

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**



**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO
PRODUCTIVO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS Y
DERIVADOS S.A.C. PARA EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

CARLOS ALBERTO MORALES RAZURI

Chiclayo, 20 de Octubre del 2016

**“PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO
PRODUCTIVO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS Y
DERIVADOS S.A.C. PARA EL INCREMENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD”**

POR:

CARLOS ALBERTO MORALES RAZURI

Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

JURADO INTEGRADO POR:

Mgtr. Sonia Mirtha Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Dr. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
SECRETARIO

MSc. Martha Elina Tesén Arroyo
ASESOR

DEDICATORIA

A mi familia por el apoyo que siempre me brindan.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme hacia el camino académico.

A mi familia, por el cariño que siempre es la fuerza para seguir adelante.

A mi asesora, la Msc. Martha Elina Tesén Arroyo por su incansable predisposición por guiarme en la realización de este proyecto.

A la empresa “Industrias y Derivados S.A.C”, por poner a mi disposición los medios necesarios para el desarrollo de este proyecto.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación lleva como título “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA INDUSTRIAS Y DERIVADOS S.A.C. PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”, con la finalidad de proponer mejoras que contribuyan a la mejora continua de la empresa, asegurando mayor rentabilidad en el mercado al que se dirigen.

Inicialmente se realiza un diagnóstico general, el cual describe la situación actual de la empresa, indicando: capacidad, productividad, eficiencia, tiempos por operación, flujo del proceso, etc.; los cuales reflejan las deficiencias que el proceso posee como cuellos de botella en la etapa de envasado además de necesidades de capacitación para el personal.

De acuerdo a lo diagnosticado, se analizan los tiempos y se determina que, mediante un análisis de tiempos, el cuello de botella puede ser reducido sustancialmente, además de presentar una nueva distribución, que ayude al mejoramiento de los procesos convirtiéndolos en operaciones más ordenadas y eficientes, disminuyendo operaciones de transporte.

Finalmente, se realiza un análisis económico de la mejora, enfatizando la factibilidad de la ejecución de las mismas; orientadas a la disminución de operaciones que no generan valor al proceso de producción, reducción de cuello de botella y la satisfacción de un mayor porcentaje de la demanda evaluada.

Autor: Carlos Alberto Morales Rázuri

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analizó la mejor propuesta, adaptada a la realidad empresarial, que contribuya a la mejora continua de la producción de Agua de Mesa embotellada, centrada en la presentación de bidones de 20 litros. Este análisis consistió en ejecutar un diagnóstico general para la identificación de los problemas en los procesos tanto productivos como de apoyo; resaltando que, el principal inconveniente que repercute en la empresa es la cantidad creciente de pedidos no atendidos resultantes de su deficiente planificación y gestión. A partir de ello, se describen las operaciones realizadas para la obtención de su producto final, diagrama de recorrido inicial, los indicadores de producción, como por ejemplo: productividad de materia prima, productividad de mano de obra, eficiencia física, eficiencia económica, capacidad, utilización, etc. Tras ello, también se realiza un análisis, respaldado por el Diagrama de Ishikawa, que enumera problemas desde diversas perspectivas, encontrando algunos como: pérdida de materia prima, falta de planificación en la producción, personal no calificado; los cuales, a su vez, contribuyen a la reducción de la productividad al no poseer un sistema integral orientado a la mejora continua. Todo ello, en conjunto, determina que la Empresa debe considerar implementar mejoras que aumenten su capacidad de producción y con ello su rentabilidad.

Identificado el problema principal, se recurre al análisis de movimientos, con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del proceso de lavado, el cual constituía un cuello de botella, al empalmarse con el problema antes mencionado, acerca del personal no calificado a desempeñar ciertas labores. Acorde a lo anteriormente descrito, se propone un plan de capacitación para el personal en general, que apoye en la estandarización de los procesos, que, a mediano plazo incrementarán la producción de la empresa de 15 unidades por hora a 22 unidades por hora, al contar con el recurso humano apto para las funciones a realizar. Además, se presenta un nuevo diagrama de recorrido, buscando la eliminación de las operaciones de transporte, pues estas no generan ningún valor esencial al proceso productivo principal, logrando reducir tiempos en el proceso global. Al ejecutar, dichas mejoras, se calculan nuevos indicadores de producción, los cuales fueron comparados con los anteriormente diagnosticados, logrando establecer que, aumenta la productividad de materia prima a 83,33%, y se disminuye el cuello de botella de 4 minutos a 2,72 minutos.

Finalmente, se evaluó la propuesta, en un análisis costo – beneficio, obteniendo como resultado una VAN de 1 402 440 y una TIR de 58%, señalando la factibilidad de la implementación de la mejora; con la única finalidad de lograr el incremento de la productividad para el cumplimiento de todos los pedidos, repercutiendo en el prestigio y confianza de la Empresa, así como también en su rentabilidad.

Palabras claves: Productividad, Procesos, Therblings, Agua de Mesa.

ABSTRACT

In the present research the best proposal, adapted to business reality, which contributes to the continuous improvement of the production of bottled water focused on presenting 20-liter cans was analyzed. This analysis was to perform a general diagnosis for identifying problems in productive and support processes; emphasizing that the main problem that affects the company is the growing number of unserved orders resulting from its poor planning and management. From this, the operations performed to obtain the final product diagram first round, production indicators, such as described productivity of raw materials, productivity of labor, physical efficiency, economic efficiency, capacity:, use, etc. After that, an analysis supported by Ishikawa Diagram, which lists problems from different perspectives is also done, finding some as raw material loss, lack of planning in production, unqualified staff; which, in turn, contribute to reduced productivity by not having a continuous improvement-oriented integral system. All this, together, determined that the Company should consider implementing improvements to increase its production capacity and thus its profitability.

It identified the main problem, it is used to analyzing movements, in order to reduce the time of the washing process cycle, which was a bottleneck, the spliced with the above, about the personal problem not qualified to perform certain work. According to the above described, a training plan for staff in general, to support the standardization of processes, which, in the medium term will increase the production company to have the suitable human resource functions is proposed to make. In addition, a new flow chart is presented, aiming to eliminate transport operations, as these do not generate any substantial value to the primary production process, managing to reduce time in the overall process. When run, these improvements, new production indicators, which were compared with previously diagnosed, managing to establish that increases productivity, decreases the standard time as well as the bottleneck are calculated.

Finally, the proposal was evaluated in a cost - benefit analysis, resulting in a VAN of 1 402 440 and a TIR of 58%, indicating the feasibility of the implementation of the improvement; with the sole purpose of achieving increased productivity to fulfill all orders, affecting the increase of the prestige and trust of the Company, as well as profitability.

Keywords: Productivity, Processes, Therblings, Water Table.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	12
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	12
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.2.1 PRODUCTIVIDAD	14
2.2.1.1 Criterios para analizar la productividad	14
2.2.1.2 Indicadores de productividad	15
2.2.1.3 Importancia de la productividad	16
2.2.2 PROCESOS DE PURIFICACIÓN DEL AGUA	16
2.2.3 ESTUDIO DEL TRABAJO	19
2.2.4 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS	20
2.2.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
2.2.5.1 Observación directa	20
2.2.5.2 Tormenta de ideas	21
2.2.6 HERRAMIENTAS	21
2.2.6.1 Diagrama de flujo de proceso	21
2.2.6.2 Pronósticos	22
III. RESULTADOS	23
3.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO PRODUCTIVO	23
3.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	23
3.1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	24
3.1.3 PRODUCTOS	25
3.1.3.1 Materiales e insumos	26
3.1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN	27
3.1.5 ANÁLISIS DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN	29
3.1.6 ANÁLISIS DE DEMANDA	42
3.2 PROPUESTA DE MEJORA	42
3.2.1 ESTUDIO DE MOVIMIENTO	42
3.2.1.1 Plan de capacitación	47
3.2.2 NUEVA DISPOSICIÓN DE PLANTA	48
3.2.2.1 Diagrama de recorrido propuesto	48
3.2.2.2 Diagrama de análisis de proceso propuesto	51
3.2.3 PLANIFICACIÓN AGREGADA	53
3.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	56
3.3.1 INVERSIÓN	56
3.3.1.1 Capital de trabajo	57
3.3.2 TASA INTERNA DE RETORNO	59
IV. CONCLUSIONES	60
V. RECOMENDACIONES	61
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VII. ANEXOS	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Correlación de Técnicas e Instrumentos	20
Tabla 2. Simbología empleada	22
Tabla 3. Datos generales de la empresa	23
Tabla 4. Formación técnica de los operarios de la Empresa Industrias y Derivados S.A.C.	25
Tabla 5. Ficha técnica de Agua de mesa sin gas Niagara envasada en bidones de veinte litros	26
Tabla 6. Resumen de operaciones	31
Tabla 7. Resumen de operaciones	33
Tabla 8. Producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	35
Tabla 9. Demanda histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	36
Tabla 10. Pedidos no atendidos históricos de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	37
Tabla 11. Productividad de la materia prima (2011-2014)	39
Tabla 12. Productividad Mano de Obra (2011-2014)	39
Tabla 13. Demanda histórica del bidón de 20 litros	41
Tabla 14. Estadísticas de regresión de demanda histórica de la empresa durante el periodo 2011 al 2015	42
Tabla 15. Pronóstico de demanda histórica del bidón de 20 litros	42
Tabla 16. Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de Pre lavado de Envases	43
Tabla 17. Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de Pre lavado de Envases	44
Tabla 18. Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de lavado de envases	45
Tabla 19. Resumen diagrama bimanual desinfección de envases	46
Tabla 20. Recursos necesarios para la capacitación	48
Tabla 21. Cronograma de capacitación	48
Tabla 22. Resumen de Operaciones	52
Tabla 23. Planificación agregada opción de horas extra	53
Tabla 24. Detalle de costos de horas extras	54
Tabla 25. Comparativo de Indicadores entre situación Actual y la propuesta de mejora	56
Tabla 26. Inversión (Soles)	57
Tabla 27. Capital de trabajo (Soles)	57
Tabla 28. Capital de trabajo del año 2016 (Soles)	58
Tabla 29. Corriente de Liquidez Actualizadas – Capital Invertido (Soles)	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ozonizador de agua	17
Figura 2. Filtro de lecho profundo	18
Figura 3. Filtro de Carbón Activado	18
Figura 4. Filtro de 5 micras	18
Figura 5. Lámpara luz UV	19
Figura 6. Organigrama de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.	24
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros	29
Figura 8. Diagrama de Análisis del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros	30
Figura 9. Diagrama de Operaciones del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros	32
Figura 10. Diagrama de recorrido del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros	34
Figura 11. Evolución de la producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	36
Figura 12. Evolución de la demanda histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	37
Figura 13. Evolución de los pedidos no atendidos de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	38
Figura 14. Tendencia de la producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015	41
Figura 15. Diagrama Bimanual Etapa de Pre Lavado de Envases	43
Figura 16. Diagrama Bimanual de Lavado de Envases	44
Figura 17. Diagrama Bimanual etapa de Enjuague de Envases	45
Figura 18. Diagrama Bimanual de Desinfección de Envases	46
Figura 19. Diagrama Hombre- Máquina etapa de Llenado de envase	47
Figura 20. Propuesta de nueva distribución de planta de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.	49
Figura 21. Propuesta del nuevo diagrama de recorrido del proceso de producción de bidones de 20 litros en la empresa Industrias y Derivados S.A.C.	51
Figura 22. Diagrama de análisis de proceso propuesto	52

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad no solo se debe medir la productividad, sino, se procura incrementarla a través de diversas técnicas disponibles. Mientras mayor productividad se tenga dentro de un proceso, mejores serán los resultados al final del mismo. Por ello, las empresas están en la búsqueda constante de estrategias que permitan un incremento considerable de su productividad, para así, reflejar dicho incremento en las utilidades de la misma.

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008), la productividad es uno de los pilares fundamentales de la competitividad de las empresas. Por tal motivo, es el norte de cada una de esas acciones emprendidas en las organizaciones. De allí la tendencia que engloba a la mejora continua y la mejora tecnológica en función del incremento de la productividad como actividad cotidiana de las organizaciones.

La empresa Industrias y Derivados S.A.C ha venido incrementando la venta de su producto principal, el agua ozonizada embotellada en bidones de veinte litros. Sin embargo desde el año 2011 se ha presentado situaciones en donde determinada cantidad de pedidos no han sido atendidos a tiempo. Además de este problema, se presenta un decremento de la productividad de la empresa.

Una de las causas de esta situación, es el método de trabajo utilizado por los operarios, ya que algunos utilizan diferentes técnicas al momento de realizar las actividades por lo que no existe un estándar de trabajo, lo que genera ciclos de producción variables y retrasos en la producción.

Los operarios han venido disminuyendo su productividad en aproximadamente un 25%. Esta disminución ha sido progresiva debido a varios factores como un lugar de trabajo inadecuado, así como la postura que toman los operarios al momento de realizar sus actividades, lo cual es otro factor de retrasos y reprocesos.

El principal cuello de botella es el lavado de envases, el cual se realiza en un tiempo aproximado de 3,5 min. Este tiempo pertenece al proceso de producción de agua envasada en bidones de veinte litros, operación realizada por cuatro personas, las cuales se mantienen de pie por el tiempo que dure la jornada laboral, ocasionándoles problemas musculares en la zona baja de la espalda.

Otro problema recurrente es que no se tiene un adecuado manejo de stocks de bidones. En muchas ocasiones, no se tienen los suficientes para continuar la producción diaria.

Luego de plantear los problemas que tiene la empresa Industrias y Derivados S.A.C. se formula la siguiente interrogante: ¿Cómo incrementar la productividad en la línea de producción de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en la empresa Industrias y Derivados S.A.C?

Para poder cumplir con el objetivo previamente mencionado se cumplirán los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del proceso productivo de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros. Para lo cual se utilizarán herramientas como diagramas de flujo, diagramas de operaciones, diagramas de análisis de procesos, diagramas de recorrido, además de identificar los indicadores actuales de productividad y

eficiencia, proponer estrategias de mejora del proceso productivo de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en la empresa industrias y derivados S.A.C. estrategias tales como un estudio de tiempos y métodos de trabajo y la planificación agregada de la producción y realizar un análisis Costo-Beneficio de la propuesta a través de una comparación de tasas de retorno e inversión entre las mejoras.

