



**FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS EMPRESARIALES**

**“LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA IIoT CON RESPECTO A LA
EFICIENCIA OPERATIVA DENTRO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO Y ENVASADO DE AGUA CASO CONSORCIO FRAP
– GLACIAL, LIMA 2019”**

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO DE SISTEMAS EMPRESARIALES

Presentado por:

Daniel Mauricio Chiri Navarro (0000-0002-4991-9283)

Asesor:

Nora Gina Del Pilar Tejada Vidal (0000-0002-8498-9826)

Lima - Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 16 de Junio del 2023

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente	Carlos Federico Díaz Sánchez
Miembro 1	Jean Merry Salas Rojas
Miembro 2	Luis Torres Cabanillas

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA IIoT CON RESPECTO A LA EFICIENCIA OPERATIVA DENTRO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE AGUA CASO CONSORCIO FRAP – GLACIAL, LIMA 2019”

Presentado por el bachiller.

CHIRI NAVARRO, DANIEL MAURICIO

Para optar al título profesional de

INGENIERO DE SISTEMAS EMPRESARIALES

Asesorado por:

TEJADA VIDAL, NORA PILAR

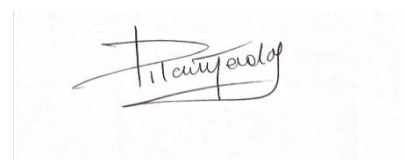
Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la Carrera de **Ingeniería de Sistemas Empresariales** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista:	CHIRI NAVARRO, DANIEL MAURICIO		
Nota (en letras):	Trece		
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

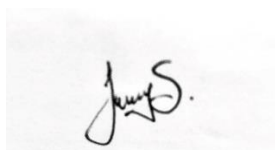
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



DÍAZ SÁNCHEZ, CARLOS FEDERICO
Presidente del Jurado



TEJADA VIDAL, NORA PILAR
Asesor(a)



SALAS ROJAS, JEAN MERRY
Miembro 1



TORRES CABANILLAS, LUIS
Miembro 2

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 13 de agosto del 2023

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Daniel Mauricio Chiri Navarro, estudiante/egresado de la carrera de Ingeniería de Sistemas Empresariales de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor/la asesora de tesis Dra. Nora Gina Del Pilar Tejada Vidal, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: "La Aplicación de la Tecnología IIoT con respecto a la eficiencia operativa dentro de la planta de tratamiento y envasado de agua Caso Consorcio Frap – Glacial, Lima 2019", sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero de Sistemas Empresariales es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

**Firma tesisista
DNI: 42747280**

**Firma del asesor de tesis
DNI:08782351**

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. La aplicación de la tecnología IoT con respecto a la eficiencia operativa dentro de la planta de tratamiento y envasado de agua caso Consorcio FRAP – GLACIAL, Lima 2019

Autores. Daniel Mauricio Chiri Navarro.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2181507960).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Helbert Rubén Borja García.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras, se excluyeron citas.



Dedicatoria

“Dedicado a mis queridos padres Daniel y Gloria, quienes me han impulsado a realizar mis sueños con su ejemplo y apoyo incondicional y a mi Tío Raúl por la influencia que tuvo para escoger este camino”

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de seguir este camino, haberme bendecido en mi vida, a mis diversos profesores quienes me acompañaron a lo largo de la etapa educativa impartíendome su conocimiento y brindándome sus enseñanzas, por último, a Rosmery, mi compañera de vida, que estuvo desde el inicio de esta travesía.

GRACIAS

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido	iv
1. Índice de tablas.....	vi
2. Índice de Figuras	vi
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
1. CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1. Descripción de la realidad problemática	5
1.2. Formulación del problema.....	8
1.2.1. Problema general	8
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	8
1.3. Objetivos de la investigación	8
1.3.1. Objetivo general	8
1.3.2. Objetivos específicos	8
1.4. Justificación de la investigación	9
1.4.1. Justificación Nivel Económico	9
1.4.2. Justificación Teórica.....	9
1.4.3. Justificación Metodológica.....	9
1.4.4. Justificación Nivel Práctico.....	10
1.4.5. Justificación Nivel Social	10
1.5. Limitaciones de la investigación	10
1.6. Viabilidad de la investigación	11
1.6.1. Viabilidad Técnica.....	11
1.6.2. Viabilidad Económica.....	11
1.6.3. Viabilidad Temporal	11
1.6.4. Viabilidad Ética	11
2. CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.1.1. Internacionales.....	12
2.1.2. Nacionales.....	15

