



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DE PAPEL TISSUE Y SU IMPACTO EN LOS  
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PAPELERA REYES S.A.C.**

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

**AUTORA:**

**MORALES DEVILLE MILAGROS ALMENDRA**

**ASESOR:**

**Dr. MONTOYA MOLINA JULIO RAUL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**LIMA-PERÚ**

**2015 – II**

.....

**PRESIDENTE**

.....

**SECRETARIO**

.....

**VOCAL**

A Dios, por protegerme siempre de todo mal y darme la fuerza necesaria para seguir adelante sin dejarme vencer por los obstáculos.

A mis padres, por el apoyo incondicional que me brindan día a día para poder cumplir mis metas y así ser cada día una mejor persona, mejor hija y excelente profesional.

A mi novio, por estar siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, por todo el amor que me brinda y por comprenderme en este proceso de culminación de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, por darme la vida y la inteligencia para poder superar todos los obstáculos que se me presenten en el camino y poder seguir adelante, por darme el apoyo y las fuerzas para superar cualquier problema y por darles la vida a mis padres y hermanos.

A MIS PADRES, Eleuterio Morales y América Deville; por brindarme su apoyo, su confianza y sobre todo por haberme comprendido en momentos difíciles, por guiarme y mostrarme el camino correcto a seguir, porque ellos han sido los mejores maestros que he tenido y todo lo que soy se lo debo a ellos.

A MI NOVIO, Paulo Araya por ser la persona indicada para acompañarme durante toda mi vida, por amarme como yo a él, por cuidarme y protegerme en todo momento.

A MIS MAESTROS, por transmitirme sus conocimientos durante 5 años y así poder desarrollarme como Ingeniera Industrial a lo largo de mi vida laboral.

**MORALES DEVILLE MILAGROS ALMENDRA**

*Jamás habría tenido éxito en la vida si no hubiera prestado a la cosa más mínima la misma atención y el cuidado que he prestado a la más importante.*

Charles Dickens

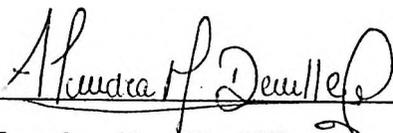
## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Milagros Almendra Morales Deville** con DNI N° **48238318**, 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 Académica Profesional de **Ingeniería Industrial**, 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 la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Septiembre del 2015



---

**Morales Deville Milagros Almendra**

## PRESENTACIÓN

El presente proyecto de Tesis, el cual lleva como título “Tratamiento de agua residual del proceso de fabricación de papel Tissue y su impacto en los costos de producción de Papelera Reyes S.A.C.” tiene como finalidad mostrar la solución más viable para reducir los costos de producción en Papelera Reyes S.A.C.; una empresa dedicada a la producción y venta de papel higiénico y toalla.

Esta solución se enfoca en uno de los recursos más utilizados por este tipo de industria; el agua.

Papelera Reyes consume una gran cantidad de agua en su proceso productivo, aproximadamente 150 m<sup>3</sup> por/hora, cantidad que no es reutilizada en el proceso; es decir, gran parte del costo productivo se concentra en el uso de este recurso.

Es por ello, que lo que se pretende en dicho proyecto es tratar el agua residual del proceso de fabricación de papel Tissue y recuperar la mayor cantidad posible, haciendo uso de equipos clarificadores que permitan lograrlo.

A través de los siguientes capítulos se podrá apreciar el impacto que tiene la variable independiente sobre la dependiente, es decir el tratamiento de agua residual sobre los costos de producción, así mismo también se podrá apreciar el impacto que genera el consumo de agua tratada tanto en los costos fijos como en los costos variables.

Como instrumentos de recolección de datos para poder tomar la información necesaria, se utilizaron cuadros de análisis de fluidos de la planta y cuadros de costos de producción, utilizando información tanto del área de Proyectos de la empresa como del área de Planeamiento y Gestión de Costos.

Finalmente se mostrará el logro de los objetivos y la credibilidad de las hipótesis, obteniendo un resultado favorable respecto a lo planteado en el presente proyecto.

# ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV

## I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Trabajos previos.....	19
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	24
1.3.1. Marco Teórico.....	24
1.3.2. Marco Conceptual.....	32
1.4. Formulación del problema.....	34
1.4.1. Problema General.....	34
1.4.2. Problemas Específicos.....	34
1.5. Justificación.....	34
1.5.1. Justificación Técnica.....	34
1.5.2. Justificación Económica.....	34
1.5.3. Justificación Social.....	35
1.6. Hipótesis.....	35
1.6.1. Hipótesis General.....	35
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	35
1.7. Objetivos.....	36
1.7.1. Objetivo General.....	36
1.7.2. Objetivos Específicos.....	36

## II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación.....	38
2.2. Variables y Operacionalización.....	39
2.2.1. Definición conceptual de variables.....	39
2.2.2. Definición conceptual de dimensiones.....	40

2.2.3. Operacionalización de variables.....	41
2.3. Población y muestra.....	43
2.3.1. Población.....	43
2.3.2. Muestra.....	43
2.3.3. Muestreo.....	43
2.3.4. Unidad de análisis.....	43
2.3.5. Criterios de inclusión.....	44
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	44
2.4.1. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	44
2.4.2. Validez.....	45
2.4.3. Confiabilidad.....	45
2.5. Método de análisis de datos.....	46
2.6. Aspectos éticos.....	46

### **III. RESULTADOS**

3.1. Análisis de los resultados.....	48
3.1.1. Análisis antes de la implementación.....	48
3.1.2. Análisis después de la implementación.....	75
3.2. análisis estadístico.....	113
3.2.1. Datos estadísticos antes de la implementación.....	114
3.2.2. Datos estadísticos después de la implementación.....	122

### **IV. DISCUSIÓN.....128**

### **V. CONCLUSIONES.....132**

### **VI. RECOMENDACIONES..... 134**

### **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 136**

### **ANEXOS**

Anexo N°1: Instrumento de recolección de datos.....	140
Anexo N°2: Certificados de validación del contenido de los instrumentos (juicio de expertos).....	146
Anexo N°3: Matriz de consistencia.....	171
Anexo N°4: Costos de producción de Enero – Junio del 2015.....	173
Anexo N°5: Permiso para realizar el proyecto de tesis por parte de Papelera Reyes S.A.C.....	180
Anexo N°6: Cotización de Clarificadores para el tratamiento de agua residual.....	182

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1: Resumen Anual 2014 – Costo de suministro de agua respecto a los costos de producción.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla N°2: Operacionalización de variable independiente.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla N°3: Operacionalización de variable dependiente.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla N°4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla N°5: Consumo de agua de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla N°6: Generación de efluentes de Enero a Junio del 2015.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla N°7: Características de los fluidos antes de la implementación.....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla N°8: Resumen de costos de producción Enero – 2015.....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla N°9: Resumen de costos de producción Febrero – 2015.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla N°10: Resumen de costos de producción Marzo – 2015.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla N°11: Resumen de costos de producción Abril – 2015.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla N°12: Resumen de costos de producción Mayo – 2015.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla N°13: Resumen de costos de producción Junio – 2015.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla N°14: Promedio de costos de producción de Enero – Junio del 2015... </b>	<b>74</b>
<b>Tabla N°15: Características de los fluidos después de la implementación.....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla N°16: Comparación de los fluidos antes y después de la implem. ....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla N°17: Costos agregados de producción mensual.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla N°18: Costos Totales mensuales de producción sin tratamiento.....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla N°19: Costos Totales mensuales de producción con tratamiento.....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla N°20: Costos Fijos mensuales de producción sin tratamiento.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla N°21: Costos Fijos mensuales de producción con tratamiento.....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla N°22: Costos Variables mensuales de producción sin tratamiento.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla N°23: Costos Variables mensuales de producción con tratamiento.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla N°24: Inversión en Obras civiles.....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla N°25: Inversión en Equipos.....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla N°26: Inversión en Tuberías de agua.....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla N°27: Inversión en instrumentación y control.....</b>	<b>109</b>

<b>Tabla N°28:</b> Inversión en conexiones eléctricas.....	109
<b>Tabla N°29:</b> Inversión en uniformes del personal a cargo.....	110
<b>Tabla N°30:</b> Inversión total.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°1:</b> Consumo de agua a nivel mundial por tonelada de papel.....	17
<b>Figura N°2:</b> Equipo de sedimentación.....	25
<b>Figura N°3:</b> Equipo de coagulación – flotación.....	26
<b>Figura N°4:</b> Esq. de circuitos de agua en una fábrica de papel reciclado.....	29
<b>Figura N°5:</b> Clarificador de agua residual.....	30
<b>Figura N°6:</b> Filtro Prensa de lodos.....	31
<b>Figura N°7:</b> Comport. de los costos totales, costos fijos y costos variables...	32
<b>Figura N°8:</b> Diagrama de flujo de planta antes de la implementación.....	50
<b>Figura N°9:</b> Diagrama de flujo de planta después de la implementación.....	76
<b>Figura N°10:</b> Plano de Clarificador N°1 y Clarificador N°2.....	100