Debido a la creciente demanda de agua purificada en el mercado local se hace necesario que las empresas dedicadas a este rubro prioricen la productividad como ventaja competitiva que les permita reducir sus costos y aumentar sus utilidades. Así mismo, por los problemas antes mencionados la empresa incurre en costes excesivos en los procesos relacionados con la gestión de compras y almacenes.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

- Álvarez y Mejía (2013) en la investigación “Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C. mediante la aplicación de la metodología PHVA”, proponen incrementar la productividad del proceso de confecciones mediante la aplicación de la metodología Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), con el propósito de mejorar los indicadores ya calculados. Mediante los planes de mejora implementados en el proyecto, se logró incrementar la productividad de 0,5848 a 0,6196 prendas por sol; así mismo la eficacia de 42,66% a 68,23%; eficiencia de 49,59% a 73,06% y la efectividad de 21,16% a 49,85%. Adicionalmente se logró reducir los costos de fabricación por cada T-shirt en s/. 0,10, la evaluación de viabilidad del proyecto en dos escenarios, normal y pesimista mediante el estudio del VAN y el TIR, obteniéndose como resultado final un VAN de S./ 26 718,74 y TIR de 48% (Escenario Normal), VAN de S./ 16 815,09 y TIR de 31% (Escenario Pesimista)
- Betalleluz, (2012) en su investigación “Mejora de la productividad en la elaboración de pisco puro no aromático”, tiene por objetivo general: mejorar el sistema de producción del pisco puro no aromático para mejorar la productividad de la materia prima. Para la ejecución de dicho estudio se planteó la siguiente metodología: a) identificar las operaciones inmersas en la producción del pisco puro no aromático mediante el Diagrama de Operaciones; b) identificar la operación considerada como el cuello de botella dentro de la producción, c) aplicar la mejora en la operación seleccionada, calculando su productividad; d) evaluar económicamente la mejora. Con el desarrollo de la metodología antes descrita, se demuestra que la mejora se debe realizar en la operación de fermentación, debido a que, el pisco preservará de manera más completa los sabores y aromas, además de favorecer los azúcares de los orujos; con ello, se incrementa en 50.98% la productividad. Finalmente, se evalúa económicamente la propuesta, de la cual resulta, que, el ahorro en kilogramos de materia primera necesaria es de 2.99 kg, por lo que, se ahorra S/. 3.35 soles por litro de pisco.

- Hernández, (2012) en su investigación “Mejoramiento de la calidad y productividad en una empresa manufacturera de empaques de polietileno”, tiene por objetivo general: proponer una herramienta para minimizar la aparición de uno de estos defectos (flash o rababa) y así optimizar la calidad del producto y mejorar la eficiencia de la planta. Para la ejecución de dicho estudio se planteó la siguiente metodología: a) plantear la técnica para la recolección y análisis de datos; b) diseñar el Diagrama de Procesos, c) aplicar la mejora en la operación determinada como cuello de botella; d) determinar el análisis costo beneficio. Con el desarrollo de la metodología antes descrita, se demuestra que la mejora se debe realizar en la operación de inyección, debido a que, la combinación de dosis de inyección, los defectos se reducen en 0.78; por otro lado, la estabilidad de la nueva parámetro estándar contribuye a obtener un producto de mayor calidad. Finalmente, se evalúa económicamente la propuesta, de la cual resulta, que, se ejecuta un ahorro del 3% del costo total.
- Ortiz Caicedo (2012) en su investigación titulada: “Plan óptimo de producción en una embotelladora de gaseosas”, establece como propósito diseñar un plan óptimo de producción en una planta embotelladora de gaseosas ubicada en Colombia. Este modelo se desarrolló siguiendo los lineamientos de la investigación de operaciones específicamente la técnica de programación lineal, en conjunto con la teoría de restricciones. Como resultado, se obtuvieron las cantidades óptimas de producción, estableciendo que los recursos productivos disponibles se pueden envasar hasta un 26,8% más de lo que se fabrica actualmente, logrando una máxima utilización (99,64%) de la operación más lenta (envasado).
- Ja Rau (2010) en su investigación “Innovaciones en las instalaciones para mejora de procesos en línea en el área de tejeduría de una empresa de calcetines”, presenta el caso de una empresa dedicada a la producción de hilados en la que se plantearon los siguientes objetivos: reducir el consumo de repuestos generados por la carga del tejido en las máquinas, reducir la cantidad de productos defectuosos que se generaban y reducir el consumo eléctrico. Asimismo se buscaba mejorar el aprovechamiento del equipo principal de succión. Para esto se conformó un equipo multidisciplinario entre personal de mecánica general y técnicos de los equipos de tejeduría, comandados por el supervisor de planta. Luego de reuniones y el análisis exhaustivo del problema, se identificó y comprendió las principales causas de la problemática. Los principales problemas identificados fueron el consumo adicional de las turbinas y la reducción de flujo de producto terminado por hora. Por tal motivo, se propusieron mejoras como: un plan de mantenimiento exhaustivo, el cual exigía que se retiren turbinas adicionales, obteniendo como resultados la reducción del requerimiento de repuestos en un 30%. Además se redujo la producción media de no conformidades en 6% a 8%.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. PRODUCTIVIDAD

Heizer y Render (2010) explican que la productividad es la relación entre las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración). La medición de la productividad puede ser bastante directa. Tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada de algún tipo específico de acero. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden usarse otras medidas como el capital (dinero invertido), los materiales (toneladas de hierro) o la energía (kilowatts de electricidad). La productividad puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidad}{Insumo\ Empleado}$$

2.2.1.1. Criterios para analizar la productividad

Para Kanaway (2010) existen una gran variedad de parámetros que afectan la productividad del trabajo, pero en especial se analizan los factores conocidos como las “M” mágicas, llamadas así porque todos ellos en inglés comienzan con EME.

- Hombres (men)
- Dinero (Money)
- Materiales.
- Método.
- Mercados (markets)
- Máquinas (machine)
- Medio ambiente.
- Mantenimiento del sistema.
- Misceláneos: controles, materiales, costos, inventarios, calidad, cantidad, tiempo, etc.
- Manufactura

Desde este enfoque, se puede analizar la productividad de la siguiente manera:

- **Productividad de materia prima:**

$$P_{MP} = \frac{\text{Entradas de MP}}{\text{Salidas}}$$

- **Productividad del recurso humano:**

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción actual}}{\text{nº de operarios}}$$

- **Productividad económica:**

$$P_{capital} = \frac{\text{Producción actual}}{\text{Inversión en materiales}}$$

2.2.1.2. Indicadores de productividad

Mora (2011) explica que los indicadores de la productividad son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la medición de la productividad que permite evaluar el desempeño y el resultado de la producción.

- **Capacidad**

Según Rojas (1996), es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

- **Capacidad proyectada o diseñada:** es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales.
- **Capacidad efectiva o real:** es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.
- **Capacidad utilizada:** es la capacidad actual, dadas las limitaciones operativas.
- **Capacidad ociosa:** es la capacidad dada por la diferencia entre la capacidad real y la utilizada.

- **Utilización:** es la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

- **Eficiencia:** Según Chiavenato (1999), la eficacia es el logro de los objetivos previstos mediante los recursos disponibles y la eficiencia está enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas (métodos) con el fin de que los recursos se utilicen del modo más racional posible. Es decir, la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos. Así se tiene que:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

$$\text{Capacidad usada} = \text{Capacidad disponible} - \text{Tiempo muerto}$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

2.2.1.3. Importancia de la productividad

Niebel y Freivalds (2009) explican que es importante considerar, desde el punto de vista económico y práctico, ciertos cambios que continuamente se llevan a cabo en los ambientes industrial y de negocios. Dichos cambios incluyen la globalización del mercado y de la manufactura, el crecimiento del sector servicios, el uso de computadoras en todas las operaciones de la empresa y la aplicación cada vez más extensa de la Internet y la web. La única forma en que un negocio o empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida.

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo.

Todos los aspectos de una industria o negocio —ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración— ofrecen áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares y diseño del trabajo. Con mucha frecuencia la gente considera sólo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad.

2.2.2. PROCESOS DE PURIFICACIÓN DEL AGUA

Mercik Lorren (2003) expone que existen diferentes formas de tratar el agua. Entre las principales se encuentran:

A) Desinfección por ebullición. Para eliminar las bacterias es necesario que el agua hierva de 15 a 30 minutos. Esta es una forma sencilla y económica de desinfección. Entre las desventajas de este método destaca la concentración del contenido de minerales disueltos debido a la vaporización del agua.

B) Desinfección con cloro. La cloración es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. La cantidad de esta sustancia que debe agregarse al agua depende de la concentración que tenga el compuesto de cloro, pero tres gotas por litro suelen ser suficientes. Es importante que después de agregar el cloro, espere media hora antes de tomar el agua. El agua ya viene clorada de la red, por lo que puede suceder que al agregarle más cloro hubiera un exceso que se manifieste en el sabor (muy desagradable).

C) Desinfección con plata iónica. En el mercado existen algunos productos para desinfectar agua y verduras que utilizan compuestos de plata iónica o coloidal. Aunque los fabricantes recomiendan esperar unos diez minutos después de añadirlos al agua, es preferible esperar el doble del tiempo sugerido.

D) Filtros de cerámica. Estos filtros separan materia sólida del líquido gracias a que tienen un poro muy fino (es decir, retienen partículas muy pequeñas). Un inconveniente de estos filtros es que sobre ellos se pueden desarrollar colonias de microorganismos. Por lo tanto, es importante que al comprar un filtro de este tipo verifique que libere o esté impregnado con plata iónica pues esta sustancia tiene un efecto germicida.

E) Filtro de carbón activado. En este sistema, el agua pasa por un filtro de carbón activado, el cual, contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores desagradables y los sólidos pesados en el agua. También retiene algunos contaminantes orgánicos como insecticidas, pesticidas y herbicidas.

F) Purificación por ozono. Como purificador de agua, el ozono es un gas muy efectivo, porque descompone los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan dañar la salud o alterar el sabor del agua. En general, se considera que sus ventajas son las siguientes: reduce de manera importante el aspecto turbio, el mal olor y sabor del agua; así como la cantidad de sólidos en suspensión. No sólo elimina las bacterias causantes de enfermedades, sino que también inactiva virus y otros microorganismos que el cloro no puede destruir.



Figura N° 01: Ozonizador de agua
Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

Además, Spellman y Drinnan (2000), nos detallan algunos de los procesos de purificación del agua que se han mencionado anteriormente, tales como:

A) Filtro de Lecho Profundo. La función de este filtro es detener las impurezas grandes (sólidos hasta 30 micras) que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua. Estos filtros se regeneran periódicamente, dándoles un retro lavado a presión para ir desalojando las impurezas retenidas al momento de estar filtrando.

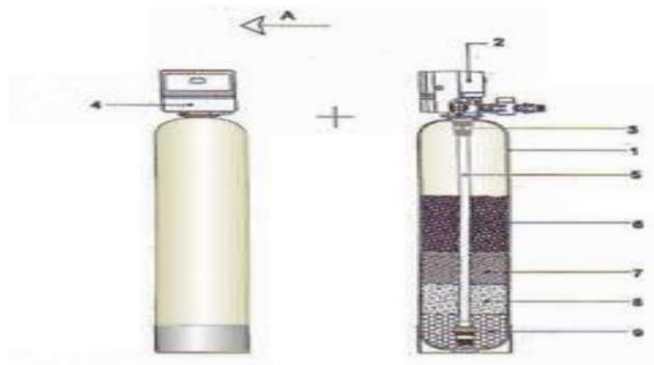


Figura N° 02: Filtro de lecho profundo

B) La filtración por carbón activado. Como su nombre lo dice, se logra al pasar el agua por un filtro de carbón activado. Generalmente el flujo se hace de forma lenta para eliminar la mayoría de las impurezas del agua. Aproximadamente 5 galones por minuto por pie cuadrado (gpm/ft²) de filtración, pero cuando solo se usa para eliminar cloro se puede pasar hasta a 15 gpm/ft².



Figura N° 03: Filtro de Carbón Activado

C) Filtración por filtro de 5 micras. La función de este filtro es de detener las impurezas pequeñas (sólidos hasta 5 μ m). Los pulidores son fabricados en polipropileno grado alimenticio (FDA). Después de este paso se puede tener un agua brillante y cristalina.



Figura N° 04: Filtro de 5 micras

D) Luz Ultravioleta. Funciona como un germicida, ya que anula la vida de las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas que vienen en el agua. Mediante la luz

ultravioleta, los microorganismos no pueden proliferarse ya que mueren al contacto con la luz. Y el agua, al salir de la tubería del rayo ultravioleta va libre de gérmenes vivos. Esta etapa del proceso no altera la composición química, el sabor ni el olor del agua. (Sin adición de químicos ni cambios en la química general del agua).



Figura N° 05: Lámpara luz UV

2.2.3. ESTUDIO DEL TRABAJO

De acuerdo con Kanaway (2010), el estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

- a) **Constitución del tiempo total del trabajo.** viene a ser la suma del contenido básico de trabajo del producto y/o la operación más el contenido adicional del trabajo a causa de un mal diseño del producto o de una mala utilización de los materiales o a causa de métodos manufactureros u operativos ineficientes más el tiempo improductivo imputable a los recursos humanos. La suma de todo lo mencionado nos da un tiempo total de operación con las condiciones existentes.
- b) **Técnicas del Estudio del trabajo.** Comprende varias técnicas y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo. dichas técnicas están relacionadas entre sí el estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación. En cambio. la medición del trabajo se relaciona con la investigación de cualquier tiempo improductivo asociado con ésta.
- c) **Etapas del estudio del trabajo:** El estudio del trabajo contiene las siguientes etapas:
 - 1. Seleccionar.
 - 2. Registrar
 - 3. Examinar
 - 4. Establecer
 - 5. Evaluar
 - 6. Definir
 - 7. Implantar
 - 8. Controlar

2.2.4. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Niebel y Freivalds (2009) definen la técnica moderna de estudio de movimientos como el estudio de los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar la operación mediante la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de movimientos necesarios y, posteriormente, la determinación de la secuencia de movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia.

2.2.5. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se emplearon en la investigación permitieron recolectar información necesaria que condujo al desarrollo de los objetivos planteados; con sustento en la información suministrada por el personal involucrado en el proceso productivo y la observación del funcionamiento de la línea del proceso de producción.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), la recolección de datos se puede definir como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, el proceso se realiza mediante un plan explícito y organizado con el fin de clasificar y frecuentemente cuantificar los datos disponibles en términos del concepto que el investigador tiene en mente. Los instrumentos y técnicas utilizados para recoger la información necesaria se describen a continuación en la Tabla N° 01.