2.2.	Bases teóricas.....	18
2.2.1.	OEE (Efectividad Total de los Equipos)	19
2.2.2.	Tecnología IIoT	23
2.2.3.	Impacto de la Tecnología IIoT en la Eficiencia Global de los Equipo OEE	27
2.2.4.	Ciberseguridad en la aplicación de la Tecnología IIoT	32
2.3.	Definiciones conceptuales	33
2.3.1.	IIoT	33
2.3.2.	OEE Eficiencia Operativa de los Equipos.....	33
2.4.	Formulación de hipótesis.....	34
2.4.1.	<i>Hipótesis general</i>	34
3.	CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	36
3.2.	Diseño de la investigación	36
3.3.	Tipo	38
3.4.	Enfoque.....	36
3.4.1.	Cuantitativo.....	36
3.4.	Población	37
3.5.	Muestra	38
3.6.	Operacionalización de variables	38
3.7.	Técnicas para la recolección de datos	38
3.7.1.	<i>Descripción de los instrumentos</i>	38
3.7.2.	<i>Validez y confiabilidad de los instrumentos</i>	38
3.8.	Técnica para el procesamiento y análisis de datos	40
3.9.	Aspectos éticos.....	40
4.	CAPITULO IV: RESULTADO.....	41
4.1.	Cálculo del OEE (Eficiencia General de Equipos):.....	41
4.2.	<i>Aplicación de IIOT</i>	50
4.2.1.	<i>Aplicación en la Sopladora</i>	52
4.2.2.	<i>Aplicación en la Envasadora</i>	55
4.2.3.	<i>Resultados de la Aplicación de IIoT</i>	59
4.2.4.	<i>Prueba de Normalidad</i>	63
4.2.5.	<i>Contrastación de la Prueba de Hipótesis General</i>	65
4.2.6.	<i>Contrastación de la Prueba de Hipótesis Específica</i>	66
5.	CAPITULO V: DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1.	Discusión.....	70
5.2.	Conclusiones	72

5.3.	Recomendaciones	74
6.	ANEXOS	82
6.1.	Anexo 1: Matriz de consistencia	
6.2.	Anexo 2: Matriz de operacionalización	
6.3.	Anexo 3: Validación de Experto al Instrumento	
6.4.	Anexo 4: Matriz de Criticidad	
6.5.	Anexo 5: Base de Datos Informe de Producción Periodo Enero – Diciembre 2019	
6.6.	Anexo 6: Base de Datos Informe de Producción Enero 2022 Tecnología IIoT	
6.7.	Anexo 7: Imágenes Planta de Tratamiento y Envasado de Agua Consorcio Frap - Glacial	
6.9.	Anexo 9: Constancia emitida por la institución donde se realizó la investigación	
6.10.	Anexo 10: Constancia Validez y Confiabilidad del Instrumento	

Índice de tablas

Tabla 1	Diagrama de Pareto Defectos Envasadora.....	21
Tabla 2	Formato de Llenado Línea de Producción.....	39
Tabla 3	Resultado Mensual OEE Periodo Enero - diciembre 2019	42
Tabla 4	Frecuencias de paradas no programadas o fallas en la Maquina Sopladora Enero – Diciembre 2019.....	47
Tabla 5	Frecuencias de paradas no programadas o fallas en la Maquina Envasadora Enero – Diciembre 2019.....	48
Tabla 6	Modelo Sensor Parada No Programada Sopladora	50
Tabla 7	Modelo Sensor Parada No Programada Envasadora	51
Tabla 8	Resultados Eficiencia Operativa Enero 2022- IIoT	60

Índice de Figuras

Figura 1	Ecuación OEE.....	19
Figura 2	Clasificación OEE	20
Figura 3	Gráfico de Pareto	22
Figura 4	Sumatoria de Industria 4.0 - IIoT	23
Figura 5	Beneficios IIoT.....	25
Figura 6	Modelo de Tacho de Basura utilizando un entorno Firebase.....	27
Figura 7	Riel de Traslado de Preformas para el Calentamiento previo al Soplado	28
Figura 8	Ingreso de Preforma para su Calentamiento (Soplado-Molde).....	29
Figura 9	Estirado Soplado de un Preforma	29
Figura 10	Brazos Encapsuladores Envasadora	30
Figura 11	Dosificación de Nitrógeno.....	31
Figura 12	Indicadores Periodo Enero - diciembre 2019	43
Figura 13	Informe Estadístico Dimensión Rendimiento Periodo Enero - diciembre 2019	44

