



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Teoría de las restricciones para incrementar la productividad en una  
curtiembre, Trujillo, 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Flores Vasquez, Maria Fernanda (orcid.org/0000-0002-6908-7947)

Mendoza Pelaez, Jhordan Andy (orcid.org/0000-0003-2215-1945)

**ASESOR:**

Mg. Tello de la Cruz, Elmer (orcid.org/0000-0002-0314-6289)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, TELLO DE LA CRUZ ELMER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Teoría de las restricciones para incrementar la productividad en una curtiembre, Trujillo, 2024", cuyos autores son MENDOZA PELAEZ JHORDAN ANDY, FLORES VASQUEZ MARIA FERNANDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TRUJILLO, 01 de Julio del 2024

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>  |
|---|---|
| TELLO DE LA CRUZ ELMER<br><b>DNI:</b> 18846556<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-0314-6289 | Firmado electrónicamente<br>por: ETELLOD10 el 21-<br>07-2024 14:26:51 |

Código documento Trilce: TRI – 0784062



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, MENDOZA PELAEZ JHORDAN ANDY, FLORES VASQUEZ MARIA FERNANDA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Teoría de las restricciones para incrementar la productividad en una curtiembre, Trujillo, 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

| <b>Nombres y Apellidos</b>   | <b>Firma</b>  |
|--|---|
| JHORDAN ANDY MENDOZA PELAEZ<br><b>DNI:</b> 72381593<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-2215-1945   | Firmado electrónicamente por: JMENDOZAPE el 01-07-2024 14:18:14 |
| MARIA FERNANDA FLORES VASQUEZ<br><b>DNI:</b> 70343724<br><b>ORCID:</b> 0000-0002-6908-7947 | Firmado electrónicamente por: MFLORESVAS el 01-07-2024 17:54:08 |

Código documento Trilce: TRI - 0784061

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por permitirnos llegar hasta estas instancias de la carrera.

A nuestras familias por el apoyo constante y la paciencia para vernos tropezar y levantarnos día con día para seguir con la meta. y sobre todo a nuestros padres, por inculcarnos valores como la perseverancia y las herramientas necesarias que nos hicieron llegar hasta aquí.

## **Agradecimiento**

A Dios, por reconfortarnos día con día, fortaleciendo nuestras ganas de seguir adelante con nuestros sueños para con la vida.

y sobre todo a nuestros padres, por inculcarnos valores como la perseverancia y las herramientas necesarias que nos hicieron llegar hasta aquí.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| Carátula.....                                   | i    |
| Declaratoria de autenticidad del asesor.....    | ii   |
| Declaratoria de originalidad del autor(es)..... | iii  |
| Dedicatoria.....                                | iv   |
| Agradecimiento.....                             | v    |
| Índice de contenidos.....                       | vi   |
| Resumen.....                                    | vii  |
| Abstract.....                                   | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....                            | 1    |
| II. METODOLOGÍA.....                            | 9    |
| III. RESULTADOS.....                            | 12   |
| IV. DISCUSIÓN.....                              | 25   |
| V. CONCLUSIONES.....                            | 29   |
| VI. RECOMENDACIONES.....                        | 30   |
| REFERENCIAS.....                                | 31   |
| ANEXOS.....                                     |      |

## Resumen

La investigación realizada tuvo como objetivo la aplicación de la teoría de restricciones para aumentar la productividad en la curtiembre, donde el diseño de la investigación fue preexperimental siendo de tipo aplicada. El objetivo y meta de desarrollo sostenible guarda relación con el objetivo 8 ya que defiende el trabajo decente y el crecimiento económico. La meta primordial fue aplicar políticas que guíen al desarrollo apoyando las actividades productivas. El diseño inicia a partir de un diagnóstico situacional de la empresa donde los datos obtenidos se hallaron a través de instrumentos, sirviéndonos para hallar la productividad inicial de la curtiembre; se determinaron también los tiempos por cada estación de trabajo identificando los cuellos de botella. Posteriormente se implementó la teoría de restricciones con los indicadores propuestos, implementando las maquinas túnel del secado y vacío con el fin de reducir tiempos en el sistema productivo. Se procedió a calcular la productividad post-test, la productividad mano de obra obtuvo un 1.82 mantas/hh durante un lapso de dos meses; para la productividad maquinaria se tiene 2.57 mantas/hm; para la productividad materiales se tiene 2.00 mantas/piel y por último se determina la productividad multifactorial de 4.00 /unidades vendidas evidenciando un aumento en su productividad.

Palabras clave: Productividad, ProModel, Teoría de restricciones y tiempo ciclo.

## **Abstract**

The objective of the research carried out was the application of the theory of constraints to increase productivity in the tannery, where the research design was preexperimental and of an applied type. The objective and goal of sustainable development is related to objective 8 since it defends decent work and economic growth. The primary goal was to apply policies that guide development by supporting productive activities. The design begins from a situational diagnosis of the company where the data obtained was found through instruments, helping us to find the initial productivity of the tannery; The times for each workstation were also determined, identifying the bottlenecks. Subsequently, the theory of constraints was implemented with the proposed indicators, implementing tunnel drying and vacuum machines in order to reduce times in the production system. Post-test productivity was calculated; labor productivity was 1.82 blankets/hh for a period of two months; for machinery productivity there are 2.57 blankets/hm; For material productivity there are 2.00 blankets/skin and finally the multifactor productivity of 4.00/units sold is determined, evidencing an increase in productivity.

Keywords: Productivity, ProModel, Theory of constraints and cycle time.

## I. INTRODUCCIÓN

El principal sector de la industria del cuero son las curtidorías, cuyo principal mercado fueron las Mypes de calzado, ya que la mayor parte de la producción de las curtidorías se concentra en la industria del calzado; las cuales fueron evolucionando hasta lograr pasar por procesos mecánicos que, a través de la aplicación de químicos a la materia prima, donde lograron curtir las pieles de ganado hasta llegar a producir el cuero, material de muy alta calidad, el cual fue muy comercial en el mundo.(Lederpiel, 2023, p. 4)

A nivel internacional las industrias curtidoras de cuero, presentaron un problema significativo en el mercado debido a los niveles de producción que pueden llegar a tener y también al surgimiento de productos externos que pudieron reemplazar a este con un valor económico menor, los datos mostraron que la industria del cuero generó 80 millones de dólares a nivel global en el año 2021; en el que Europa se destacó como mayor productor de cuero, debido a que optimizó sus métodos, logrando mejorar su productividad utilizando metodologías que ayudaron a disminuir obstáculos en la fabricación de sus productos. (Carril, Castro y Lujan, 2023, p.110). En las empresas industriales internacionales se aplicó la teoría de restricciones con la finalidad de identificar y eliminar los causantes de la disminución de sus ventas, pues se logró revelar que la TOC puede eliminar estos factores y así mejorar los costos de producción del producto, mejorando su productividad. (Ekles y Türkmen, 2022, p. 125).