Tabla N° 01: Correlación de Técnicas e Instrumentos

INSTRUMENTOS	TÉCNICA
Diagrama de flujo de proceso	Observación Directa
Diagrama Causa – Efecto	Tormenta de ideas

Elaboración: Propia

2.2.5.1. Observación directa

La observación directa, se realiza con la finalidad de observar y detectar labores operacionales en la empresa, además de visualizar el funcionamiento del proceso; así pues a través de esta herramienta se verifico la forma en que los operarios ejecutan las actividades, así como se notaron las fallas presentes en la línea de producción, también se aprecian las condiciones de trabajo a las que están expuestos los trabajadores; con esta técnica se obtuvo la información necesaria de los diversos problemas que afectan y que producen una baja productividad en la empresa. (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

2.2.5.2. Tormenta de ideas

La tormenta de ideas es una técnica de grupo que permite la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado estudio mediante reglas sencillas, aumentar las posibilidades de innovación y originalidad, esta herramienta es utilizada en las fases de identificación y definición de proyectos, en diagnóstico y solución de las causas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

Pasos para realización de la tormenta de ideas:

- Redactar el objeto de la tormenta de ideas
- Preparación de la comunicación del objetivo y el material
- Presentar los cuadros de reglas conceptuales; ninguna crítica, ser no convencional, cuantas más ideas mejor y apoyarse en otras
- Preparativos para la tormenta de ideas
- Realizar la tormenta de ideas con el objetivo de la sesión y las ideas que van surgiendo escritas en lugar visibles
- Procesar las ideas

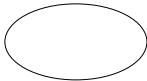




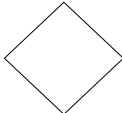
2.2.6. HERRAMIENTAS

2.2.6.1. Diagrama de flujo de proceso

Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo inproductivo y escoger operaciones para su estudio detallado. (García, 2005)

Tabla N° 02: Simbología empleada

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Inicio o final de proceso
	Realización de una actividad
	Indicación de flujo de proceso
	Documentos
	Datos
	Decisión

Fuente: García, 2005

2.2.6.2. Pronósticos

Hanke y Reitch (2009) explican que las organizaciones deben pronosticar debido a que operan en una atmósfera de incertidumbre y que, a pesar de este hecho, se deben tomar decisiones que afectan el futuro de la misma.

Un buen pronóstico es de importancia crucial para todos los aspectos del negocio, el pronóstico es la única estimación de la demanda hasta que se conoce la demanda real. Por lo tanto, los pronósticos de la demanda impulsan las decisiones dentro de la empresa.

Los pronósticos son de vital importancia para elaborar planes maestros de producción, ya que permiten planificar los tiempos para cumplir con demanda interna correctamente, y así evitar el panorama de incumplimiento de entregas y planes de producción intuitivos y poco confiables, pérdida de clientes, falta de reacción ante la variación del mercado y pérdida de participación en el mismo.

Existen siete pasos básicos en el sistema de pronósticos:

1. Determinar el uso del pronóstico.
2. Seleccionar los aspectos que se deben pronosticar.
3. Determinar el horizonte del pronóstico.
4. Seleccionar los modelos de pronóstico.
5. Reunir los datos necesarios para elaborar el pronóstico.
6. Obtener el pronóstico.
7. Validar e implantar los resultados.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Industrias y Derivados S.A.C es una empresa dedicada a elaborar agua de mesa ozonizada embotellada en bidones de veinte y siete litros. Es una pequeña empresa familiar que inició sus actividades en el año 2008 y se ubicada en Av. Miguel Grau 1359 - La Victoria, Chiclayo (Lambayeque).

Después de implementar y equipar la planta de tratamiento, aplicando la tecnología más avanzada para el procesamiento de agua purificada, además de realizar muchas pruebas, se obtuvo como resultado un producto de excelente calidad que se denominó agua de mesa “Níagara”.

El agua de mesa “Níagara” es envasada en bidones de policarbonato y polipropileno de 20 litros de capacidad y en botellas PET de 7 litros no retornable. Se tramitó ante DIGESA la autorización correspondiente al Registro Sanitario N.º P0602308N/MAIDDR, que permite elaborar productos bajo los estrictos controles de calidad e inocuidad para ser comercializados como productos aptos para el consumo humano.

La empresa cuenta con una planta de 200m² que comprende una nave de producción, almacén de productos terminados y almacén de materia prima. Dentro de esta área total, la nave de producción del agua embotellada cuenta con un área de 50 m².

Tabla N° 03: Datos generales de la empresa

RUC	20480328427
RAZÓN SOCIAL	Industrias y Derivados S.A.C.
NOMBRE COMERCIAL	Indersac
TIPO DE EMPRESA	Sociedad Anónima Cerrada
FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES	1 de Febrero del 2008
ACTIVIDAD COMERCIAL	Captación, Depuración y Distribución de Agua.

Elaboración: Propia

a) Misión

Somos Industrias y Derivados S.A.C., planta de tratamiento dedicada al proceso de purificación de agua para el consumo humano, que produce Agua de Mesa NIAGARA. Brindando trato amable y personalizado a nuestros clientes, con un servicio a delivery completamente gratuito.

b) Visión

Ser la empresa de producción de agua de mesa, líder en el mercado regional, satisfaciendo las exigencias de nuestros clientes, operando dentro de un marco de eficiencia y calidad.

3.1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la Figura N° 06, se presenta la estructura orgánica de la empresa, donde la gerente general es una de las propietarias de la empresa, y el gerente comercial, otro de los dueños, es quien en la práctica, asume el control directo de todos los departamentos.

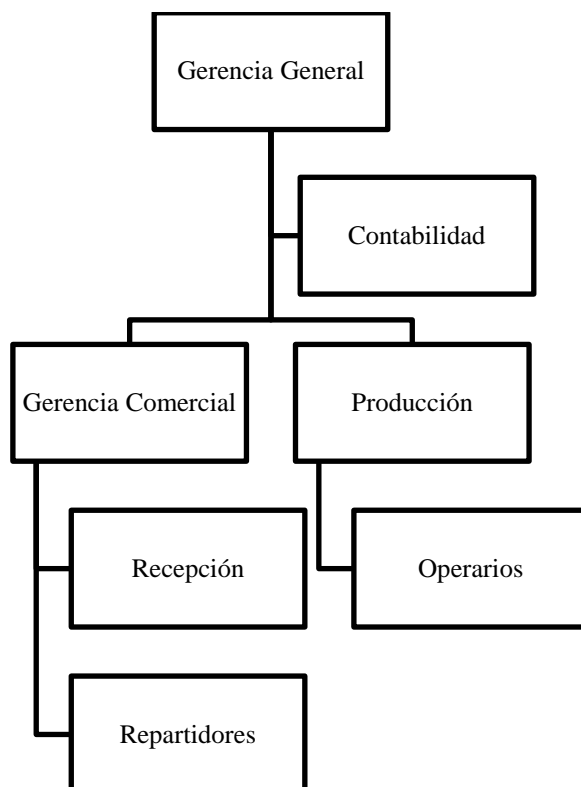


Figura N° 06: Organigrama de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

- **Gerencia General:** dicho cargo la ejerce una de las propietarias, la cual se encarga, de controlar y monitorear la información contable de la empresa. Además autoriza y firma los pagos del personal y los gastos de la empresa. Adicionalmente es quien representa a la compañía en eventos importantes, tales como, conferencias o cualquier tipo de actividad relacionado con las relaciones públicas. Es de su responsabilidad la elaboración de los costos y presupuestos de la empresa.
- **Contador:** responsable del análisis y preparación de informes sobre estados financieros y demás reportes necesarios para la toma de decisiones. Además se asegura que toda la facturación esté en orden, realiza las declaraciones y pagos de impuestos correspondientes a la SUNAT. También es responsable de generar los balances, manejo de cuentas de la empresa, los movimientos financieros y de liquidez o crédito.

- **Gerencia Comercial:** responsable de coordinar y supervisar todas las actividades de todas las áreas de la empresa. Este es el cargo con mayor responsabilidad en toda la organización. Es también el encargado de atender a clientes importantes y proveedores de la compañía. Organiza eventos publicitarios, realiza la gestión de compras y abastecimiento, además de programar las distribuciones del producto.
- **Operarios:** la fábrica cuenta con 6 operarios por turno, de los cuales uno se encarga de Pre lavado, otro se ocupa del lavado, un operario se encarga del enjuague, otro de la desinfección, otro del envasado y colocación de caños y por ultimo un operario se encarga de la limpieza general de la fábrica.

Tabla N° 04: Formación técnica de los operarios de la Empresa Industrias y Derivados S.A.C.

Operario	Formación Técnica	Fecha de ingreso	N° Capacitaciones
Pre – Lavado	Estudios técnicos de computación (truncos)	01/03/16	0
	Secundaria completa	08/09/15	0
Lavado	Estudios técnicos de computación (truncos)	01/03/16	0
	Secundaria completa	02/02/15	0
Enjuague	Secundaria completa	01/12/15	0
	Secundaria completa	06/01/15	0
Desinfección	Secundaria completa	03/08/15	0
	Secundaria completa	18/08/15	0
Envasado	Secundaria completa	07/10/14	0
	Secundaria completa	15/03/16	0
Limpieza	Primaria completa	01/04/14	1 (Capacitación en uso de extintores)
	Secundaria completa	17/08/15	0

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

- **Recepcionistas:** La empresa cuenta con 3 recepcionistas que reciben los pedidos y coordinan con clientes y repartidores la entrega de los productos.
- **Repartidores:** La empresa cuenta con 8 repartidores que son los encargados de entregar los productos y realizar la facturación y cobranzas a los clientes.

3.1.3. PRODUCTOS

Industrias y Derivados S.A.C. produce dos tipos de presentación de Agua de Mesa Niagara. Esta investigación tiene como foco de estudio la presentación de bidones de 20 L.

Tabla N° 05: Ficha técnica de Agua de mesa sin gas Niagara envasada en bidones de veinte litros

Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible.
Límites máximos permisibles de Parámetros de Calidad organolépticas	Olor	---	Aceptable
	Sabor	---	Aceptable
	Color	UCV	15
	Turbiedad	UNT	5
	PH	Valor de pH	6,5-8,5
	Sólidos totales disueltos	Mg L^{-1}	1000
	Amoníaco	MgN L^{-1}	1,5
	Cloruros	Mgcl $^{-1}$ L^{-1}	250
	Dureza Total	MgCaCo $_3$ L^{-1}	500
	Conducividad	Umho/cm	1500
	Sulfatos	Mg So $_4$ L^{-1}	174
	Hierro	Mg Fe L^{-1}	0,3
	Manganeso	Mg Mn L^{-1}	0,4
	Aluminio	Mg Al L^{-1}	0,2
	Cobre	Mg Cu L^{-1}	2,0
	Zinc	Mg Zn L^{-1}	3,0
Sodio	Mg Na L^{-1}	200	
Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100ml a 35 C°	0(*)
	E.Coli	UFC/100ml a 44.5 C°	0(*)
	Bacterias Coliformes Fecales	UFC/ml a 35 C°	500
	Huevos y larvas de Helmintos. quistes y coquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
	Virus	UFC/ml	0
	Organismos de Vida libre.	N° org/L	0

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

3.1.3.1. Materiales e insumos

A continuación se explica a detalles, todos los materiales e insumos que intervienen en la producción de un bidón de 20 L de agua de Mesa Niagara.

- **Materia prima**
 - Agua de res pública
- **Insumo**
 - Bidones de policarbonato de 20 litros.
 - Tapones
 - Etiquetas
 - Caños

- **Materiales**
 - Precintos
 - Etiquetas
 - Divosan (desinfectante para botellones)
 - Novagras (detergente para lavado de bidones)
 - Esponjas
 - Lejía
 - Sacarro
 - Guantes de jebe (para lavado de bidones)
 - Mandiles
 - Cofía
 - Tapa boca
 - Guantes quirúrgicos (para envasado)
 - Alcohol
 - Paños absorbentes
 - Detergentes
 - Escobillas

3.1.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN

Industrias y Derivados S.A.C. tiene el siguiente proceso de producción para bidones de 20 L.

a) Recepción y Verificación de Insumos. Se recibe las camionetas de carga con los bidones devueltos por los clientes. Asimismo, los proveedores encargados hacen llegar los demás insumos tales como: caños, tapas y precintos de seguridad. Además se extrae el agua de la cisterna.

b) Pre – Lavado de Envases

- La finalidad de este proceso es realizar eficientemente la primera limpieza de los envases. Antes de ingresar al área de producción, cada personal se realiza su higiene en duchas y se visten con su indumentaria completa.
- El operario recibe los envases que son entregados por el encargado y los inspecciona de acuerdo a su estado de conservación y limpieza. Ubicándolos en las áreas establecidas y rotuladas para cada tipo de envase: en uso, descarte, reparación o críticos.

c) Lavado de Envases

- El objetivo del lavado de envases es higienizar los envases manteniendo los niveles de cloro y PH adecuado al agua.
- El lavado interior se realiza con un cepillo especial sumergido en agua con jabón de polvo y cloro para que sea profundamente introducido en el garrafón o bidón.
- El lavado exterior se realiza con un estropajo sumergido en jabón y cloro.

d) Enjuague y desinfección de envases

- Esta operación se realiza con el objetivo de eliminar los residuos de detergente en los envases para posteriormente ser desinfectados

- Los bidones pasan uno por uno por la máquina de enjuague que bombea divosán dentro del garrafón.

e) Llenado de Envases. El agua es llenada a través de una bomba hidroeléctrica que cuenta con una única salida.

f) Tapado de Envases. Se coloca una tapa de plástico previamente desinfectada una vez que el garrafón está lleno.

g) Fechado. Proceso de etiquetado se coloca la fecha y los datos de la empresa.

h) Encapuchado de tapas y Caños (Sellado). Las etiquetas se sellan con pistola industrial.

i) Inspección Visual (bidones). Se verifica que los bidones se encuentren en buen estado. El operario se encarga de esta actividad.

j) Almacenamiento. El producto terminado se almacena para su posterior distribución.

La empresa no cuenta con un adecuado proceso de control de calidad del agua implementado. Únicamente se revisan los bidones y el sellado de los mismos para evitar filtraciones al momento de colocarlos en la camioneta de distribución.

3.1.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

A) Diagrama de Flujo

Para la elaboración del agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, se muestran en el siguiente diagrama de flujo, que describe las operaciones, entradas y salidas de insumos para la obtención del producto final.

