solar	51
FIGURA N° 32 Instalaciones de los accesorios a la estructura	52
FIGURA N° 33 Instalación y funcionamiento completa del sistema	52
FIGURA N° 34 Porcentaje de remoción de coliformes totales	56
FIGURA N° 35 Porcentaje de remoción de sólidos totales	56

## ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
TABLA N° 01 POBLACIÓN DE LA PROVINCIA DE PUERTO INCA	8
TABLA N° 02 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE	31
TABLA N° 03 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
TABLA N° 04 INSOLACIÓN EN EL FUNDO PAN DE AZÚCAR	42
TABLA N° 05 INSOLACIÓN EN EL FUNDO PAN DE AZÚCAR DÍAS DESPEJADOS	42
TABLA N° 06 HORAS LUZ EN EL FUNDO PAN DE AZÚCAR DÍAS DESPEJADOS	42
TABLA N° 07 TABLA DE DATOS DE LAS BOMBAS DE AGUA	44
TABLA N° 08 LISTA DE MATERIALES Y COSTO	48
TABLA N° 09 COSTO DE TRASLADO DE MATERIALES	48
TABLA N° 10 MUESTRA N°1	53
TABLA N° 11 MUESTRA N°2	53
TABLA N° 12 PROMEDIO DE LA MUESTRA 1 Y 2 ANÁLISIS PRE TRATAMIENTO	54
TABLA N° 13 MUESTRA N° 1 DE POS TRATAMIENTO	54
TABLA N° 14 MUESTRA N° 2 DE ANÁLISIS POST TRATAMIENTO	54
TABLA N° 15 PROMEDIO DE LA MUESTRA 1 Y 2 ANÁLISIS POS TRATAMIENTO	55

## RESUMEN

El presente estudio de investigación basó su objetivo en la eficiencia del sistema de tratamiento de agua utilizando la técnica de ósmosis inversa el cual se basa en obtener agua purificada partiendo de un caudal de agua que está impura por medio de la aplicación de presión para forzar el paso del agua a través de una membrana semipermeable en sentido contrario al que ocurre en la ósmosis. Por lo cual es sistema se abasteció de energía solar para lograr el proceso de filtración y obtener agua potabilizada, para la población rural de la Provincia de Puerto Inca Departamento de Huánuco, se tomó como muestra una unidad Familiar del fundo Pan de Azúcar que utiliza agua de pozo para consumo humano. La eficiencia del diseño del sistema de tratamiento de agua se realizó por el método experimental, abastece a la demanda de agua para consumo doméstico de la unidad familiar de acuerdo a la cantidad de agua necesaria por persona al día según a la Organización Mundial de la Salud, el sistema eléctrico del sistema de tratamiento es abastecida en su totalidad por energía solar mediante celdas fotovoltaicas policristalina tiene un funcionamiento óptimo en el lugar. En cuanto a la calidad de agua se analizó los siguientes indicadores, análisis de agua para coliformes totales con la cantidad de 11,0 NMP/100mL y sólidos totales en 42.55ppm antes y después del tratamiento los coliformes totales se redujo a 0 NMP/100mL y sólidos totales en 11.57ppm. con la cual se determinó el grado de remoción del tratamiento de agua las cuales indico el 100% de Coliformes totales y el 73% para sólidos totales.

Palabra clave: tratamiento de agua, ósmosis inversa, energía solar.

## ABSTRACT

This research study based its target efficiency water treatment system using the reverse osmosis technique which is based on the basis of purified water to obtain a flow of water that is impure by applying pressure to force passing the water through a semipermeable membrane in the opposite direction to what occurs in the osmosis. Therefore it is system were supplied with solar energy to achieve the filtration process and get drinkable water for the rural population of the Province of Puerto Inca Department of Huánuco, was sampled a Family unit founded Sugarloaf using water Well for human consumption. The efficiency of the system design water treatment was performed by the experimental method, caters to the demand for water for domestic household consumption according to the amount of water required per person per day according to the World Health Organization The electrical system of the treatment system is supplied entirely by solar energy using photovoltaic cells polycrystalline is functioning optimally in place. As for the following water quality indicators, water analysis for total coliforms 11.0 with the amount of NMP / 100 mL and total solids in 42.55ppm analyzed before and after treatment total coliforms fell to 0 MPN / 100ml and total solids in 11.57ppm. With which the degree of removal of water treatment which indicated 100% of total coliforms and 73% for solid totales.ds was determined.

**Keyword:** water treatment, reverse osmosis and solar energy.