Al intentar conocer sobre el desarrollo del trabajo del personal se realizó un modelo erróneo de que todos los trabajadores tuvieron el mismo nivel de productividad, por lo que siempre existieron fallas, y se debe tomar en cuenta el trabajo a realizar, la fuerza y conocimiento necesario para este, conociendo así sus métodos de trabajo para poder identificar el mejor, replicándolo en otros para mejorar su productividad y lograr mejores resultados en la producción de la empresa. (Falkenverg y Spinler, 2023, p.15)

A nivel nacional, el Perú tiene una vasta producción de cuero, la cual fue afectada gradualmente hasta después de pandemia, llegando a disminuir su producción en más del 50%, por motivos como la generación de desempleos en pandemia, la venta de los cueros se priorizó a países extranjeros antes que a los productores nacionales. (Lozano y Rubio, 2022, p. 115). La demanda

interna del cuero en nuestro país ha sido representada en un 98,6% de lo que el calzado produjo en el país (Armas, García y Mendoza, 2022, p. 424). A nivel nacional las empresas debieron mantener una alta productividad y ser competitivas con las demás, por ende, buscaron constantemente metodologías que ayuden a reducir los puntos críticos en sus procesos. En el Perú las instituciones de salud fueron empresas de servicios siendo estas una cadena desde que ingresa el paciente hasta que sale, y en todo el proceso siempre hay uno que obstruye la cadena, por ello la teoría de restricciones encuentra el problema y le da solución para aumentar su productividad. (Bacelar, James y Pereira, 2020, p. 5)

A nivel local, existe una variedad de empresas tanto medianas como pequeñas dedicadas al curtido y acabado de pieles, cuyo fin principal fue la fabricación de cuero de vacuno, ovino, becerro. Este sector en los últimos tres años en la ciudad tuvo un incremento del 20% de ganancia sin llegar al objetivo del 75% generando un mal impacto a la economía con un costo costo/pérdida de s/. 268, 617.08 por cada kilogramo de producto acabado (Yu, Sun y Zeng, 2022, p.10).

En el ámbito local, se aplicó el TOC dentro de una empresa productora de calzado con la finalidad de obtener una alta productividad para la toma de decisiones sobre posibles cambios en la empresa, a través de estrategias para un nuevo plan de producción se identificó malas políticas que conllevaron a costos de producción mayores, por lo que aplicaron un nuevo plan agregado, estos costos disminuyeron hasta un 19% y su margen de ganancia un 34%, al aplicar la teoría de restricciones correctamente se logró un 10% más de ventas en todo el año, brindándole una mejor productividad. (Amaranti y Prasetyaningsih, 2019, p. 5).

La Curtiembre en estudio vino avanzando en el mercado competitivo enfrentando diversas problemáticas con respecto a sus niveles de producción. La empresa produjo el 40% de su capacidad debido a sus altos tiempos en cada puesto de trabajo, originando las entregas tardías de los productos terminados, desperdicio de material, uso empírico de las máquinas, mala organización de los trabajadores, se muestran también que los bajos niveles de producción se deben a problemas de productividad, desgaste de las máquinas, insumos fuera de tiempo y escasez de materia prima debido a la

calidad de la piel (mal estado); esto paso debido a que la empresa está muy por debajo del nivel de las demás, no se adaptó a las exigencias de los tiempos, pocos recursos económicos de la empresa debido a la pandemia, poco compromiso de los trabajadores y el mal manejo de la materia prima generando desperdicios. Si no se resuelve a tiempo estas problemáticas en la empresa generara ausencia de clientes, mal compromiso con los proveedores y el desperdicio de material aumentara los costos en la empresa.

El objetivo y meta de desarrollo sostenible para esta investigación guardó relación con el objetivo 8 ya que defendió el trabajo decente y el crecimiento económico. La meta primordial fue aplicar políticas que guíen al desarrollo apoyando las actividades productivas, el aumento de empleo decente, el espíritu empresarial y la innovación.

Ante la situación presentada se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿En qué medida la teoría de restricciones incrementa la productividad en una curtiembre?

La presente investigación se justificó de manera teórica, debido a que investigación usó las teorías ya probadas para solucionar la realidad problemática y brindó conocimientos con su impacto en la productividad a través de diversas herramientas (Teoría de restricciones) que ayudaron a eliminar los puntos críticos para su buen funcionamiento de los procesos en la empresa.

Se justificó metodológicamente debido a que la investigación presentó herramientas que ofrecieron conocimientos confiables a raíz de mejoras en sus métodos ya constituidos, se usó los lineamientos y disposiciones de la universidad para el proceso de investigación que producto de esto se originarán nuevos instrumentos que servirán como antecedente para otras investigaciones, descubriendo así respuestas que aumenten la productividad en el procesamiento del cuero.

En cuanto a la justificación práctica, se buscó a través de la implementación de la teoría de restricciones que los tiempos largos en sus procesos establezcan la necesidad de disminuir los tiempos de producción, lo que conllevó a un aumento en la productividad.

Ante lo expuesto anteriormente, como objetivo general se propuso: Aplicar la teoría de restricciones para incrementar la productividad en una Curtiembre.

Del mismo modo, se planteó como objetivos específicos: Evaluar el sistema de producción actual, Determinar la productividad inicial de la empresa, implementar la teoría de restricciones y evaluar el incremento de productividad en la Curtiembre.

Continuando con el estudio, se realizó una búsqueda de estudios previos relacionados con el tema y variables para comparar hallazgos.

Para Alarcón et al. (2022) en su artículo de investigación se pudo precisar el efecto que conlleva la implementación de la TOC en la producción de muebles, dado que las utilidades ascendieron a 171.0% después de la implementación de la TOC, del mismo modo disminuyó los tiempos de procesamiento, consiguiendo una mayor demanda y logrando un máximo de producción y utilidades de 187.0% y 182.0%, así como también se consiguió disminuir de 193.0% a 71.0% los cuellos de botella. Por ende, se afirmó que la TOC tiene un efecto en las empresas de manufactura. (Alarcón, Campos, Guevara, 2022, p. 2)

Según Castro et al. (2023) en su tesis de investigación detalló de cómo la implementación TOC incrementó la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica, que, para acortar el tiempo del sistema de producción, se instaló una máquina dobladora automática. Por último, se halló la productividad post-prueba y se obtuvo un porcentaje de cambio positivo del 51,82% al implementar la teoría limitante. Además, la variación porcentual del factor máquina aumentó un 51,81% y la variación porcentual final de la fuerza laboral aumentó un 64%. (Castro y Rojas, 2023, p. 8)

Según Romero et al. (2019) basado en su artículo de investigación, estableció las cantidades adecuadas y la progresión de la producción. Asimismo, logró identificar y determinar el proceso de mecanizado como crítico (cuello de botella) del sistema de producción con una utilización del 193.71%. Después de la aplicación de la TOC que conllevó a muchos cambios en el proceso, se aspira un aumento del 87.62% en sus utilidades. (Romero, Caicedo y Ortiz, 2019, p. 74)

Para Espín et al. (2023) en su investigación que, a través de la metodología de restricciones en su campo de investigación, se propuso alcanzar la meta de maximizar la producción de procesamiento de metales al 25%, aumentando además su efectividad en un 12,91%. Espín realizó su investigación con una

población y muestra de solo 7 máquinas y solo se centraron en lo que se ha calculado con la toma de tiempos para hallar cuellos de botella existentes en todo el sistema de producción. (Espín, Toalombo y Moyolema, 2023, p. 33) Según Gutiérrez (2023) determinó la productividad laboral semanal durante un mes y se encontró que era de 12,07 pies cuadrados/hora en el área de Ribeira, 38,46 pies cuadrados/hora en el área de curtiduría y 25,64 pies cuadrados/hora en la planta de recurtición. H-h, 15.39 ft<sup>2</sup>/H-h en regulación, estas cantidades están muy por debajo de los requerimientos de su empresa. (Gutiérrez, 2023, p. 3)

De acuerdo con Haro (2018) en su tesis utilizó como herramienta de mejora continua la TOC en la producción de muebles de acero, con la finalidad de incrementar la productividad, hallando como principal restricción el tiempo de espera, bajo este enfoque se logró estandarizar los tiempos de proceso y así poder reducir en un 32.0% el tiempo de espera y aumentando la producción en un 35.0% con una disponibilidad de 215 muebles/mes, la metodología también logró generar un costo beneficio de 41 dólares. (Haro, 2018, p. 16)

Según Villegas (2018) en su tesis de investigación a través del programa ProModel identificó su restricción o cuello de botella por medio de la toma de tiempos identificando que el secado al ambiente produce una restricción para el sistema productivo, luego utiliza el programa del ProModel en dos momentos: inicial final. Luego de aplicar TOC, simular la situación actual y luego utilizar la máquina de secado, se puede minimizar la restricción con un porcentaje de bloqueo del 49,144%, que es casi la mitad del tiempo de espera por una posición libre, con un porcentaje del 24,36% y la utilización se reduce del 99,94% al 94,81%. (Villegas, 2018, p. 14)

Para la realización del proyecto fue fundamental tener un conocimiento previo de las variables relativas a su concepto, las cuales fueron en sí mismas objeto de estudio. Teoría de las restricciones y la productividad.