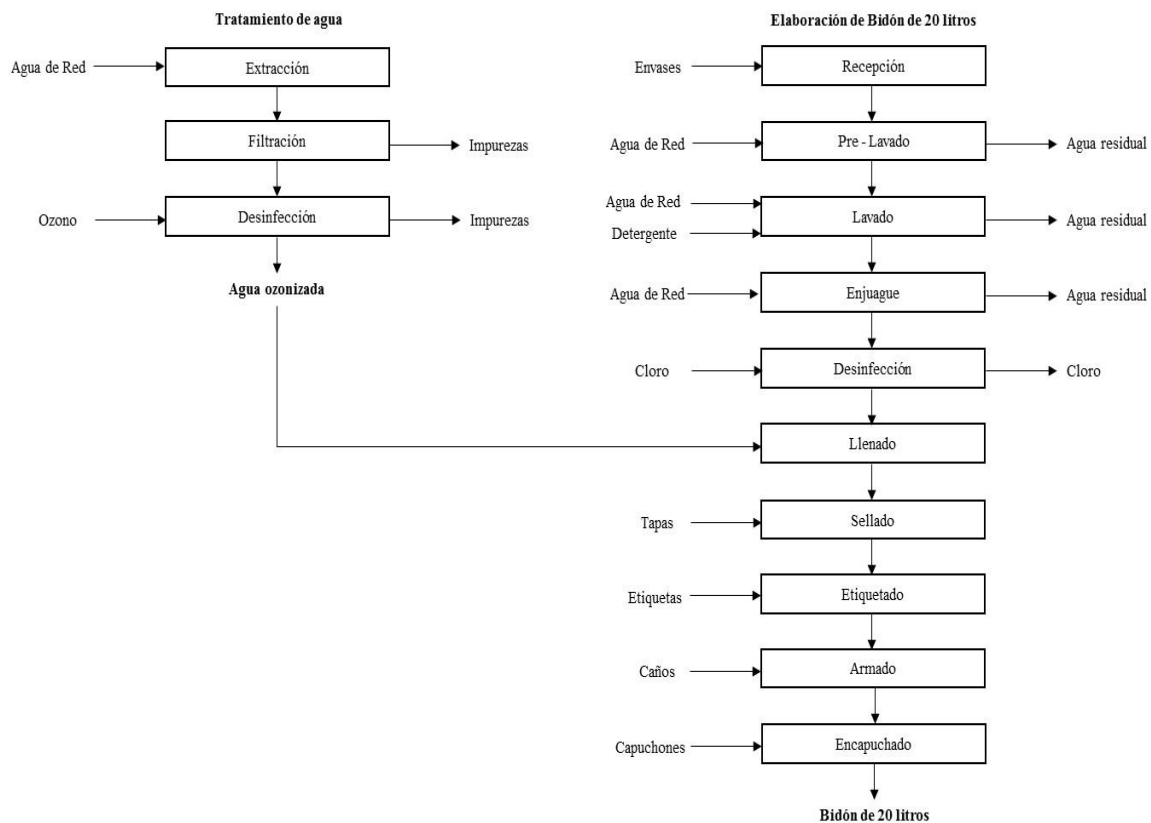


Figura N° 07: Diagrama de flujo del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En el diagrama de flujo se muestra que el proceso de tratamiento de agua se une al proceso principal de embotellado del agua en la operación de llenado. Es en esta operación donde se obtiene el producto listo para ser sellado y etiquetado.

B) Diagrama de Análisis de Proceso

Para la elaboración del agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, se muestran en el siguiente diagrama de análisis de proceso, que describe las operaciones y transportes realizados para la obtención del producto final.

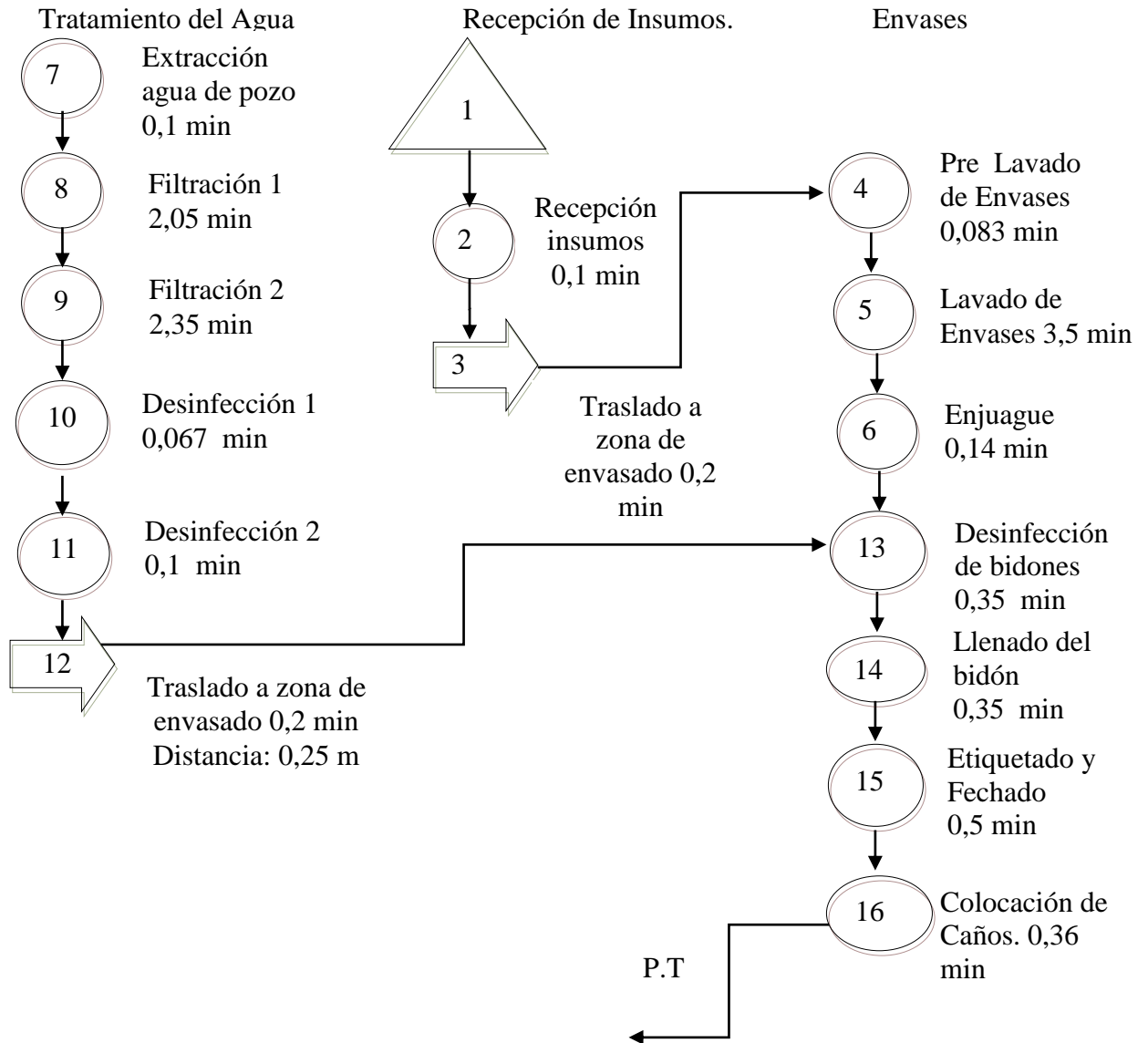


Figura N° 08: Diagrama de Análisis del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

Tabla N° 06: Resumen de Operaciones

Operación	Cantidad	Tiempo (minutos)	Total
Operaciones	14	9,99	9,99
Transportes	2	0,2	0,4
Almacenamiento	1	0,8	0,8

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En el diagrama de análisis de proceso se observa un total de 16 actividades, entre las cuales 14 son operaciones, con un tiempo total de 9,99 minutos, además, se cuenta con 2 transportes cuyo tiempo total es de 0,4 min y un almacenamiento de 0,8 min.

La operación cuello de botella es el lavado de envases, con un tiempo promedio de 3,5 min, seguida por la filtración 2 con un tiempo de 2,35 min, la cual se realiza en una máquina, por lo que reducir sus tiempos sería muy costoso. Para lo cual nos centraremos en la operación de lavado de envases la cual es realizada por un operario en una estación de trabajo.

C) Diagrama de Operaciones

Para la elaboración del agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, se muestran en el siguiente diagrama de operaciones, que describe las operaciones realizadas para la obtención del producto final.

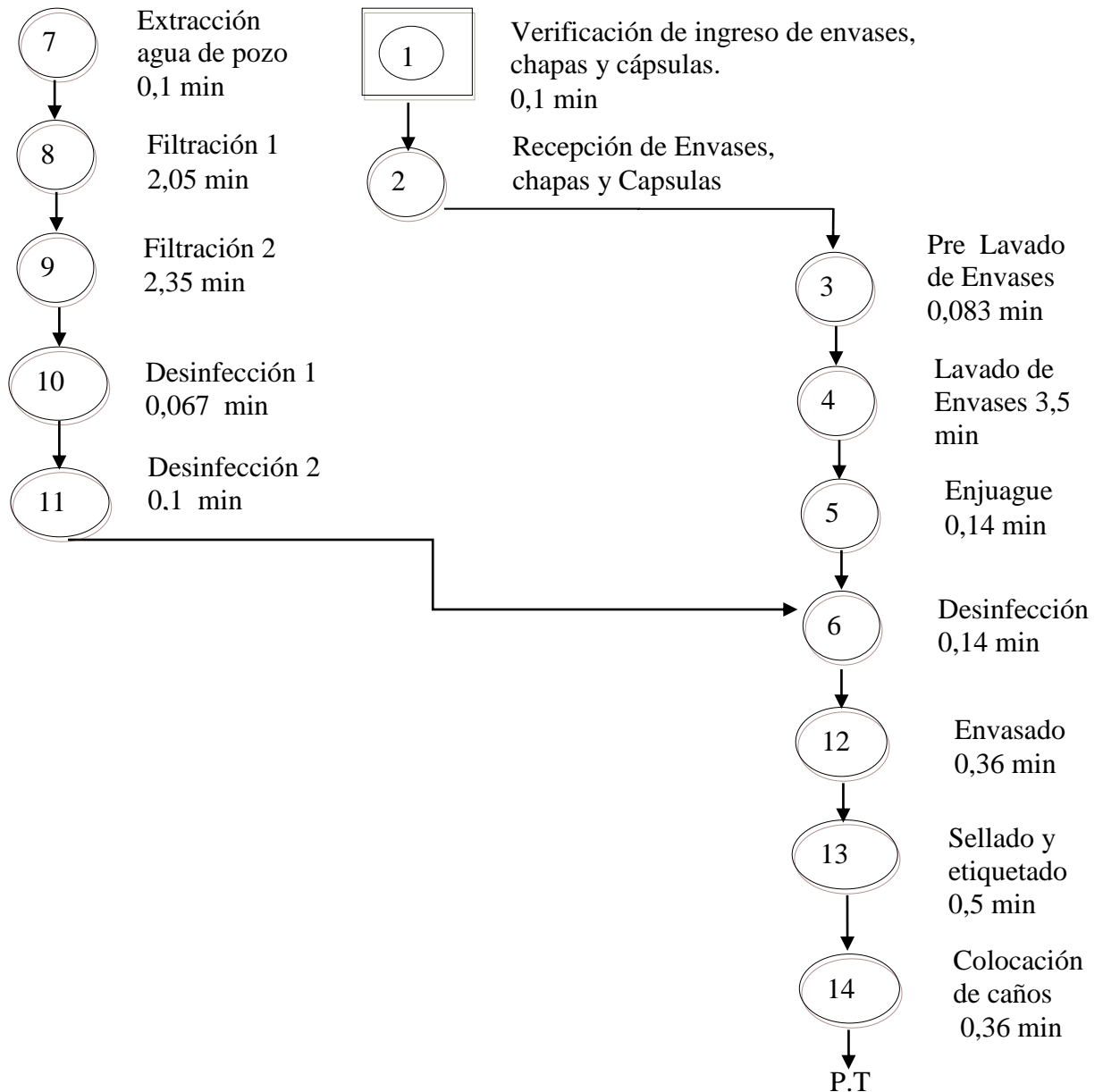


Figura N° 09: Diagrama de Operaciones del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

Tabla N° 07: Resumen de Operaciones

Resumen	
Actividad	Cantidad
Operación	14
Inspección	1
Total	15

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

Como se puede apreciar en la Figura N° 09 se tienen un total de 15 actividades 14 operaciones y una inspección. En el diagrama de operaciones se observa un total de 15 actividades, entre las cuales 14 son operaciones, con un tiempo total de 9,99 minutos, además, se cuenta con 1 inspección cuyo tiempo total es de 0,1 min. La operación cuello de botella es el lavado de envases, con un tiempo promedio de 3,5 min la cual es realizada por un operario en una estación de trabajo.

D) Diagrama de recorrido

Para la elaboración del agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, se muestran en el siguiente diagrama de recorrido, la disposición de las operaciones y transportes realizados para la obtención del producto final.

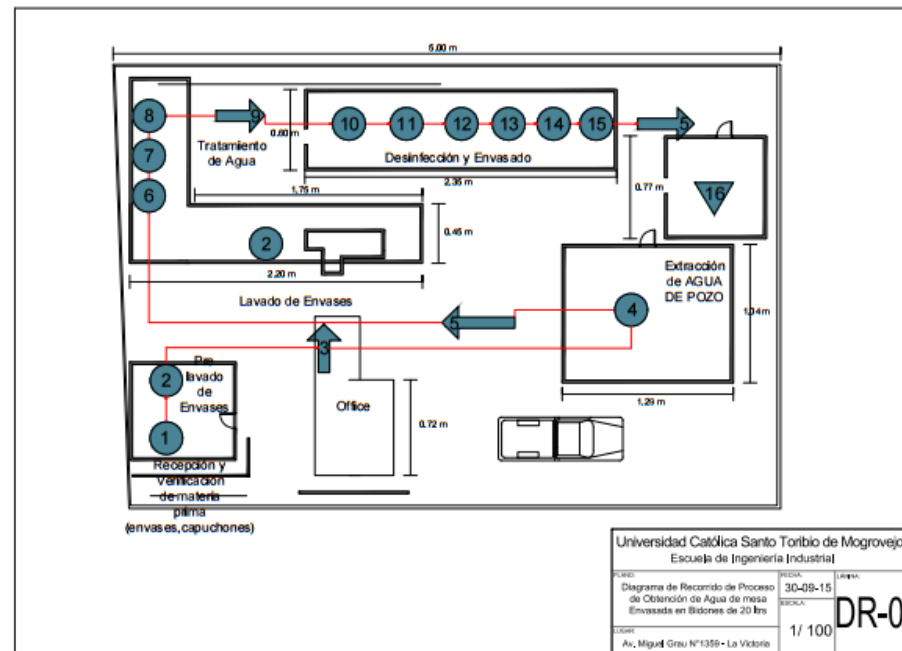


Figura N° 10: Diagrama de recorrido del proceso de obtención de agua de mesa envasada en bidones de 20 litros
Fuente: Empresa Industrias y Derivados S.A.C.