## ÍNDICE DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

<b>Tabla y Gráfica N°1: Producción de bobinas de papel de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla y Gráfica N°2: Consumo de agua de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla y Gráfica N°3: Efluentes generados de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla y Gráfica N°4: Relación de producción, agua y efluentes de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla y Gráfica N°5: Cost. Totales de produc. de Enero – Junio del 2015..</b>	<b>118</b>
<b>Tabla y Gráfica N°6: Costos Fijos de produc. de Enero – Junio del 2015....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla y Gráfica N°7: Costos Variables de producción de Enero – Junio del 2015.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla y Gráfica N°8: Relación Costos Totales, Fijos y Variables de enero – Junio del 2015.....</b>	<b>121</b>
<b>Tabla y Gráfica N°9: Comparación de consumo de agua (m3).....</b>	<b>122</b>
<b>Tabla y Gráfica N°10: Comparación de generación de efluentes (m3).....</b>	<b>123</b>
<b>Tabla y Gráfica N°11: Comparación de Totales de producción (S/.).....</b>	<b>124</b>
<b>Tabla y Gráfica N°12: Comparación de Costos Fijos de producción (S/.).....</b>	<b>125</b>
<b>Tabla y Gráfica N°13: Comparación de Costos Variables de produc. (S/.)... </b>	<b>126</b>

## RESUMEN

La presente tesis se basa en el Tratamiento de agua residual del proceso de fabricación de papel Tissue y su impacto en los costos de producción de Papelería Reyes S.A.C., en la cual se consideró como dimensiones tanto el consumo de agua tratada en el proceso productivo, como los costos fijos y variables de producción.

La investigación es Cuantitativa - Aplicada, empleando el diseño Pre-Experimental, utilizando como variable independiente el Tratamiento de agua residual y como variable dependiente los costos de producción.

Como población se consideraron los 23 puntos de distribución de fluidos de la planta y la muestra estuvo representada por la totalidad de estos puntos ya que era de suma importancia utilizarlos para realizar un completo análisis.

Como instrumento de recolección de datos de la variable independiente, se utilizó un cuadro de toma de datos en la cual se consideró todas las características de los fluidos de planta, como la descripción, el tipo de fluido, el caudal (m<sup>3</sup>/h), la consistencia (%), la cantidad de agua (m<sup>3</sup>/h), la cantidad de lodo seco (Tn/h) y sólidos presentes en el agua (ppm).

Como instrumento de recolección de datos de la variable dependiente, se utilizó el formato de costos del área de Planeamiento y Gestión de Costos de Papelería Reyes S.A.C., la cual se encuentra estructurada tomando en cuenta los costos fijos y los costos variables.

Para la obtención de resultados, se realizó un análisis tanto antes como después de la implementación de la mejora en la empresa en mención, comparando ambos resultados.

De dicho análisis se concluyó, que tras el tratamiento de agua residual del proceso de fabricación de papel Tissue, los costos de producción de Papelería Reyes S.A.C. se reducen en un **9.04%**.

**Palabras claves:** Agua residual, costos, tratamiento, caudal, consistencia.

## ABSTRACT

This thesis is based on the treatment of wastewater from process manufacturing Tissue paper and its impact on production costs Papelera Reyes SAC, which was seen as both dimensions of treated water consumption in the production process, as fixed and variable costs of production.

The research is quantitative - Applied using the pre-experimental design, using as independent variable and wastewater treatment as a dependent variable production costs.

As population 23 points fluid distribution plant and the sample was represented by all of these points as it was important to use a complete analysis were considered.

As data collection instrument of the independent variable, a data collection box in which all the characteristics of plant fluids, such as description, type of fluid, flow rate ( $m^3 / h$ ), it was considered used Consistency (%), the amount of water ( $m^3 / h$ ), the amount of dry sludge ( $t / h$ ) and solids in water (ppm).

As data collection instrument of the dependent variable, the format area costs Planning and Management Costs Papelera Reyes SAC was used, which is structured taking into account the fixed costs and variable costs.

To obtain results, analysis was performed both before and after implementation of the improvement in the company in question, comparing the two results.

From this analysis it was concluded that after the wastewater treatment process Tissue paper manufacturing, production costs Papelera Reyes SAC are reduced by **9.04%**.

**Keywords:** Wastewater, costs, treatment, flow, consistency.