Según Pacheco y Matos (2021) el impacto de las prácticas TOC y su influencia simultánea en las dimensiones de gran competitividad, como alta velocidad, flexibilidad, entrega justo a tiempo, la calidad del producto y el bajo coste, conllevó a que una empresa logre la competitividad dentro del mercado, y es que a través de la implementación de la TOC pudo ser sustentable en el tiempo. (Pacheco, Matos, 2021, p. 5)

De acuerdo con Díaz y Sama (2020) la Teoría de Restricciones dio a conocer a las empresas en enfoque en las diferentes situaciones en las que se encuentran para alcanzar sus objetivos a través de una orientación y un proceso de mejora continua. Por otro lado, aplicarlo tuvo un efecto positivo en la ejecución satisfactoria de los procesos productivos de la empresa, mejora la eficiencia y eficacia del flujo de recursos y aumenta el resultado neto. Asimismo, esta herramienta sirvió para mejorar procesos, lo que buscó es incrementar su competitividad tales como los bajos costos, calidad y servicio al cliente; de igual forma, logró reducciones en los plazos de entrega, ganancias netas, aumentos de ventas en ingresos y reducciones de inventario. (Díaz y Sama, 2020, p. 58)

Según Escalante (2021) Argumentó el cuello de botella como la ausencia de capacidad de un puesto de trabajo que satisface la demanda de un puesto de trabajo anterior, determinando que así es como se generó una restricción. También describió como la TOC está representado por un compuesto de herramientas para su mejora continua, como la identificación de la restricción, el aprovechar la restricción, subyugar todo a la restricción, levantar la restricción y examinar si se genera una nueva restricción, de tal manera que empleando estos 5 pasos se logró la mejora continua. (Escalante, 2021, p. 4). Según Soto y Zambrano (2021) la TOC se dio como mejora continúa dado que fue una de las herramientas, que favorece a las industrias incrementando sus niveles de calidad, ventas, utilidades, entrega justo a tiempo, servicio al cliente, así como también la disminución de los costos; mengua los inventarios, todo esto a través de un pensamiento sistémico con un enfoque simple y práctico. También definió la restricción conocida como cuello de botella, a cualquier cosa que está dentro del sistema y está impidiendo que se cumpla con la meta por la cual fue creada, en resumen, la TOC se concentra en el desempeño que generan los cuellos de botella del sistema con el fin de determinar mejoras que ayuden con la meta establecida. (Soto y Zambrano, 2021, p.5)

Para Ramírez y Ojeda (2022) las empresas debieron considerar a la productividad como un fenómeno que ha venido desarrollándose con el pasar de los años hasta convertirse en un factor relevante en el mundo, creyendo en alcanzar objetivos en el mínimo tiempo y costo. También definieron la productividad como la habilidad o condición de ser productivos, como un

instrumento que orienta a la gestión productiva de un sistema, reflejando los recursos disponibles de la empresa (el capital, la energía, mano de obra y los materiales) que de manera objetiva se utilicen, en otras palabras, se debe encontrar relaciones existentes con los productos, servicios y los recursos aptos para el proceso productivo. (Ramírez y Ojeda, 2022, p. 3)

Según Alves y Nodari (2022) dijeron que las empresas en un mundo competitivo debieron ver la manera de llegar a su meta, buscando la mejora de sus procesos de producción, aumentando su productividad a través de métodos que ayuden a reducir sus costos y aumentando sus ganancias. Por lo tanto, considera la TOC como una metodología idónea para identificar y descartar las restricciones. La TOC puede darse como pensamiento de gestión dado su filosofía, cuya idea fundamental fue gestionar a raíz de un escenario de restricciones, con el fin de aumentar los beneficios a partir de la eliminación o minoración de retrabajos de procesos, gastos operativos, inventarios, etc.

(Alves y Nodari, 2022, p. 763)

Según Cabrera y Juiña (2018) la identificación de la restricción se dio como principal paso para la aplicación de la TOC a raíz de la eliminación y reducción, el autor para optimizar el flujo de operaciones en la fabricación de molde, utilizó un software de simulación en el que desarrolló el comportamiento de su manufactura, y es así como logra abordar las restricciones e interactuar entre sí. (Cabrera y Juiña, 2018, p. 59)

Para Tuñoque (2021) la productividad lo definió como la capacidad eficiente de utilizar los medios como materiales, capital, información, tierra, energía, en la producción de cualquier índole, ya que involucró el optimizar algún proceso que genere beneficio. Por lo tanto, la productividad estuvo basada en un índice que se asocia por lo que produce un sistema (salida o entrada de un producto) y los recursos empleados. (Tuñoque, 2021, p. 50)

La productividad fue un indicador muy común que sirve de medida para conocer si una industria, un país o negocio de cualquier índole usa de forma adecuada los recursos, como el suministro y la administración de operaciones, fue esencial medir el desempeño para saber la productividad de las operaciones, lo más conveniente entre la salida y entrada sea lo más alto posible (Plag, 2020, p. 56).

Según Fontalvo y Morelos (2018) definió la productividad en la forma en que se utilizan los factores de producción en la creación de un producto o servicio con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes, además se agrega que para que el producto sea competitivo tuvo que ser un componente estratégico dentro de la organización y los servicios donde aspiraron a altos estándares de fuerzas productivas. (Fontalvo y Morelos, 2018, p. 52) La metodología TOC mediante herramientas de simulación como optimización GAMS y ProModel permitieron identificar cuellos de botellas, analizaron de mejor manera los costos de operación e indicadores de desempeño en cada tramo del proceso, estas herramientas llevaron a gestionar los recursos de manera más eficiente e incrementaron significativamente la productividad, como también valieron de ayuda para tomar mejores decisiones y rentabilidad de la empresa (Bernal, Campo y Herrera, 2018, p. 6).

El Troughput según Kefe y Naci (2023) lo consideró como lo que ingresa en unidades monetarias menos los costos variables totales. Ambos modelos de simulación contribuyen a que se tomen mejores decisiones y generar buenos resultados, dando a conocer cada etapa de la TOC, con ambos simuladores se logró conocer en el proceso productivo las restricciones o cuellos de botella, pero con el modelo de optimización se incrementa las utilidades. (Kefe y Naci, 2023, p. 4))

La mejora continua fue considerada la filosofía de optimizar y mejorar la calidad de un producto, servicio o proceso. Se utiliza principalmente en empresas manufactureras porque, como toda empresa, los recursos económicos suelen ser siempre limitados. (Haro, 2018, p. 7).

Según Adisuwiryó y Septiani (2020) consideró que el ProModel fue un simulador que aporta alcances muy cercanos a la realidad, generando rendimientos claves para la toma de decisiones, a pesar de que se emplea en sistemas complejos. (Adisuwiryó y Septiani, 2020, p. 4)

Según Grida y Zeid (2019) aplicaron un simulador con la metodología TOC que permitió tener una mayor comprensión del complejo comportamiento de un sistema ayudado de estrategias para una buena decisión basándose en sus resultados (Grida y Zeid, 2019, p. 6)

Como hipótesis se tuvo que, la teoría de restricciones incrementa la productividad en la curtiembre.



la TOC pueda ser sustentable en el tiempo. (Espín, Toalombo y Moyolema, 2023, p. 35)

Para la definición operacional fue que la TOC se implementó en el área de producción, la metodología estuvo representado por un compuesto de herramientas para su mejora continua, como la identificación de la restricción, el aprovechar la restricción, subyugar todo a la restricción, levantar la restricción y examinar si se generó una nueva restricción, de tal manera que empleando estos 5 pasos se logra la mejora continua; las dimensiones de la TOC vinieron a ser el tiempo ciclo, throughput, y tiempo de espera.