En la Figura N° 10 se puede apreciar el diagrama de recorrido de la empresa Industrias y Derivas S.A.C., en la cual se muestra que existe doble estación de lavado, espacio que es desaprovechado ya que solo se cuenta con un operario para cumplir con esta operación. Así mismo, se puede notar que se cuenta con un proceso de producción organizado de manera lineal pero que se encuentra sectorizado, dividido por distancias que exigen de transportes que aumentan los tiempos de operación.

E) Producción histórica

En la Tabla N° 08 se presenta la producción histórica de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

Tabla N° 08: Producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Tiempo	Bidón de 20 litros (unidades)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	3 023	5 827	5 679	6 466	5 762
Febrero	3 431	6 601	6 013	5 627	6 281
Marzo	3 695	5 039	6 327	6 460	6 022
Abril	3 173	5 683	4 911	4 490	6 152
Mayo	3 303	5 769	4 192	4 340	6 087
Junio	2 852	4 384	5 310	3 230	6 120
Julio	2 544	3 489	3 254	3 135	6 104
Agosto	2 513	3 392	3 690	3 145	6 112
Setiembre	2 801	3 433	3 756	4 680	6 108
Octubre	2 788	3 789	4 108	4 500	6 109
Noviembre	5 349	4 330	4 604	5 200	6 109
Diciembre	5 218	4 175	5 581	6 800	6 109
TOTAL	40 690	55 911	57 425	58 073	73 075

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la Figura N° 11 se presenta la tendencia de la evolución de la producción histórica de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

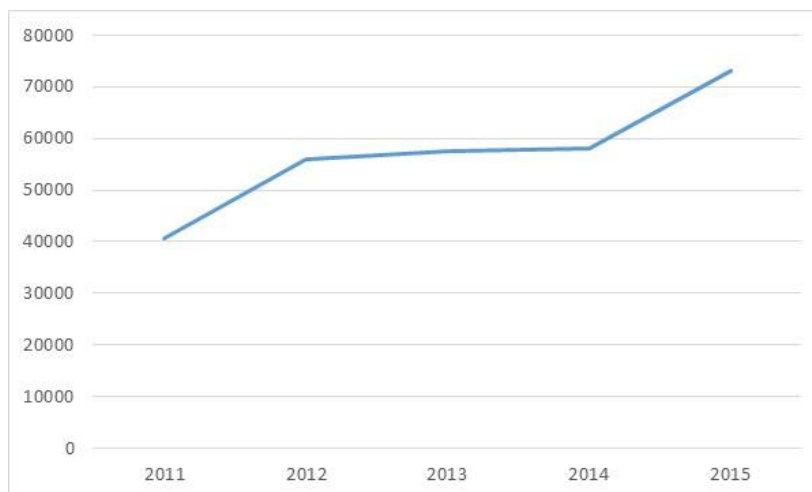


Figura N° 11: Evolución de la producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

F) Demanda histórica

En la Tabla N° 09 se presenta la demanda histórica de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

Tabla N° 09: Demanda histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Tiempo	Bidón de 20 litros (unidades)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	3 191	6 009	5 860	6 716	6 002
Febrero	3 558	6 779	6 190	5 827	6 517
Marzo	3 800	5 182	6 479	6 644	6 196
Abril	3 173	5 683	4 911	4 608	6 270
Mayo	3 442	5 769	4 357	4 340	6 257
Junio	2 980	4 384	5 310	3 373	6 261
Julio	2 699	3 489	3 404	3 167	6 226
Agosto	2 513	3 495	3 796	3 194	6 291
Setiembre	2 801	3 433	3 904	4 848	6 294
Octubre	2 788	3 928	4 155	4 694	6 193
Noviembre	5 349	4 466	4 604	5 200	6 289
Diciembre	5 385	4 326	5 712	6 980	6 352
TOTAL	41 679	56 943	58 682	59 591	75 148

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la Figura N° 12 se presenta la tendencia de la evolución de la demanda histórica de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

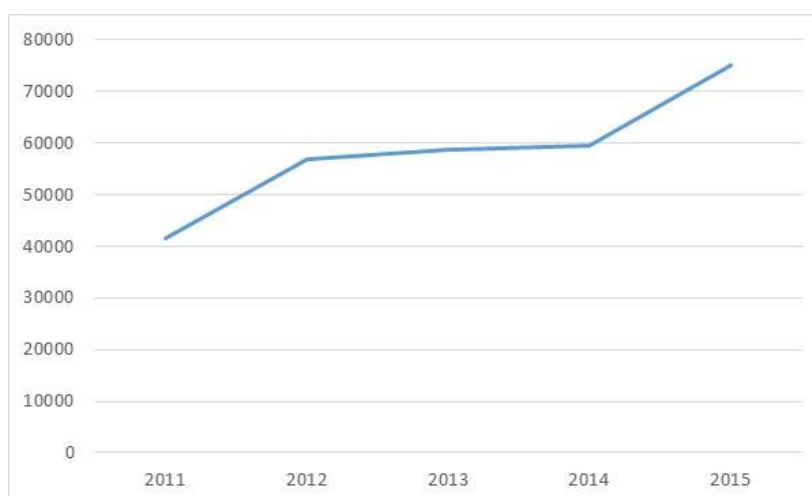


Figura N° 12: Evolución de la demanda histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

G) Pedidos no atendidos históricos

En la Tabla N° 10 se presenta la cantidad de pedidos no atendidos de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

Tabla N° 10: Pedidos no atendidos históricos de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Tiempo	Bidón de 20 litros (unidades)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	168	182	181	250	240
Febrero	127	178	177	200	236
Marzo	105	143	152	184	174
Abril	0	0	0	118	118
Mayo	139	0	165	0	170
Junio	128	0	0	143	141
Julio	155	0	150	32	122
Agosto	0	103	106	49	179
Setiembre	0	0	148	168	186
Octubre	0	139	47	194	84
Noviembre	0	136	0	0	180
Diciembre	167	151	131	180	243
TOTAL	989	1 032	1 257	1 518	2 073

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la Figura N° 13 se presenta la tendencia de la evolución de los pedidos no atendidos de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

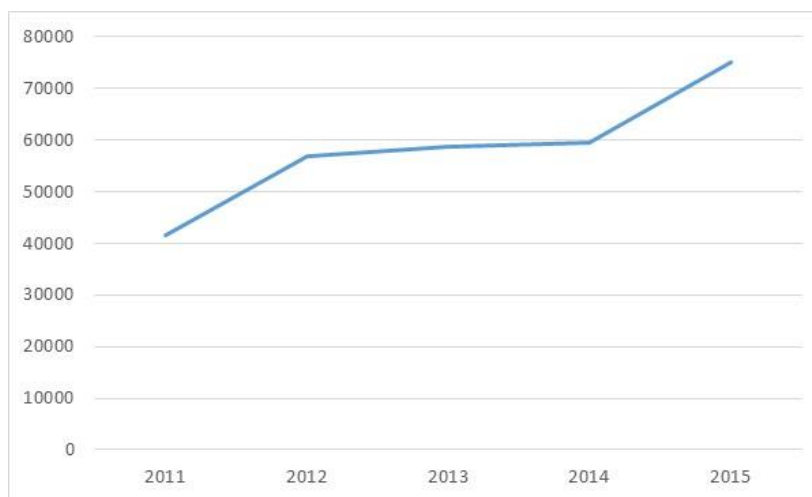


Figura N° 13: Evolución de los pedidos no atendidos de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

A partir del año 2011 se empezaron a incumplir ciertas cantidades de pedidos. En este año se incumplió con un total de 3561 unidades de agua envasada en bidones de veinte litros que no fueron vendidas a tiempo lo que generó que dichas unidades tuvieran que ser rematadas u ofrecidas a otros clientes con un precio inferior debido a que no se cuenta con un almacén lo suficientemente grande como para poder tener esa cantidad de inventario. Este problema se debe a diversos factores, sin embargo es la productividad de la mano de obra la que influye directamente en los retrasos en la producción del agua de mesa envasada.

H) Indicadores de producción

- Productividad Materia prima (2011-2014)

Se determinará la cantidad de litros de agua envasada respecto al agua no tratada que ingreso al proceso.

Tabla N° 11: Productividad de la materia prima (2011-2014)

Año	Productividad de Materia Prima
2011	$\frac{813\ 800\ L\ de\ agua\ envasada}{1\ 017\ 250\ L\ de\ agua\ no\ tratada} = 80\ \%$
2012	$\frac{1\ 118\ 220\ L\ de\ agua\ envasada}{1\ 453\ 686\ L\ de\ agua\ no\ tratada} = 76,92\ \%$
2013	$\frac{1\ 148\ 500\ L\ de\ agua\ envasada}{1\ 550\ 475\ L\ de\ agua\ no\ tratada} = 74,07\ \%$
2014	$\frac{1\ 161\ 460\ L\ de\ agua\ envasada}{1\ 626\ 044\ L\ de\ agua\ no\ tratada} = 71,43\ \%$
2015	$\frac{1\ 461\ 500\ L\ de\ agua\ envasada}{2\ 119\ 175\ L\ de\ agua\ no\ tratada} = 68,97\ \%$

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la tabla anterior se aprecia el decremento de la productividad respecto a la cantidad de agua no tratada que ingresa al proceso frente a la cantidad que se convierte en parte del producto final.

Tabla N° 12: Productividad Mano de Obra (2011-2014)

Año	Productividad de Mano de Obra
2011	$\frac{40\ 690\ unidades\ producidas}{2\ 400\ Horas\ al\ año} = 17\ \frac{und}{Hora}$
2012	$\frac{55\ 911\ unidades\ producidas}{4\ 800\ Horas\ trabajadas\ al\ año} = 12\ \frac{und}{Hora}$
2013	$\frac{57\ 425\ unidades\ producidas}{4\ 800\ Horas\ trabajadas\ al\ año} = 12\ \frac{und}{Hora}$
2014	$\frac{58\ 073\ Unidades\ producidas}{4\ 800\ Horas\ trabajadas\ al\ año} = 12\ \frac{und}{Hora}$
2015	$\frac{73\ 075\ Unidades\ producidas}{4\ 800\ Horas\ trabajadas\ al\ año} = 15\ \frac{und}{Hora}$

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la tabla anterior se aprecia la productividad respecto a la cantidad de agua no tratada que ingresa al proceso frente a la cantidad que se convierte en parte del producto final.

- **Eficiencia Física y Económica**

○ **Eficiencia física:**

$$\frac{20 \text{ LITROS / BIDÓN}}{29 \text{ LITROS AGUA DE RED}} = 68,97 \%$$

Se indica que por cada 29 litros de agua no tratada se aprovechan 20 litros de agua purificada teniéndose una eficiencia física del 68,97 %.

○ **Eficiencia Económica:**

$$\frac{10 \text{ SOLES}}{6 \text{ SOLES}} = 1,67$$

El precio de venta es de 10 soles y el costo aproximado de producir una unidad es de seis nuevos soles. Significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 0,67 soles.

- **Capacidad**

○ **Capacidad de Diseño:** Capacidad representada por el número máximo de producto que se puede obtener en condiciones ideales.

Capacidad de diseño	200 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

○ **Capacidad Real:** capacidad representada por la cantidad máxima a la que se llegó en un turno de producción.

Capacidad de real	136 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

○ **Capacidad Utilizada:** Capacidad representada por lo que realmente se produce.

Capacidad utilizada	120 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

○ **Utilización**

La utilización será determinada en base a la capacidad real de la planta y la capacidad de diseño de la misma.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{capacidad de diseño}} = \frac{136}{200} = 68 \%$$

○ **Capacidad Ociosa**

Viene a ser la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real.

$$\text{Capacidad Ociosa} = \text{Capacidad de Diseño} - \text{Capacidad Real}$$

$$\text{Capacidad Ociosa} = 200 - 136 = 64 \text{ und / turno}$$

3.1.6. Análisis de demanda

De acuerdo a la demanda histórica del bidón de 20 litros registrada del 2011 al año 2015; se pronosticó la demanda para los próximos 5 años mediante el método de regresión lineal a través del programa Microsoft Excel.

Tabla N° 13: Demanda histórica del bidón de 20 litros

Año	Unidades
2011	41 679
2012	56 943
2013	58 682
2014	59 591
2015	75 148

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

En la Figura N° 14 se presenta la tendencia de la evolución de la producción histórica de agua de mesa en su presentación de bidón de 20 litros, donde se muestra las unidades producidas durante el periodo del año 2011 hasta el 2015.

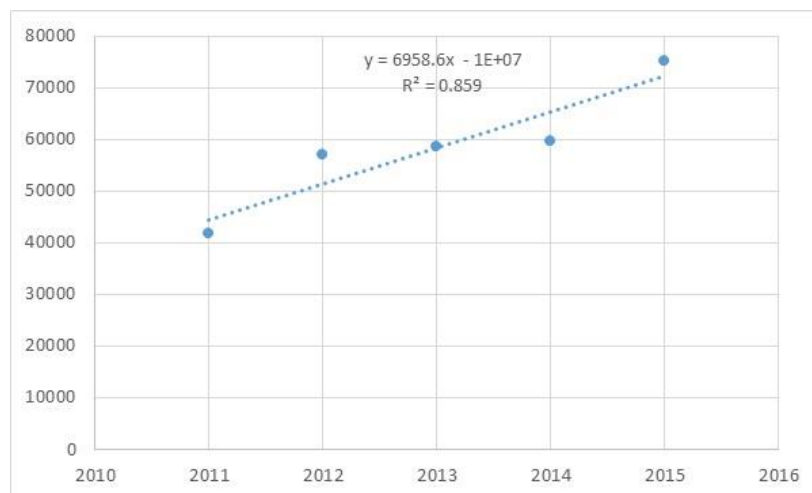


Figura N° 14: Tendencia de la producción histórica de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

La línea de tendencia de la producción histórica de la empresa Industrias y Derivados S.A.C. en su línea de agua de mesa envasada en bidones de veinte litros en el periodo del año 2011 al 2015 nos muestra nos indica un modelo lineal, por lo cual se verifica la correlación de la data para emplear el método de pronósticos de progresión lineal.

Tabla N° 14: Estadísticas de regresión de demanda histórica de la empresa durante el periodo 2011 al 2015

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,9268
Coefficiente de determinación R ²	0,8590
R ² ajustado	0,8120
Error típico	5147,38
Observaciones	5

Elaboración: Propia

Tabla N° 15: Pronóstico de demanda histórica del bidón de 20 litros

Año	Unidades
2016	79 284
2017	86 243
2018	93 202
2019	100 160
2020	107 119

Elaboración: Propia

La demanda proyectada supera la producción actual (Tabla N° 13), por lo cual debemos incrementar la productividad de la empresa para lograr abastecer la creciente demanda y cumplir con todos los pedidos.