Figura 14 Informe Estadístico Dimensión Disponibilidad Periodo Enero - diciembre 2019	45
Figura 15 Informe Estadístico Dimensión Calidad Periodo Enero - diciembre 2019	45
Figura 16 Correlación de la Variable Dependiente y sus Dimensiones Periodo Enero - diciembre 2019	46
Figura 17 Diagrama de Pareto Frecuencia PNP Sopladora	48
Figura 18 Diagrama de Pareto Frecuencia PNP Envasadora	49
Figura 19 Grafica de área de soplado incluyendo la Tecnología IIoT - Temperatura Externa	53
Figura 20 Grafica de área de soplado incluyendo la Tecnología IIoT - Temperatura Interna	54
Figura 21 Gráfica de Sistema de Comunicación Arduino Uno-Sensor RH505- Llave Térmica / Contactor	55
Figura 22 Grafica de Sistema de Comunicación Arduino Uno - Sensor de par de galgas - Tapa encapsulada	56
Figura 23 Grafica de Sistema de Comunicación en el Tanque - Sensores - Arduino Uno	57
Figura 24 Grafica de Sistema de Comunicación Dispensador de Nitrógeno - Sensores - Arduino Uno	58
Figura 25 Grafica de Sistema de Comunicación Bomba de Agua - Sensores - Arduino Uno	59
Figura 26 Indicadores Pre – Post Aplicación IIOT	61
Figura 27 Informe Estadístico OEE Periodo Enero – Diciembre 2019	61
Figura 28 Informe Estadístico OEE IIOT Periodo Enero 2022	62
Figura 29 Gráfica Test Shapiro – Wilk Periodo OEE IIOT Enero 2022	64
Figura 33 Estadístico de Prueba de U de Mann-Whitney entre OEE Periodo Enero-Diciembre 2019 y OEE Periodo Enero 2022	65
Figura 34 Estadística de Prueba de U de Mann-Whitney entre Rendimiento Periodo Enero-Diciembre 2019 y Rendimiento Periodo 2022	66
Figura 35 Estadística de Prueba de U de Mann-Whitney entre Disponibilidad Periodo Enero-Diciembre 2019 y Disponibilidad Periodo Enero 2022	67
Figura 36 Estadística de Prueba de U de Mann-Whitney entre Índice de Calidad Periodo Enero-Diciembre 2019 e Índice de Calidad Periodo Enero 2022.....	68

Resumen

La siguiente investigación tuvo como finalidad dar a conocer los estudios realizados en la elaboración de una metodología de prevención utilizando la tecnología IIoT dentro de la planta de tratamiento y envasado de agua en la empresa Consorcio Frap S.A.C., obteniendo resultados que aumentaron considerablemente la eficiencia operativa. Se parte de la entrega de descripción del problema y de los objetivos generales y específicos de la investigación. Una vez descrito el problema, se evaluó el periodo Enero – Diciembre 2019 con los formatos de llenado de producción para identificar las causas raíz de las restricciones que habían reducido la eficiencia operativa, para ello se utilizó el Diagrama de Pareto, reconociendo a las máquinas soplador y envasadora como generadoras de mayor número de deficiencia, es en ese momento que la eficiencia operativa es llamada Eficiencia Global de las Máquinas OEE. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo diseño de preprueba – postprueba y tiene un diseño preexperimental. Para obtener información, se utilizaron los indicadores OEE de pre-aplicación (enero-diciembre 2019) y post aplicación (enero 2022) se determinó los resultados con el software de análisis estadístico Minitab Statistical Software, así como también el software estadístico R con prueba de Normalidad y Prueba U de Mann-Whitney. Esta investigación cumplió con demostrar que la tecnología IIoT logro aumentar significativamente la Eficiencia Global de los Equipos, la cual esta alineada con sus dimensiones rendimiento, disponibilidad e índice de calidad.

Palabras claves: IIoT, Eficiencia Operativa, Disponibilidad, Productividad, Calidad

Abstract

The purpose of the following research was to present the studies conducted in the development of a prevention methodology using IIoT technology in the water treatment and bottling plant of Consorcio Frap S.A.C., obtaining results that increased operational efficiency. The starting point is the description of the problem and the general and specific objectives of the research. Once the problem was described, the period January - December 2019 was evaluated with the production filling formats to identify the root causes of the restrictions that had reduced the operational efficiency, for this the Pareto Diagram was used, recognizing the blower and packaging machines as generators of greater number of deficiency, it is at that moment that the operational efficiency is called Overall Efficiency of the Machines OEE. This research has a quantitative approach, it is of pre-test - post-test design type and has a pre-experimental design. To obtain information, the pre-application (January-December 2019) and post-application (January 2022) OEE indicators were used, the results were determined with the statistical analysis software Minitab Statistical Software, as well as the statistical software R with Normality test and Mann-Whitney U Test. This research was able to demonstrate that IIoT technology was able to significantly increase the Overall Equipment Efficiency, which is aligned with its performance, availability, quality index dimensions.

Keywords: IIoT, Operational Efficiency, Availability, Productivity, Quality