Para la **variable Dependiente** que fue la productividad su definición Conceptual vino a ser que la productividad provino de la combinación, mezcla entre la cantidad que se produce y los recursos o elementos empleados, es decir que la productividad fue la capacidad eficiente de utilizar los medios en la producción de productos de servicios. (Arroyo y Casablanca, 2023, p. 36). Como definición operacional se tuvo que la medición de la productividad estará en base a cuatro dimensiones planteadas tales como productividad parcial máquina, productividad parcial materiales, productividad parcial hombre y productividad multifactorial.

**La población** de esta investigación está constituida por 4 operaciones (rivera, curtido, recurtido y acabado) del proceso productivo de la empresa. Según Hadi (2023) determina a la población como el conjunto de elementos o individuos necesarios para generar conocimiento o información. Los criterios de **inclusión** fueron las 4 operaciones (rivera, curtido, recurtido y acabado) del proceso productivo y para la **exclusión** no se tomaron en cuenta otras operaciones que no sea la del proceso productivo.

En este estudio, **la muestra** está constituida por 4 operaciones (rivera, curtido, recurtido y acabado) del proceso productivo de la empresa. De acuerdo con (Hadi 2023) La muestra es el sub conjunto de la población en estudio.

El **muestreo** para esta investigación será de recolección de datos de tipo no probabilístico por conveniencia

Las **técnicas e instrumentos** para el progreso del presente trabajo y la recolección de datos, estuvieron basados en los objetivos específicos. En este

estudio la técnica utilizada fue la observación directa y el análisis documental, teniendo en cuenta que, como instrumentos se aplicó: el diagrama de flujo, fichas y registros. (Anexo 2)

**Confiabilidad y Validez:** De acuerdo con Solimun se afirmó que la confiabilidad y validez son muy relevantes dado que evita que los resultados estén sesgados. Y es así como se acudió a la evaluación de los instrumentos, con la finalidad de que sean validados por tres expertos en el área. (Anexo 3)

**Métodos para el análisis de datos:** Las técnicas que se usaron en esta investigación fueron: análisis de datos descriptivo.

**Aspectos Éticos:** A través de este apartado se presentó el documento de acuerdo con los requisitos de transparencia del estudio, y de igual forma se fundamentaron los datos utilizados según los lineamientos de resolución mencionados en las líneas anteriores. En este sentido, al iniciar el proceso de investigación se cita el artículo 6, que incluye el valor de la honestidad, mediante el cual se respetó todo el procedimiento necesario para asegurar la transparencia de la investigación y evitar que diferentes investigadores intenten encontrar sus respectivas similitudes. Por otro lado, también se mencionó que este trabajo es original y cumple con lo establecido en el artículo 15 correspondiente a la detección de plagio, lo que garantiza el respeto a los resultados de otros investigadores que hayan sido considerados como parte de la teoría o antecedentes que se incluyen en el estudio. La citación adecuada de los trabajos sigue la norma ISO 690 aplicable a la investigación en ingeniería. Por último, pero no menos importante, se utilizó un software de detección de plagio llamado Turniting. En lo que respecta al artículo 16, cabe señalar que los derechos de autor se respetan gracias a una declaración de autenticidad, que garantiza, sin ningún gasto, que toda la investigación realizada es atribuida al autor. En caso de plagio parcial o total del trabajo anteriormente mencionado.

### III. RESULTADOS:

#### **Evaluación del sistema de producción actual**

La empresa en estudio procesa pieles de vacuno, la cual tuvo un sistema de producción pull, pero a pesar de ello el abastecimiento de las pieles fue semanal debido a la demanda; en promedio la cantidad de pieles que ingresa a la empresa es de 176.7 unidades. El diagrama de flujo del proceso de las pieles se muestra en anexo 26 y a continuación, se describieron cada una de las etapas del procesamiento para obtener el cuero:

**Recepción de materia prima:** Se produce la recepción de la piel de vacuno que provienen de frigoríficos y mataderos, demorando así 1 minuto por cada piel, considerando que semanalmente ingresaron un aproximando de 176.7 unidades de pieles. El tiempo entre abastecer y preparación debe ser lo más breve posible, pero al no contar con un vehículo de carga la piel en muchas ocasiones se descompone y baja su calidad. En el anexo 9 se observa el área de recepción de materia prima.

**Remojo:** El proceso consiste en la hidratación de la piel (cebú), se utilizó un botal que en promedio demora 24 horas para que la piel vuelva a su estado original. En la empresa se procesa dos tipos de estados de pieles (fresca y seca). Para las pieles frescas no se necesita tratamiento protector previo, no existen mayores dificultades, solo un simple remojo y un remojo alcalino controlado. Para las pieles secas, el remojo no es tan sencillo y se debió optimizar la forma en que se realiza la rehidratación y extracción parcial de proteínas no estructurales solubles para que la actividad bacteriana no afecte negativamente a la calidad o rendimiento del material a curtir. En el anexo 10 se observa al personal retirando la materia prima del botal.

**Pelambre:** Lo ideal fue dejar la piel lo más limpia posible, tanto del pelo externo como de las raíces del mismo, pero siempre teniendo cuidado de no ser demasiado bruscos en los métodos mecánicos, para evitar los desperdicios de material al afectar la flor de la piel. Al no controlar el proceso con los insumos químicos se tuvo como resultado un cuero con una fibra muy abierta y floja que puede desencadenar la presencia de ampollas o arrugas

en la piel y poca resistencia. En el anexo 11 se observa el área de pelambre y como se lleva a cabo el proceso.

**Descarnado:** Proceso donde se elimina la capa externa de la piel, junto a los sebos adherido, con la finalidad de prepararla para el curtido, demorando por cada piel 1 minuto. Este proceso produce muchos desperdicios, ya que si no se llega a realizar este proceso ocasiona que el sebo y la grasa impida que los productos químicos del curtido penetren en la piel y hagan el trabajo correctamente. En el anexo 12 se observa cómo se lleva a cabo el descarnado de pieles.

**Dividido:** En este proceso la piel pasa por la máquina de dividir, en la cual buscó obtener pieles de un grosor uniforme. El dividido normalmente demora 1 minuto por cada lado, pero cuando la máquina falla demora un poco más y se produce el poceado, la cual puede ocasionar que el cuero se vuelva muy delgado y no sirva la producción. En el anexo 13 se observa el proceso del dividido de pieles en la que se separa la flor y la carnaza

**Curtido:** Se llevó a cabo para impedir la putrefacción del cuero y mejorar su apariencia física convirtiendo de esta manera la piel a cuero, este proceso demora alrededor de 18 horas debido a que la máquina utilizada no es antigua y presenta problemas de mantenimiento constantemente es por ello que el proceso demora más en absorber los químicos que se le integran. En el anexo 14 se observa el área donde se encuentran las pieles y los botales donde serán curtidas.

**Ecurrido:** Proceso por el cual se elimina el exceso del agua que quedan luego de haber sido lavados, la maquina escurridora aplicó presión mecánica 1 minuto por piel, exprimiéndola en un gran porcentaje. Al no tener personal capacitado hicieron que el proceso no sea el adecuado ocasionando que la piel se deteriore y se descomponga durante el proceso generando desperdicios y alargando la entrega del producto. En el anexo 15 se observa la realización del proceso de escurrido.