3.2. PROPUESTA DE MEJORA

3.2.1. Estudio de movimientos

Ante la falta de un método estandarizado de proceder en la ejecución de las operaciones, se propone un estudio de movimientos para determinar los therbligs necesarios para la optimización de los tiempos de ejecución de las diversas actividades, con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del proceso (lavado) y aumentar la productividad de la empresa.

	Mano izquierda	operación	transporte	almacen	demora	tiempo	Distancia(cm)	operación	transporte	almacen	demora	tiempo	Distancia(cm)	Mano derecha
1	Inactiva	○	→	▽	●	0.031		●	→	▽	○	0.02		Toma cubeta con agua
2	Sostiene Envase	●	→	▽	○	0.02		●	→	▽	○	0.01		Aplica ayudin y sumerge en agua
3	Mueve envase	●	→	▽	○	0.01		●	→	▽	○	0.015		Lava y desinfecta envase con escobilla
4	inactiva	○	→	▽	●	0.03		●	→	▽	○	0.016		Toma Cuchilla
5	Sostiene envase	●	→	▽	○	0.02		●	→	▽	○	0.011		Lava y desinfecta envase con escobilla
6	Mueve envase	●	→	▽	○	0.03		●	→	▽	○	0.011		Mueve escobilla al interior del envase
7	Toma envase y traslada	○	→	▽	○	0.05	30	●	→	▽	○	0.008		Toma envase y traslada a parihuela
8	Inactiva	○	→	▽	●	0.01		●	→	▽	○	0.009		Toma envase
9	Abre caño	●	→	▽	○	0.01		●	→	▽	○	0.02		Sostiene envase
10	Mueve y enjuaga envase	●	→	▽	○	0.04		●	→	▽	○	0.02		Mueve y enjuaga envase
11	Traslada a Parihuela	○	→	▽	○	0.01	30	○	→	▽	○	0.01	20	Traslada a parihuela

Figura N° 15: Diagrama Bimanual Etapa de Pre Lavado de Envases
Elaboración: Propia

Tabla N° 16: Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de Pre lavado de Envases

Resumen	Mano Derecha	Mano Izquierda
Número de Operaciones	7	9
Número de Transportes	2	2
Número de Almacenamientos	0	0
Número de Demoras	3	1
Total de Tiempo (min)	0,11	0,11
Total Distancia(cm)	25	25

Elaboración: Propia

	Mano izquierda						Distancia(cm)						Distancia (cm)	Mano derecha
		operación	transporte	almacén	demora	tiempo		operación	transporte	almacén	demora	tiempo		
1	Inactiva	●	⇒	▽	D	0,03		●	⇒	▽	D	0,03		Toma envase
2	Sumerge envase en tina de agua	●	⇒	▽	D	0,03		●	⇒	▽	D	0,03		Sumerge envase en tina de agua
3	Mueve envase	●	⇒	▽	D	0,6		●	⇒	▽	D	0,6		Mueve envase
4	Lava y desinfecta envase	●	⇒	▽	D	0,8		●	⇒	▽	D	0,8		Lava y desinfecta envase
5	Agita envase con agua clorada	●	⇒	▽	D	0,2		●	⇒	▽	D	0,2		Lava y desinfecta envase con escobilla
6	Sostiene envase	●	⇒	▽	D	0,05		●	⇒	▽	D	0,05		Mueve escobilla al interior del envase
7	Lava y desinfecta envase	●	⇒	▽	D	0,8	30	●	⇒	▽	D	0,8		Toma envase y traslada a parihuela
8	Inactiva	○	⇒	▽	D	0,1		●	⇒	▽	D	0,1		Toma envase

Figura N° 16: Diagrama Bimanual de Lavado de Envases

Elaboración: Propia

Tabla N° 17: Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de Pre lavado de Envases

Resumen	Mano Derecha	Mano Izquierda
Número de actividades	7	7
Número de Transportes	0	0
Número de Almacenamientos	0	0
Número de Demoras	1	1
Total de Tiempo (min)	3,5	3,5
Total Distancia(cm)	30	30

Elaboración: Propia













Mano Izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo(seg)	Distancia (cm)	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo	Distancia (cm)	Mano Derecha
					0.01	0					0.01		Toma Envase
					0.01	0					0.01		Abre Caño
					0.03	0					0.03		Llena Envase con Agua
					0.03	0					0.03		Agita envase con Agua
					0.01	0					0.01		Supervisa Envase
					0.02	0					0.02		Coloca envase en carreta

Figura N° 17: Diagrama Bimanual etapa de Enjuague de Envases
Elaboración: Propia

Tabla N° 18: Resumen de actividades de diagrama bimanual de la etapa de lavado de envases

Resumen	Mano Derecha	Mano Izquierda
Número de Operaciones	5	5
Número de Transportes	1	0
Número de Almacenamientos	0	0
Número de Demoras	0	1
Total de Tiempo (min)	0,11	0,11
Total Distancia(cm)	25	25

Elaboración: Propia

Mano Izquierda	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo(seg)	Distancia (cm)	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo	Distancia (cm)	Mano Derecha
	●				0.02	0	●				0.02	0	Toma Envase
	●				0.04	0	●				0.04	0	Sumerge envase en tina de agua
	●				0.01	0	●				0.01	0	Mueve envase
	●				0.05	0	●				0.05	0	Lava y desinfecta Envase
	●				0.02	0	●				0.02	0	Supervisa Envase
	●				0.03	0	●				0.03	0	Vaciado de Recipiente en el envase
	●				0.09	0	●				0.09	0	Lava y desinfecta

Figura N° 18: Diagrama Bimanual de Desinfección de Envases
Elaboración: Propia

Tabla N° 19: Resumen diagrama bimanual desinfección de envases

Resumen	Mano Derecha	Mano Izquierda
Número de actividades	8	7
Número de Transportes	1	0
Número de Almacenamientos	0	0
Número de Demoras	0	1
Total de Tiempo (min)	0,28	0,28
Total Distancia(cm)	25	25

Elaboración: Propia

	Operador	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (min)	Distancia(cm)	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Tiempo (min)	Distancia	Máquina
1	Toma envase	●	⇒	▽	D	0,04	0	●	⇒	▽	D	0,14	0	Máquina encendida
2	Sacar envase	●	⇒	▽	D	0,04	0	●	⇒	▽	D	0,10	0	Operativa
3	Sostiene envase	●	⇒	▽	D	0,02	0	●	⇒	▽	D	0,15	0	Operativa
4	Coloca envase en parihuela	●	⇒	▽	D	0,01	100	○	⇒	▽	D	0	100	No operativa

Figura N° 19: Diagrama Hombre- Máquina etapa de Llenado de envase
Elaboración: Propia

3.2.1.1. Plan de capacitación

Para lograr la estandarización de la ejecución de las operaciones, se propone un plan de capacitación para entrenar a los operarios en el desarrollo de los therbligs necesarios para la optimización de los tiempos de ejecución de las diversas actividades, con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del proceso (lavado) y aumentar la productividad de la empresa.

- **Naturaleza:** Capacitación en métodos de trabajo en las operaciones de pre lavado, desinfección y lavado de envases
- **Alcance:** Área de producción de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.
- **Justificación:** En el mundo competitivo en que se vive, es deber de las organizaciones capacitar al personal para poder optimizar sus resultados y su posición competitiva.
- **Objetivo:**
 - Preparar a los operarios para la óptima ejecución de las tareas específicas de su labor.

Tabla N° 20: Recursos necesarios para la capacitación

Recurso	Descripción	Costo
Humano	Capacitador	S/. 2 000,00
Materiales	Alquiler de local por dos horas (Auditorio Cámara de Comercio)	S/. 80,00
	Papelería	S/. 50,00
	Coffe Break	S/. 100,00
Tecnológico	Equipo (laptop, ecran, proyector, equipo de sonido)	Incluido en el costo del local
Total	S/. 2 230,00	

Elaboración: Propia

Tabla N° 21: Cronograma de capacitación

Actividad	Responsable	Mes				Resultado
		Semana				
		1	2	3	4	
Elegir al capacitador	Gerencia	X				Contrato del capacitador
Establecer lineamientos	Gerencia		x			Programa de capacitación
	Capacitador					
Desarrollo de Capacitación	Capacitador			x		Operarios capacitados
Evaluación	Capacitador				x	Resultados de capacitación para establecer retroalimentación
Seguimiento	Gerencia	Constante				Mejora continua

Elaboración: Propia

3.2.2. Nueva disposición de planta

3.2.2.1. Diagrama de recorrido propuesto

Ante el problema de la deficiente distribución de planta que eleva los tiempos de transportes y el número de actividades improductivas se plantea establecer una nueva disposición de planta, con la finalidad de eliminar las operaciones de transporte que no agreguen valor al proceso y lograr así, el incremento de la productividad de la empresa.

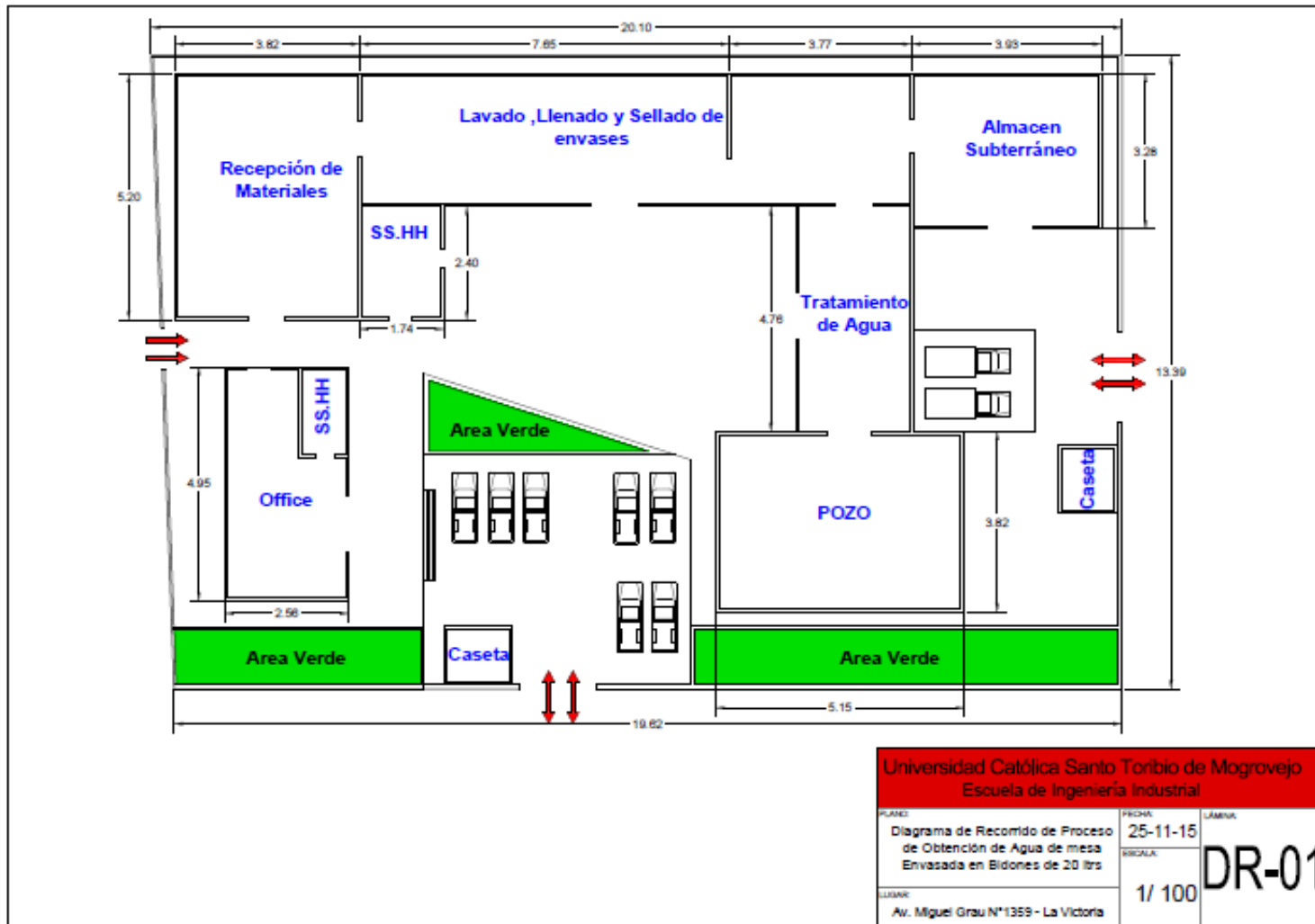


Figura N° 20: Propuesta de nueva distribución de planta de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.
Fuente: Elaboración Propia

La propuesta de la nueva distribución se basa en el flujo ideal para evitar demoras y transporte, por lo cual se establece que:

1. La recepción de materiales directos, posea la mínima distancia hasta el área de lavado, llenado y sellado de los mismos.
2. El área de tratamiento debe situarse lo más próximo posible al pozo existente en la empresa para reducir conexiones innecesarias y tiempos de llegada de la materia prima al proceso de producción.
3. La entrada y salida de vehículos se encuentre próximo al almacén, reduciendo demoras en la estiba y desestiba de los productos a distribuir.
4. La disposición de áreas verdes que, contribuyan al medio ambiente y mejoren la vista de la planta.
5. Servicios higiénicos clasificados, para evitar tiempos muertos entre operarios y personal administrativo.

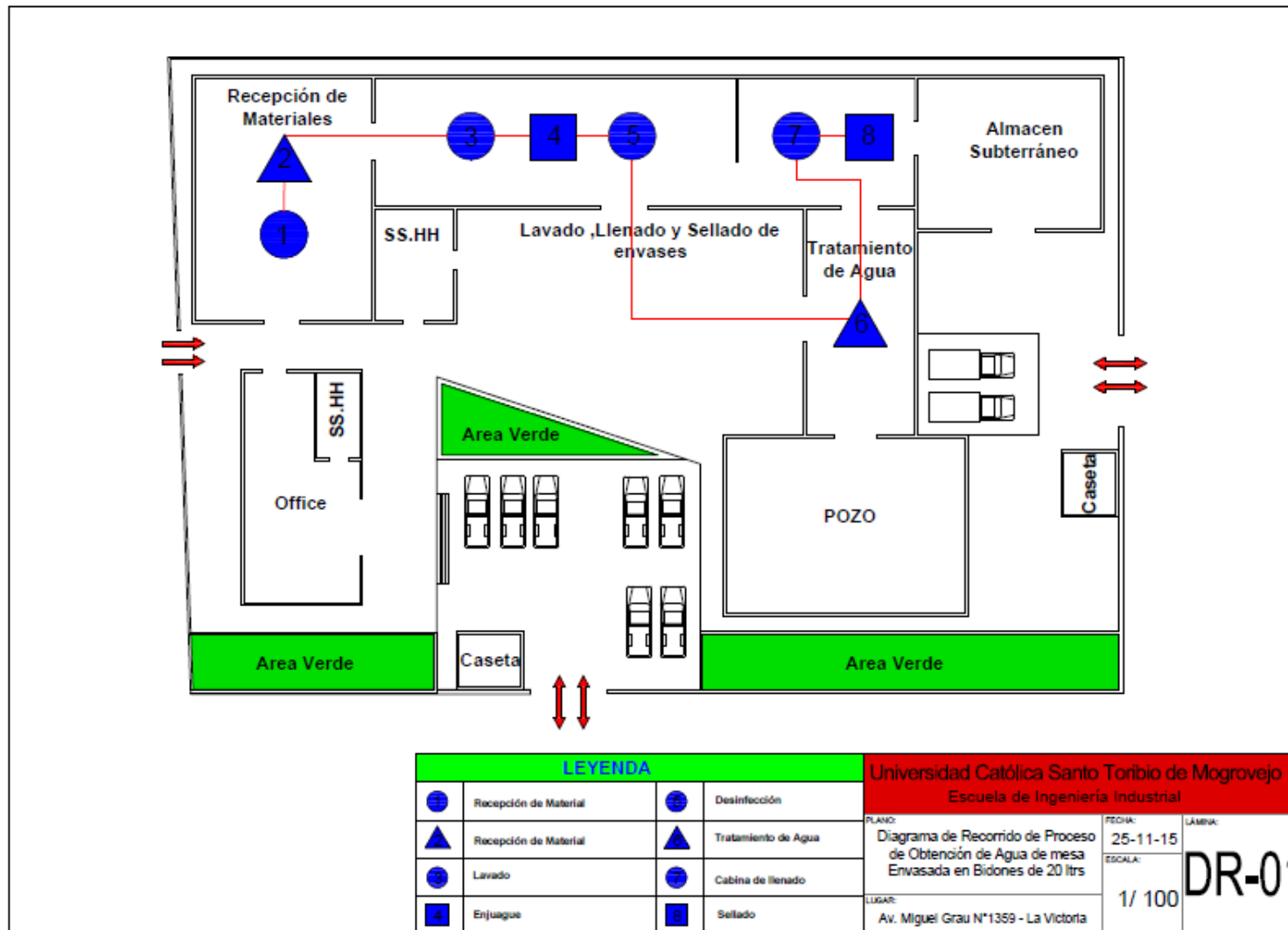


Figura N° 21: Propuesta del nuevo diagrama de recorrido del proceso de producción de bidones de 20 litros en la empresa Industrias y Derivados S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2.2. Diagrama de análisis de procesos propuesto

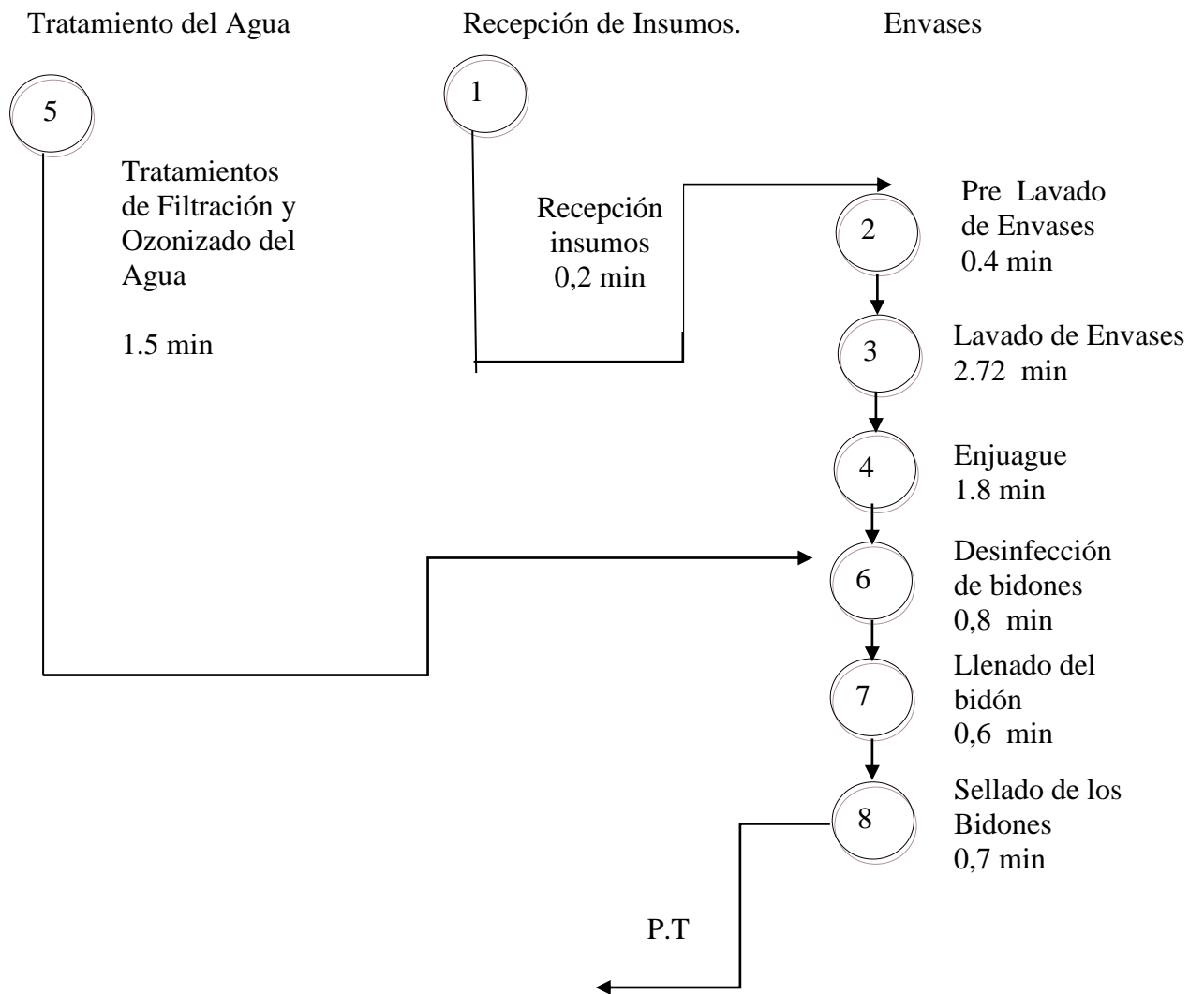


Figura N° 22: Diagrama de análisis de proceso propuesto
Elaboración: Propia

Tabla N° 22: Resumen de Operaciones

Operación	Cantidad	Tiempo(minutos)	Total
Operaciones	8	11	11

Elaboración: Propia

3.2.3. Planificación agregada

Para cumplir con la demanda en la empresa INDUSTRIAS Y DERIVADOS S.A.C. se utilizará la Planeación Agregada, tomando como dato la producción de agua ozonizada de mesa durante el año 2015 periodo durante el cual se tuvieron 300 días laborales, contando con un número de 12 trabajadores que se dividen el trabajo en dos turnos de 8 horas por turno.

Tabla N° 23: Planificación agregada opción de horas extras

Días laborales	Producción (unid)	Demanda (unid)	Días trabajados por mes	Horas/día	Horas totales	Horas /unidad	Unidades Por Producir	Horas extras
Enero	5 762	6 002	25	16	400	0,07	240	17
Febrero	6 281	6 517	25	16	400	0,06	236	15
Marzo	6 022	6 196	25	16	400	0,07	174	12
Abril	6 152	6 270	25	16	400	0,07	118	8
Mayo	6 087	6 257	25	16	400	0,07	170	11
Junio	6 120	6 261	25	16	400	0,07	141	9
Julio	6 104	6 226	25	16	400	0,07	122	8
Agosto	6 112	6 291	25	16	400	0,07	179	12
Setiembre	6 108	6 294	25	16	400	0,07	186	12
Octubre	6 109	6 193	25	16	400	0,07	84	6
Noviembre	6 109	6 289	25	16	400	0,07	180	12
Diciembre	6 109	6 352	25	16	400	0,07	243	16
Total	73 075	75 148	300		4 800		2 073	136

Elaboración: Propia

Usando los datos de la Tabla N° 23, la demanda es de 75 148 unidades de agua ozonizada embotellada en bidones de 20 litros, para ello se requieren un total de 4 936 horas, sin embargo, solo se disponen de dos turnos de 8 horas al día que suman un total de 16 horas al día y 4 800 horas al año para producir, usando una mano de obra de 6 operarios por turno. Por lo tanto, para cumplir con los requerimientos de la demanda se necesitarán de 136 horas extras que incurren en los siguientes costos:

Tabla N° 24: Detalle de Costos de horas extras

Detalle	Costo en soles
Costo de hora extra	4,00 soles
Salario medio	3,00 soles/hora
Horas de M.O. para producir una unidad	0,07 horas/unid
Horas disponibles de trabajo	4 544 horas/año
Operarios disponibles	12 operarios/turno
Horas extra a pagar	136 horas/año

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

El cálculo se realizará de la siguiente manera:

- **Costo de mano de obra:**
 - *Costo de M.O.*=(4 800 h/año)*(3 soles/h)*(12 operarios)
 - *Costo de M.O.*= 172 800 soles/operario
- **Costo de hora extra:**
 - *Costo de Hora extra*=(136 horas/año)*(4 soles/hora)*(12 operarios)
 - *Costo de Hora extra*=6 528 soles/año
- **Costo Total:**
 - *CostoTotal*=*CostodeM.O.*+*CostoHoraextra*
 - *CostoTotal*=172 800 + 6 528
 - ***CostoTotal*= 179 328 soles/año**

3.2.4. Nuevos indicadores de producción

- Nuevo ciclo de producción

El ciclo de producción se calculará teniendo como base 60 min que representarán a una hora de producción, así como también la data histórica de la empresa.

$$\text{Nuevo ciclo de producción} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{22 \frac{\text{unidades}}{\text{hora}}} = 2,72 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}$$

- Productividad Materia prima

$$\frac{2\,142\,376 \text{ L de agua envasada}}{2\,570\,851 \text{ L de agua no tratada}} = 83,33 \%$$

- Productividad Mano de Obra

$$\frac{107\,119 \text{ Unidades producidas}}{4\,800 \text{ Horas trabajadas al año}} = 22 \frac{\text{und}}{\text{Hora}}$$

- **Eficiencia Física y Económica**

○ **Eficiencia física:**

$$\frac{20 \text{ LITROS / BIDÓN}}{24 \text{ LITROS AGUA DE RED}} = 83,33 \%$$

Se indica que por cada 24 litros de agua no tratada se aprovechan 20 litros de agua purificada teniéndose una eficiencia física del 83,33%, lo que significa que existe un incremento del 14,36%.

○ **Eficiencia Económica:**

$$\frac{10 \text{ SOLES}}{5 \text{ SOLES}} = 2$$

El precio de venta es de 10 soles y el costo aproximado de producir una unidad es de cinco nuevos soles. Significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 2 soles.

- **Capacidad**

- **Capacidad de Diseño:** Capacidad representada por el número máximo de producto que se puede obtener en condiciones ideales.

Capacidad de diseño	200 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

- **Capacidad Real:** capacidad representada por la cantidad máxima a la que se llegó en un turno de producción.

Capacidad de real	184 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Elaboración: Propia

- **Capacidad Utilizada:** Capacidad representada por lo que realmente se produce.

Capacidad utilizada	176 unidades /turno
Horas trabajadas /turno	8 horas

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

○ **Utilización**

La utilización será determinada en base a la capacidad real de la planta y la capacidad de diseño de la misma.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{capacidad de diseño}} = \frac{176}{200} = 88 \%$$

- **Capacidad Ociosa**

Viene a ser la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real.

Capacidad Ociosa = Capacidad de Diseño – Capacidad Real

Capacidad Ociosa = 200 – 184 = 16 und / turno

- **Comparativo de indicadores**

Tabla N° 25: Comparativo de Indicadores entre situación Actual y la propuesta de mejora

INDICADOR	ACTUAL	PROPUESTA
Productividad de Materia Prima	68,97 %	83,33 %
Productividad de Mano de Obra	$\frac{15 \text{ und}}{\text{hora}}$	$\frac{22 \text{ und}}{\text{hora}}$
Tiempo Estándar	19,007 min	11 min
Cuello de Botella	Etapa de Lavado de envases = 4 min	Etapa de Lavado de envases = 2,72 min
Capacidad de diseño	200 und/turno	200 und/turno
Capacidad Real	136 und /turno	184 und/turno
Capacidad Utilizada	68 %	88 %
Capacidad Ociosa	64 und/turno	16 und/turno

Elaboración: Propia

3.3. EVALUACIÓN COSTO – BENEFICIO

La evaluación costo – beneficio incluirá el detalle de todos los beneficios económicos de las propuestas para la empresa Industrias y Derivados S.A.C.

3.3.1. Inversión

En la tabla N° 26, se presentan la inversión que se necesitan para alcanzar las metas trazadas, dicha inversión concierne conceptos como capital de trabajo, infraestructura y la capacitación del personal para la adecuación de la nueva gestión.

Tabla N° 26: Inversión (Soles)

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN TOTAL
CAPITAL DE TRABAJO	33 035,17
INVERSIÓN TANGIBLE	
Infraestructura	5 000
TOTAL INVERSIÓN TANGIBLE	5 000
INVERSIÓN INTANGIBLE	
Capacitación	5 000
Estudio	1 000
TOTAL INVERSIÓN INTANGIBLE	6 000
IMPREVISTOS	1 000
INVERSIÓN TOTAL	S/. 45 035,17

Elaboración: Propia

3.3.1.1. Capital de trabajo

Para el análisis del capital de trabajo, se establecen los años proyectados calculando ingresos, egresos, déficit y utilidades, los cuales se muestran a continuación, en la Tabla N° 27.

Tabla N° 27: Capital de trabajo (Soles)

	2016	2017	2018	2019	2020
INGRESOS	792 844	862 430	932 016	1 001 602	107 1188
EGRESOS	396 422	431 215	466 008	500 801	535 594
SALDO (DEFICIT/SUPERAVIT)	396 422	431 215	466 008	500 801	535 594
UTILIDAD ACUMULADA	396 422	827 637	1 293 645	179 4446	2 330 040

Elaboración: Propia

De la misma forma establecida en la Tabla N° 28, se desglosa en meses el año base, 2016, para identificar las utilidades acumuladas que beneficiarán a la empresa, tras la ejecución del plan propuesto.