**Rebajado:** La piel es dividida, se realizó el rebajado con la intención de obtener un grosor deseado y uniforme, demorando así 2 minutos por lado de piel. Este proceso es indispensable para la empresa y por ende el personal

estaría pendiente constantemente por motivos de que su máquina se le hace ajustes por no ser actual y si se hace un mal manejo, la calidad baja y no cumple con los requisitos. En el anexo 16 se observa el área donde se realiza el rebajado de cuero.

**Engrase:** Proceso en el cual se ingresó los aceites sintéticos por 8 horas para que la piel se haga flexible y suave, con la finalidad de obtener el tacto blando, sedoso y resistente al agua. La empresa por no tener un personal calificado muchas veces ha perdido material al no hacer un engrase correspondiente lo que hizo que se sople el lote y se quiebre el cuero, perdiendo así la calidad y dándolo a menos precio. En el anexo 17 se observan los botaes donde se realiza el proceso de engrase.

**Vacío:** Plancha caliente, la cual absorbe el agua en un 60%, logrando así que se corruga levemente. El problema que tiene la empresa fue tercerizar servicios ya que no contaban con una máquina que cumpla esa función, mayormente el proceso tuvo que ser pausado por no tener espacio para ser realizado aumentando el tiempo de entrega al cliente. En el anexo 18 se observa como la empresa realiza el proceso.

**Ablandador:** Proceso donde se trató mecánicamente la piel con la intención de suavizar y mejorar su flexibilidad, duró aproximadamente 1 minuto por piel. Si el proceso llega a salir mal, el cuero quedara rasposo y poco flexible para darle forma. En el anexo 19 se observa el área de ablandado.

**Prensa:** Se coloca la piel en una prensa caliente aplicando presión para poder suavizar la superficie de la piel y darle un acabado brillante. En el anexo 20 se observa el área donde se realiza el prensado de cueros.

**Lijado:** Proceso por el cual se intentó eliminar las cicatrices de los vacunos, para poder nivelar y quede todo bien pulido. Este proceso depende mucho del personal debido a que tuvieron que nivelar la máquina para un buen lijado, este dura aproximadamente 50 segundos por lado, pero en ocasiones han lijado más de lo solicitado y retrasan la entrega. En el anexo 21 se observa el proceso del lijado del cuero.

**Desempolvado:** Este proceso se encargó de retirar los restos de piel que se quedaron luego de pasar por el lijado. En el anexo 22 se observa el área de desempolvado.

**Pintado:** Proceso la cual busca otorgar una capa de protección, color y tacto, respecto a lo que pida el cliente. En este proceso se emplean placas lisas y grabado con la intención de identificar al cuero. En el anexo 23 se observa cómo se realiza el pintado del cuero.

**Secado:** En este proceso el cuero ya pintado pasó hacer tendido en cordeles extensos para darle un secado natural ya que no cuentan con una maquina especial para secar la piel y que acelere el proceso, en promedio demoran dos 2 días y medio en secarse aumentando así la entrega del producto. En el anexo 24 se observa el secado de los cueros actualmente al aire libre.

**Medida y Empaque:** En este proceso es usado una herramienta manuela con una unidad de medida en pie cuadrado y una vez sea terminado la operación pasa al empaquetado. En el anexo 25 se observa el área de almacenamiento donde se realizan los acabados del cuero.

En el anexo 26 se observaron cada una de las etapas descritas anteriormente indicando el tiempo que conllevó cada una de estos procesos, la medición de los tiempos observados en el anexo 26 se calcularon utilizando el registro de formato de tiempo del anexo 28, tomándose 8 semanas de observaciones de tiempo. A continuación, se mostrará la tabla resumen de la capacidad de trabaja y tiempos de despilfarros

*Tabla 1 Capacidad de trabajo y tiempos de desechos*

|                   | Capacidad de trabajo<br>(cuero/minuto) | Capacidad de tiempos de<br>desechos (cuero/minuto) |
|-------------------|--|--|
| Recepción de M. P | 1.72                                   | 1.91 min   |
| Remojo            | 0.11                                   | 0.00 min   |
| Pelambre          | 0.11                                   | 3.52 min   |
| Descarnado        | 1.69                                   | 5.85 min   |
| Dividido          | 1.65                                   | 3.44 min   |
| Curtido           | 0.15                                   | 3.12 min   |
| Ecurrido          | 0.91                                   | 3.50 min   |
| Rebajado          | 0.47                                   | 3.44 min   |

|                             |             |             |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| Engrase                     | 0.33        | 3.21 min    |
| <b>Servicio Vacío</b>       | <b>0.06</b> | 0.00 min    |
| Ablandador                  | 0.92        | 0.00 min    |
| Prensa                      | 0.92        | 5.28 min    |
| Lijado                      | 2.06        | 0.00 min    |
| Desempolvado                | 3.12        | 5.18 min    |
| Pintado                     | 0.74        | 0.00 min    |
| <b>Secado al aire libre</b> | <b>0.05</b> | 5.83 min    |
| Medida y Empaque            | 1.56        | 0.00 min    |
| <b>PROMEDIO</b>             | <b>0.98</b> | <b>4.03</b> |

Una vez realizada la toma de tiempos mensual (febrero y marzo) tanto de la producción como de los despilfarros de tiempo, se dio a conocer que el área de producción tuvo una capacidad de trabajo en promedio de 0.98 cueros/minuto, donde se obtuvo que el punto crítico es el secado al aire libre por tener el menor tiempo de capacidad con 0.05 cueros/ minuto, debido a que no cuentan con una maquina especial para secar la piel y que acelere el proceso, como un túnel de secado, en la empresa en promedio demoran 2 días y medio en secarse aumentando así el tiempo de entrega. Además de ello, uno de los puntos críticos es el (servicio vacío), este proceso tiene una capacidad de trabajo de 0.06 cueros/ minuto, se debe a que la empresa no cuenta con una máquina que realice este proceso, por ende, tercerizan. El promedio de tiempos inefectivos es de 4.03 cueros/minuto, esto se debe a no contar con algún vehículo de carga, mala distribución de estaciones de trabajos, recorridos largos para el traslado de la MP como se evidencia en la tabla 1.

### **Productividad inicial de la empresa:**

Para la productividad antes de la aplicación de la teoría de restricciones se hizo una recopilación de datos en los meses de febrero y marzo del año 2024 en la elaboración del cuero mostrados en el anexo 30, se recolectaron los datos necesarios para hallar la productividad. La cantidad de datos depende de la producción y los requerimientos.

*Tabla 2: Productividad Pre-test*

|          |          | Productividad<br>maquinaria<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de uso Máquina}}$ | Productividad<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{HH utilizadas}}$<br>mano de obra | Productividad<br>materiales<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{materia prima Utilizados}}$ | Productividad<br>multifactorial<br>$\frac{\text{Unidades producidas} \cdot \text{Precio}}{\text{MO} + \text{mantenimiento} + \text{MP} + \text{otros gastos}}$ |
|----------|----------|---|--|---|--|
| Febrero  | Semana 1 | 1.15  | 0.68   | 2.00  | S/ 3.20  |
|          | Semana 2 | 1.10  | 0.68   | 2.00  | S/ 2.94  |
|          | Semana 3 | 3.43  | 2.22   | 2.00  | S/ 3.39  |
|          | Semana 4 | 0.43  | 0.23   | 2.00  | S/ 2.82  |
| Marzo    | Semana 5 | 1.05  | 0.62   | 2.00  | S/ 3.16  |
|          | Semana 6 | 0.82  | 0.45   | 2.00  | S/ 3.06  |
|          | Semana 7 | 0.80  | 0.47   | 2.00  | S/ 3.07  |
|          | Semana 8 | 0.41  | 0.25   | 2.00  | S/ 2.88  |
| Promedio |          | <b>1.15</b>   | <b>0.70</b>  | <b>2.00</b>   | <b>3.07</b>  |

La tabla 2, muestra una productividad mano de obra de 0.70 cueros/horas hombres en promedio semanal, una productividad maquinaria de 1.15 cueros/horas máquina en promedio a la semana, una productividad material de 2.00 cueros/materiales y una productividad multifactorial de 3.07 cueros/soles

### **Implementación de la TOC en la empresa**

Para empezar con la implementación de nuestra variable independiente se utilizaron las 5 etapas primordiales de la TOC para que se logre eliminar los puntos críticos de cada operación en la empresa estudiada siendo las siguientes:

## Identificar

Para la realización de esta primera etapa se llevó a cabo la identificación de las principales restricciones que limitan el desempeño general de la producción. Se procedió realizar el cálculo del tiempo ciclo por cada operación y Troughput para identificar los cuellos de botella; el detalle más completo se muestra en el anexo 27 (identificación de tiempos de procesos) tomando desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetado del cuero ya curtido. Entre las limitaciones identificadas de la herramienta ISHIKAWA pueden estar relacionados con diversas áreas del proceso productivo por ello hace que los tiempos inefectivos influyan en el proceso terminado.

*Tabla 3: Tiempo ciclo de la producción de la curtiembre en minutos*

|                 |          | TIEMPO CICLO DE LA PRODUCCIÓN DE LA CURTIEMBRE EN MINUTOS |                   |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |             |             |             | min/lote de cuero*semana |             |              |                  |
|-----------------|----------|---|-------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------|------------------|
|                 |          | Unidades de piel  | Unidades de cuero | Recepción de M.P | Remojo      | Pelambre    | Descarnado  | Dividido    | Curtido     | Escurrido   | Rebajado    | Engrase     | Vacío        | Ablandador  | Prensa      | Lijado      | Desempolvado             | Pintado     | Secado       | Medida y Empaque |
| Febrero         | Semana 1 | 120.5   | 241               | 0.58             | 5.98        | 5.98        | 0.57        | 0.60        | 4.48        | 1.08        | 2.17        | 1.99        | 11.95        | 1.09        | 1.05        | 0.51        | 0.35                     | 1.35        | 12.12        | 0.56             |
|                 | Semana 2 | 120.5   | 241               | 0.61             | 5.98        | 5.98        | 0.60        | 0.64        | 4.48        | 1.06        | 2.22        | 1.99        | 11.95        | 1.04        | 1.04        | 0.47        | 0.36                     | 1.36        | 13.96        | 0.64             |
|                 | Semana 3 | 396.0   | 792               | 0.52             | 1.82        | 1.82        | 0.57        | 0.56        | 1.36        | 1.07        | 2.05        | 0.61        | 3.64         | 1.07        | 1.06        | 0.44        | 0.31                     | 1.40        | 3.70         | 0.61             |
|                 | Semana 4 | 40.5  | 81                | 0.54             | 17.78       | 17.78       | 0.63        | 0.67        | 13.33       | 1.20        | 2.08        | 5.93        | 35.56        | 1.13        | 1.17        | 0.52        | 0.33                     | 1.39        | 35.56        | 0.57             |
| Marzo           | Semana 5 | 110.0   | 220               | 0.62             | 6.55        | 6.55        | 0.55        | 0.58        | 4.91        | 1.09        | 2.15        | 2.18        | 13.09        | 1.09        | 1.11        | 0.44        | 0.29                     | 1.37        | 13.66        | 0.62             |
|                 | Semana 6 | 81.0  | 162               | 0.59             | 8.89        | 8.89        | 0.58        | 0.62        | 6.67        | 1.07        | 2.14        | 2.96        | 17.78        | 1.16        | 1.11        | 0.47        | 0.27                     | 1.26        | 18.25        | 0.72             |
|                 | Semana 7 | 84.0  | 168               | 0.61             | 8.57        | 8.57        | 0.62        | 0.62        | 6.43        | 1.08        | 2.18        | 2.86        | 17.14        | 1.04        | 1.05        | 0.55        | 0.31                     | 1.24        | 21.72        | 0.69             |
|                 | Semana 8 | 44.0  | 88                | 0.59             | 16.36       | 16.36       | 0.62        | 0.56        | 12.27       | 1.13        | 2.09        | 5.45        | 32.73        | 1.08        | 1.10        | 0.48        | 0.34                     | 1.41        | 40.71        | 0.70             |
| <b>PROMEDIO</b> |          |   |                   | <b>0.58</b>      | <b>8.99</b> | <b>8.99</b> | <b>0.59</b> | <b>0.61</b> | <b>6.74</b> | <b>1.10</b> | <b>2.14</b> | <b>3.00</b> | <b>17.98</b> | <b>1.09</b> | <b>1.08</b> | <b>0.48</b> | <b>0.32</b>              | <b>1.35</b> | <b>19.96</b> | <b>0.64</b>      |

Se realizó los cálculos mostrados en la tabla 5 y anexo 28 (Throughput), Una de las principales restricciones fue la estación de trabajo del pre-secado (Vacío), esto se debió a que la empresa no cuenta con una máquina que reemplace o cumpla con el funcionamiento de esa operación, y por el lado del personal operativo no cuentan con algún vehículo de carga, fue por ello que pierden mucho tiempo en trasladar y apilar las mantas a las áreas correspondientes.

### **Explorar**

Como ya se hallaron las restricciones o puntos críticos (cuellos de botella) en el proceso productivo de la empresa, se concluyó que los principales cuellos de botella fue el área pre-secada (Vacío), donde se evaluaron cuidadosamente los retrasos en esta área, y el traslado de la MP sin el uso de algún vehículo de carga.

Es por ello que utilizamos el programa ProModel para programar un modelo de simulación en la que ayude a reducir tiempos en estas operaciones; para la alimentación de ProModel o modelo matemático se tuvo que:

Como primer paso se ubicaron las locaciones de acuerdo a la distribución de la empresa, desde el primer proceso que fue la recepción de materia prima y el ultimo que fue producto terminado.

Como segundo paso se agregaron las capacidades de cada maquinaria para el procesamiento de cuero, para todas las maquinarias se colocó 1 unidad, pues solo se cuenta 1 piel por minuto.

Como tercer paso se agregaron las entidades que fue la materia prima que ingresa en este caso las pieles y lo que sale que es el producto terminado (cuero) para cada uno se colocaron un promedio de 100 pieles que es lo que se elabora semanalmente.

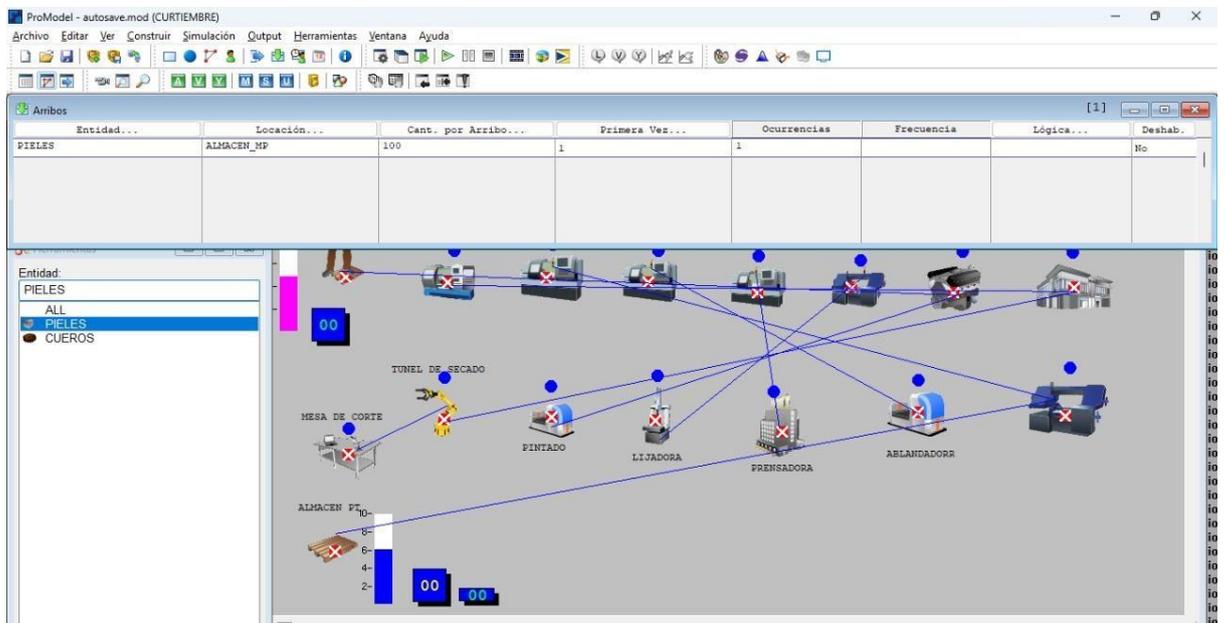
Como cuarto paso se agregaron los recursos, siendo para nuestro modelo los operarios ya que la empresa no cuenta con una máquina de transporte y ellos mismos lo hacen piel por piel.