Tabla N° 28: Capital de trabajo del año 2016 (Soles)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
INGRESOS	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33	66 070,33
EGRESOS	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17
SALDO (DEFICIT/SUPERAV IT)	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17	33 035,17
UTILIDAD ACUMULADA	33 035,17	66 070,33	99 105,50	132 140,67	165 175,83	198 211,00	231 246,17	264 281,33	297 316,50	330 351,67	363 386,83	396 422,00

Elaboración: Propia

3.3.2. Tasa Interna de retorno

Sin duda el indicador más importante que nos muestra este estado financiero, es el TIR (tasa interna de retorno), como se aprecian en el cuadro: nos indica que el proyecto si es viable, y que posee las condiciones necesarias para ser aceptado, al mismo tiempo nos muestra una TIR de 58%, siendo evidente el costo de oportunidad de la presente inversión

Tabla N° 29: Corriente de Liquidez Actualizadas – Capital Invertido (Soles)

	PRE OPER	2015	2016	2017	2018	2019
ENTRADA DE EFECTIVO	292 300	792 844	862 430	932 016	1 001 602	1 071 188
1. ENTRADA DE OPERACIONES	292 300	792 844	862 430	932 016	1 001 602	1 071 188
1.1 VENTAS AL CONTADO	0	792 844	862 430	932 016	1 001 602	1 071 188
1.2 VENTAS AL CREDITO	0	0	0	0	0	0
SALIDA DE EFECTIVO	45 035,17	396 422	431 215	466 008	500 801	535 594
2. INVERSIÓN	45 035,17	0	0	0	0	0
3. GASTOS	0	396 422	431 215	466 008	500 801	535 594
CORRIENTES DE LIQUIDEZ NETAS	247 264,83	396 422	431 215	466 008	500 801	535 594
CORRIENTES DE LIQU NET ACUM	247 264,83	643 686,83	1 074 901,83	1 540 909,83	2 041 710,83	2 577 304,83
Valor actualizado neto al(*)	1 402 440					
Tasa Interna de Retorno	58%					
(*)	12%					

Elaboración: Propia

IV. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el estudio correspondiente del problema, el diagnóstico y el entorno empresarial, se puede concluir con lo siguiente: el principal problema que afecta a Industrias y Derivados S.A.C. es que, al no poseer personal calificado y planes de producción, no poseen capacidad de respuesta ante los pedidos de los clientes que demandan cada vez mayor volumen de productos. Por ello, se establecen una serie de mejoras que, contribuirán a la mejora de lo antes descrito.

Al analizar el problema principal, se recurrió al análisis de movimientos, con la finalidad de reducir el tiempo de ciclo del proceso de lavado, el cual constituía un cuello de botella. Acorde a los problemas detectados en el diagnóstico, se propone un plan de capacitación para el personal en general, que apoye en la estandarización de los procesos, que, a mediano plazo incrementarán la producción de la empresa de 15 unidades por hora a 22 unidades por hora, al contar con el recurso humano apto para las funciones a realizar. Además, se presentó un nuevo diagrama de recorrido, buscando la eliminación de las operaciones de transporte, pues estas no generan ningún valor esencial al proceso productivo principal, logrando reducir tiempos en el proceso global. Al ejecutar, dichas mejoras, se calcularon nuevos indicadores de producción, los cuales fueron comparados con los anteriormente diagnosticados, logrando establecer que, aumenta la productividad de materia prima a 83,33%, es decir aumentó la productividad un total de un 14.36 % respecto a la actual y se disminuye el cuello de botella de 4 minutos a 2,72 minutos es decir se reduce 1.28 minutos el cuello de botella

Finalmente, se evaluó la propuesta, en un análisis costo – beneficio, obteniendo como resultado una VAN de 1 402 440 y una TIR de 58%, señalando la factibilidad de la implementación de la mejora; con la única finalidad de lograr el incremento de la productividad para el cumplimiento de todos los pedidos, repercutiendo en el prestigio y confianza de la Empresa, así como también en su rentabilidad.

V. RECOMENDACIONES

Aplicar la mejora propuesta en esta investigación, pues esta genera un beneficio para la empresa.

Realizar capacitaciones continuas a los trabajadores para que tengan conocimiento de los procedimientos establecidos para la ejecución de las operaciones diarias con la finalidad de disminuir tiempos de operación para mejorar la productividad de la empresa.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Betaleluz Lincoln. 2012. “Mejora de la Productividad en la elaboración de pisco puro no aromático”. Ingeniería Industrial N° 27, ISSN 1025-9929, pp 51-60. (Acceso en 12 de Abril de 2016)
- Cabrejos Álvarez, Danphe y Mejía Pastor, Karla Cecilia. “Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C. mediante la aplicación de la metodología PHVA”. (en línea). Lima. Perú. Universidad San Martín de Porres. Facultad de ingeniería y Arquitectura. 2013. Consultado el 8 de junio del 2016. Disponible en http://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20131_3.pdf
- Chiavenato, Idalberto. 1999. “Introducción a la Teoría General de la Administración”. México: Editorial Mc Graw – Hill.
- García, Criollo. 2005. “Estudio del Trabajo. Mc Graw Hill Interamericana”.
- Hanke John, Reitch Arthur. 2009. “Pronósticos en los negocios” México. 5° Edición. Editorial: Prentice Hall.
- Heizer, Jay, Ballou Render. 2009 “Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas”. Madrid. Editorial: Pearson Education S.A.
- Hernández Juan. 2012. “Mejoramiento de la calidad y productividad en una empresa manufacturera de empaques de polietileno”. Revista Ingeniería UC, Vol. 19, No. 3 (Acceso en 10 de Abril de 2016)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2003. “Metodología de la investigación”. México: Editorial McGraw-Hill.
- Kanaway, George. 2010. “Introducción al estudio del trabajo”. Ginebra. 4° Edición. Oficina Internacional del Trabajo (OIT)
- Krajewski, Lee, Ritzman, Larry, Malhotra Manoj. 2008. “Administración de operaciones” México. 8° Edición. Editorial: Pearson Educación: México.
- Niebel Benjamin, Freivalds Andris. 2009. “Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo”. México. 12° Edición. Editorial: Mc. Graw Hill.
- Rojas, Carlos. 1996. “Diseño y control de la producción”. Trujillo: La Libertad.

VII. ANEXOS

Anexo N° 01: Tiempos del proceso de producción de Agua de Mesa

Tomas de tiempo	1.Recepción c	2.Pre lavado	3.Lavado	4.Enjuague	5.Desinfección	6.Tratamiento	7.Cabina de ll	8.Sellado
1	0.04880981	0.09736461	3.46749011	3.36545165	2.36557561	3.42082172	0.85162708	1.11038975
2	0.04978	0.09538579	3.49462865	3.45219099	2.3749046	3.59164156	0.84278504	1.12584302
3	0.04789461	0.09432771	3.4700824	3.23788546	2.34024006	3.16769734	0.85126362	1.12180327
4	0.04675067	0.09451294	3.4866872	3.19566686	2.3581016	3.09682462	0.83666642	1.12552964
5	0.04859673	0.09493348	3.48228032	3.15195679	2.34739325	3.29128935	0.83310135	1.12926546
6	0.04814011	0.09578412	3.48440431	2.79024907	2.35508197	3.64950892	0.8482018	1.11992866
7	0.04974293	0.09493593	3.46719654	3.32029243	2.35311612	3.38969913	0.83843767	1.11238808
8	0.04808855	0.09468316	3.46612761	2.82764748	2.37751058	3.4878466	0.8589879	1.12346594
9	0.04845266	0.09460406	3.49845564	2.97710413	2.36075683	3.74021957	0.83955081	1.12246249
10	0.04642122	0.09415248	3.47319044	2.8535394	2.3527769	3.27296281	0.85727761	1.11765084
11	0.04909061	0.09712489	3.49453876	3.24427902	2.37293829	3.94524437	0.8423786	1.13697255
12	0.04784813	0.09503372	3.47013933	2.89046318	2.35541787	3.82472705	0.83860032	1.1299668
13	0.04853024	0.0954652	3.48883045	3.47381818	2.34902649	3.92655561	0.85420545	1.12290229
14	0.04600005	0.09448556	3.46192077	3.28377791	2.36594885	3.51541856	0.8526967	1.13878122
15	0.04906332	0.09501614	3.47086238	3.3734977	2.37040125	3.33100565	0.84600156	1.11730973
16	0.04637673	0.09611332	3.47160205	2.92671334	2.3674468	3.5171397	0.83233654	1.13831282
17	0.04628281	0.09490503	3.46078405	3.17385775	2.35516957	3.815731	0.85571294	1.12629181
18	0.04850512	0.09540857	3.46059068	3.46967925	2.36873734	3.91282213	0.84935895	1.11256517
19	0.04698894	0.09703543	3.4875227	3.04834448	2.34079606	3.10087265	0.85311834	1.11355176
20	0.04606924	0.09589044	3.47366744	3.22291197	2.36398226	3.86054079	0.85578632	1.12215902
21	0.04624563	0.09516703	3.49626017	2.95105209	2.35872423	3.0276373	0.83557631	1.12871517
22	0.04672719	0.09429201	3.49843627	2.86184054	2.37032232	3.59134714	0.8334401	1.11712189
23	0.04884329	0.09650427	3.46779347	3.03188431	2.34299457	3.78731561	0.84326226	1.13508641
24	0.04884762	0.09774553	3.49152644	3.30102899	2.36040566	3.29209513	0.83702452	1.13059124
25	0.04970561	0.09451026	3.49141434	3.15196447	2.3740207	3.43270901	0.83257397	1.11282819
26	0.04712093	0.09671995	3.47059612	3.31050103	2.35236627	3.64873223	0.84604903	1.12262908
27	0.04777377	0.09738907	3.48776443	3.11076196	2.34682713	3.71261911	0.8545103	1.12978627
28	0.0499929	0.09694212	3.49906105	3.28954736	2.36286076	3.31155057	0.84912236	1.12189271
29	0.04658229	0.09421918	3.48922194	2.78521621	2.37853747	3.82806121	0.85157444	1.12403933
30	0.04689075	0.0969517	3.49497527	2.84373847	2.35659405	3.53010043	0.85335804	1.12082839
31	0.04629758	0.09594176	3.49595022	3.46250606	2.37553196	3.9923954	0.84762219	1.12919703
32	0.04980295	0.09668554	3.46850833	2.98070532	2.37827416	3.47365266	0.84086707	1.12176615
33	0.04961553	0.09504239	3.47539565	3.27761437	2.34632807	3.92076695	0.85627724	1.12892501
34	0.04829138	0.09680105	3.48485842	3.21274991	2.36292385	3.32168002	0.8556537	1.12198484
35	0.04963786	0.09514575	3.49187299	2.78239265	2.37106257	3.67283394	0.83507513	1.13273379
36	0.0494858	0.09607206	3.479547	2.88019778	2.36073768	3.44365136	0.83583087	1.13105285
37	0.04744026	0.09557674	3.48491385	2.8118932	2.35148912	3.17267067	0.84626325	1.11589919
38	0.04881576	0.09576206	3.46403055	3.04160835	2.35269661	3.03975127	0.84472453	1.13053571
39	0.04731994	0.0959894	3.49848608	3.34675528	2.34624819	3.65454792	0.83004555	1.119424
40	0.04674331	0.09513524	3.49945961	2.84113428	2.37490765	3.55981336	0.85903822	1.11488697
tiempo Promedio	0.04799032	0.09564389	3.48152685	3.11386049	2.36047938	3.53181251	0.8456496	1.12393661

Fuente: Industrias y Derivados S.A.C.

Anexo N° 02: Cuestionario a operarios



INSTRUCCIONES:

Lea detenidamente cada pregunta y conteste de acuerdo a lo que considere más adecuado.

OBJETIVO:

Identificar oportunidades de mejora en el ambiente de trabajo de la empresa Industrias y Derivados S.A.C.

DATOS GENERALES:

Edad: _____.

Sexo: () Masculino. () Femenino.

Estado civil:

() Soltero. () Casado. () Viudo. () Divorciado. () Conviviente.

¿Cuál es el grado de instrucción que tiene usted?

() Analfabeto. () Primario. () Secundario. () Superior técnica. () Superior universitaria.

I. DIAGNÓSTICO:

1. ¿Considera usted que trabaja en las condiciones ambientales adecuadas de acuerdo a la labor que desempeña (temperatura, luz, etc.)?
() Sí. ¿Por qué? _____ .
() No. ¿Por qué? _____ .
2. ¿Su espacio de trabajo le permite desenvolverse de la mejor manera para realizar sus labores?
() Sí. ¿Por qué? _____ .
() No. ¿Por qué? _____ .
3. ¿Alguna vez ha recibido una capacitación para desarrollar su labor?
() Sí. ¿En qué? _____ .
() No.
4. ¿Posee la supervisión de alguien dentro de su lugar de trabajo, quien vigile y verifique el avance su labor?
() Sí.
() No.

II. PROBLEMAS:

1. ¿Cuál cree que es el mayor problema que afecta la forma en como desarrolla su trabajo?

- () Mala distribución de planta.
- () Condiciones del área de trabajo (iluminación, temperatura, postura).
- () Falta de capacitación.
- () Falta de método de trabajo estándar.

III. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:

1. ¿Qué alternativa de solución plantearía para mejorar su área de trabajo?

- () Reorganizar la distribución de planta.
- () Capacitar al personal.
- () Mejorar el ambiente de trabajo (iluminación, temperatura, postura).
- () Establecer métodos de trabajo.

Anexos N° 03: Tiempos estándar del proceso de producción de agua de mesa Niagara

Líneas de Producción	Tiempo Promedio (min)	Calificación de Desempeño	Suplemento por necesidades	Suplementos Básicos por fatiga	Suplemento por trabajar de Pie	Calidad de Aire	Monotonía Mental	Monotonía Física	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
1.Recepción de materiales	0,16	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,15	0,20
2.Pre lavado	0,32	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,30	0,40
3.Lavado	2,18	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	2,07	2,72
4.Enjuague	1,44	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	1,37	1,80
5.Desinfección	1,20	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	1,14	1,50
6.Tratamiento de Agua	0,64	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,61	0,80
7.Cabina de llenado	0,48	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,46	0,60
8.Sellado	0,56	95%	0,05	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,53	0,70
Tiempo Total	6,98									8,72

Elaboración: Propia