Como quinto paso están los procesos, en esta sección se agregan los tiempos de procesos de cada una de las operaciones, para ello se consideró los

tiempos estandarizados para 100 pieles, mostrados en el diagrama de flujo (anexo 26) datos que son indispensables para la elaboración de nuestro sistema productivo.

Como último paso se fue generando la ruta de los movimientos que hace el operario a cada una de las locaciones, de acuerdo a los tiempos establecidos como se muestran en la imagen 1, para cada una de las rutas se fue generando una distancia adecuada según la separación de las maquinas, por último, se construyó el sistema y nos votó el primer reporte antes de la implementación.

Figura 1: Sistema productivo de la curtiembre en ProModel



La tabla del reporte general de locaciones mostrada en el anexo 38 nos define como bien se ha dicho anteriormente que los cuellos de botella son las operaciones del secado al ambiente y vacío por lo que tienen mayor participación de utilización, por eso el sistema se enfoca en estas operaciones para disminuir la capacidad limitativa. Se planteó la implementación de un túnel de secado y una máquina de vacío para generar un aumento de productividad. Este túnel de secado y máquina de vacío tuvieron 4 veces más capacidad que la actual, por lo que se programó nuevamente en el ProModel para verificar cual es el cambio que esta ocasiona.

También se realizó el indicador de utilización para que se verifique el porcentaje que bloquea, haciendo mención a los tiempos en el que las

locaciones se mantienen esperando una estación desocupada esta tabla esta mostrada en el anexo 40

### Subordinar

Para el siguiente paso se programó nuevamente el sistema productivo pero esta vez con las máquinas de implementación que son el túnel de secado y la máquina de vacío como se muestra en el anexo 41.

### Elevar

Una vez implementado las máquinas que en el proceso restringen la producción del cuero badana obtuvimos un nuevo reporte general:

*Figura 2: Reporte después de la implementación del ProModel*

| Locación Resumen |                        |           |                |                                   |                    |                  |                  |               |  |
|------------------|------------------------|-----------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|--|
| Nombre           | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Min) | Contenido Promedio | Contenido Máximo | Contenido Actual | % Utilización |  |
| BOTAL1 RyP       | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 2,879.88                          | 1.00               | 1.00             | 1.00             | 100.00        |  |
| REBAJADORA       | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 262.25                            | 0.16               | 1.00             | 1.00             | 15.94         |  |
| BOTAL 2 CURTIDO  | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 1,080.00                          | 0.66               | 1.00             | 0.00             | 65.63         |  |
| ESCURRIDORAA     | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 264.70                            | 0.16               | 1.00             | 0.00             | 16.08         |  |
| TUNEL DE SECADO  | 384.00                 | 4.00      | 12.00          | 100.00                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 1.30          |  |
| PINTADO          | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 274.00                            | 0.14               | 1.00             | 0.00             | 14.27         |  |
| LIJADORA         | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 152.60                            | 0.08               | 1.00             | 0.00             | 7.95          |  |
| PRENSADORA       | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 259.74                            | 0.15               | 1.00             | 1.00             | 14.66         |  |
| ALMACÉN MP       | 384.00                 | 100.00    | 100.00         | 22,002.28                         | 95.50              | 99.00            | 92.00            | 95.50         |  |
| ALMACÉN PT       | 384.00                 | 200.00    | 12.00          | 0.00                              | 0.00               | 1.00             | 0.00             | 0.00          |  |
| DESCARNADORA     | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 153.30                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 4.66          |  |
| DIVIDIDORA       | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 1,218.20                          | 0.37               | 1.00             | 0.00             | 37.01         |  |
| MESA DE CORTE    | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 187.40                            | 0.10               | 1.00             | 0.00             | 9.76          |  |
| BOTAL 3 ENGRASE  | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 480.00                            | 0.27               | 1.00             | 0.00             | 27.08         |  |
| VACÍO            | 384.00                 | 2.00      | 13.00          | 200.00                            | 0.11               | 1.00             | 0.00             | 5.64          |  |
| ABLANDADORR      | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 147.90                            | 0.08               | 1.00             | 0.00             | 8.35          |  |

Donde se pudo observar que para las actividades dejaron de ser restrictivas, reduciéndose con un porcentaje de 88.85 % a 12.9 % de utilización para el túnel y para el vacío de un 93.40 a 13.39 % de utilización.

Después de haber evaluado el impacto y reducción de tiempos al implementar las maquinas del túnel (secado), vacío (pre-secado) y el montacarga en el programa ProModel con resultados favorables, la empresa consideró la compra de segunda de la máquina vacío y un montacarga, con la finalidad de agilizar los procesos y aumentar la productividad en la entrega del producto

terminado. La máquina de vacío se observa (anexo 46) y montacarga (anexo 47), la máquina túnel no estuvo dentro del presupuesto de la empresa.

Una vez obtenidas estas máquinas, se procedió a realizar una nueva toma de tiempos de los procesos, teniendo en cuenta la máquina de vacío y el montacarga (anexo 28). A continuación, se muestra la tabla 7 de la capacidad de trabajo y la capacidad de tiempos por despilfarro:

Tabla 4: Capacidad de trabajo y tiempos de desechos

|                   | Capacidad de trabajo<br>(cuero/minuto) | Capacidad de tiempos de<br>desechos (cuero/minuto) |
|-------------------|--|--|
| Recepción de M. P | 1.97                                   | 13.38 min  |
| Remojo            | 0.40                                   | 0.00 min   |
| Pelambre          | 0.40                                   | 18.94 min  |
| Descarnado        | 1.97                                   | 17.04 min  |
| Dividido          | 1.97                                   | 9.65 min   |
| Curtido           | 0.53                                   | 9.64 min   |
| Ecurrido          | 0.99                                   | 9.92 min   |
| Rebajado          | 0.50                                   | 10.28 min  |
| Engrase           | 1.20                                   | 10.50 min  |
| <b>Vacío</b>      | 0.99                                   | 0.00 min   |
| Ablandador        | 0.99                                   | 0.00 min   |
| Prensa            | 0.99                                   | 10.50 min  |
| Lijado            | 0.99                                   | 0.00 min   |
| Desempolvado      | 0.99                                   | 10.80 min  |
| Pintado           | 1.00                                   | 0.00 min   |
| Secado            | 0.18                                   | 11.70 min  |
| Medida y Empaque  | 0.99                                   | 0.00 min   |
| <b>PROMEDIO</b>   | <b>1.00</b>                            | <b>12.03</b>                                       |

Luego se halló el tiempo de espera en promedio cada lote pasa 217.8 minutos esperando en la cola antes de ser procesado

### **Productividad después de la implantación de la empresa:**

Para la productividad después de la aplicación de la teoría de restricciones se hizo una recopilación de datos en los meses de abril y mayo del año 2024 en

la elaboración del cuero mostrados en el anexo 42 al 45, se recolectaron datos de las unidades producidas, el costo unitario por cada piel, las horas de las maquinas en funcionamiento. La cantidad de datos depende de la producción y los requerimientos.

Tabla 5: Productividad Post-test

|          |          | Productividad maquinaria<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de uso Máquina}}$ | Productividad mano de obra<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{HH utilizadas}}$ | Productividad materiales<br>$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{materia prima Utilizados}}$ | Productividad multifactorial<br>$\frac{\text{Unidades producidas} \cdot \text{Precio}}{\text{MO} + \text{mantenimiento} + \text{MP} + \text{otros gastos}}$ |
|----------|----------|--|---|--|---|
| Abril    | Semana 1 | 2.12   | 1.23  | 2.00   | S/ 3.83   |
|          | Semana 2 | 2.56   | 1.85  | 2.00   | S/ 4.06   |
|          | Semana 3 | 2.75   | 2.02  | 2.00   | S/ 3.82   |
|          | Semana 4 | 2.20   | 1.12  | 2.00   | S/ 3.80   |
| Mayo     | Semana 5 | 2.75   | 2.02  | 2.00   | S/ 3.98   |
|          | Semana 6 | 2.82   | 2.13  | 2.00   | S/ 4.19   |
|          | Semana 7 | 2.83   | 2.35  | 2.00   | S/ 4.09   |
|          | Semana 8 | 2.53   | 1.85  | 2.00   | S/ 4.20   |
| Promedio |          | 2.57   | 1.82  | 2.00   | 4.00  |

La tabla 8, se obtuvo la productividad post-test de la empresa, teniendo una productividad mano de obra de 1.82 cuero/hora hombre en promedio semanal, una productividad maquinaria de 2.57 cueros/horas máquina en promedio a la semana, una productividad material de 2.00 cueros/materiales y una productividad multifactorial de 4.00 cueros/soles.

Comparando la productividad del pretest y post-test se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6: Comparación de productividad

| Productividad  | Pre-test | Post-test | Diferencia |
|----------------|----------|-----------|------------|
| Mano de obra   | 0.70     | 1.82      | 1.12       |
| Maquinaria     | 1.15     | 2.57      | 1.42       |
| Materiales     | 2.00     | 2.00      | 0.00       |
| Multifactorial | 3.07     | 4.00      | 0.93       |

## Hipótesis

La teoría de restricciones incrementa la productividad en la curtiembre, se realizó una comparación de la productividad pre y post test por medio del SPSS con muestras emparejadas con shapiro

Prueba de Normalidad

H0: Los datos de la población tiene una distribución normal

H1: Los datos de población no tiene una distribución normal

Sig<0.05 Aceptamos H1 y rechazamos Ho.

Sig>0.05 Aceptamos Ho y rechazamos H1.

Se observa la prueba de Shapiro-Wilk para determinar si la prueba de hipótesis a usar es Paramétrica o No Paramétrica porque los datos son menores a 30, se acepta la hipótesis H0 que indica que los datos tienen una distribución normal porque el sig es mayor a 0.05.

*Figura 3: Constatación de hipótesis*

**Prueba T**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

|       |                        | Media  | N | Dev. estándar | Media de error estándar |
|-------|------------------------|--------|---|---------------|-------------------------|
| Par 1 | Pre Test Productividad | 3.0650 | 8 | .18624        | .06585                  |
|       | Pos Test Productividad | 3.9963 | 8 | .16449        | .05815                  |

**Correlaciones de muestras emparejadas**

|       |   | N | Correlación | Significación  |                   |
|-------|---|---|-------------|----------------|-------------------|
|       |   |   |             | P de un factor | P de dos factores |
| Par 1 | Pre Test Productividad & Pos Test Productividad | 8 | -.370       | .183           | .367              |

**Prueba de muestras emparejadas**

|       |   | Diferencias emparejadas |               |                         |  |          | Significación |    |                |                   |
|-------|---|-------------------------|---------------|-------------------------|--|----------|---------------|----|----------------|-------------------|
|       |   | Media                   | Dev. estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t             | gl | P de un factor | P de dos factores |
|       |   |                         |               |                         | Inferior                                       | Superior |               |    |                |                   |
| Par 1 | Pre Test Productividad - Pos Test Productividad | -.93125                 | .29054        | .10272                  | -1.17415                                       | -.68835  | -9.066        | 7  | <.001          | <.001             |

Como el valor sig. de la prueba de la Prueba de T Student es de 0.01, indica que hay diferencia significativa entre las variables de estudio, se acepta la hipótesis H1, esto quiere decir que la variable independiente si tiene una influencia significativa en la variable dependiente.

#### IV. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo específico se estableció la evaluación del sistema productivo de la curtiembre, esto se hizo a través de un análisis descriptivo donde la evaluación fue mediante un diagrama de flujo y un estudio de tiempos donde se obtuvieron las 17 operaciones del proceso productivo y 2 actividades sin valor, es decir, que retrasan la entrega del producto aumentando el tiempo de producción; una vez realizada la toma de tiempos se determinó que dos áreas (secado al ambiente y pre secado) están restringiendo el proceso productivo y en promedio se tiene un total de 77.24 minutos para la elaboración de un cuero badana. Estos resultados fueron similares a los de Tuñoque (2021), para evaluar la situación actual del área de estudio en su investigación, realizó un análisis a detalle de los materiales y maquinaria que se necesitaron para la fabricación de su producto a realizar (montacarga) y luego de ello describió cada área que existía para el proceso productivo. Luego utilizó una variedad de herramientas, incluidas las guías de observación y entrevistas con operadores, para comprender sus situaciones iniciales, y también realizó una toma de tiempos para calcular el tiempo más restrictivo de las operaciones, esto ayudó a determinar que el proceso de fabricación del montacarga les llevó 614,87 minutos. Sin embargo, en el caso de Tuñoque, no utilizó el diagrama de flujo para identificar qué actividades agregan valor al proceso productivo y cuáles no, para poder abordarlas y agilizar todo el proceso. (Haro, 2018) determinó que el estudio de tiempos como método para medir el trabajo realizar y registrar ritmos de avance puede determinar situaciones en las que es necesario acortar o incrementar la fuerza de trabajo y el tiempo indicado en ello, queriendo dar a notar que, al conocer los tiempos iniciales de un trabajo y los tiempos ya establecidos, se puede fijar una meta de mejora y una producción óptima..

Para el segundo objetivo específico el cual se determina la productividad inicial de la producción de la empresa, se aplican los indicadores de la variable dependiente los cuales son productividad mano de obra, donde se tiene 0.70 mantas/hh durante un lapso de dos meses (febrero y marzo) con una producción de 1993 mantas; para la productividad maquinaria se tiene 1.15 mantas/hm; para la productividad materiales se tiene 2 mantas/piel y por último

se determina la productividad multifactorial teniendo en cuenta las productividades como mano de obra, materiales y maquinaria basado en sus costos de cada uno de ellos, donde la productividad multifactorial es de S./ 3.07 /unidades vendidas. Se comparan resultados con la investigación de (Castro, 2023) donde calcula la productividad inicial del área de producción en una empresa metalmecánica utiliza también indicadores similares como productividad mano de obra donde se tiene 0.45 sillas/hh, con una producción de dos meses elaborando 220 sillas, seguidamente esta la productividad factor maquina obtenidos con el uso de 6 máquinas que tienen en el proceso productivo donde se elaboran 36.67 sillas, lo cual su productividad inicial dice que está por debajo de lo requerido. (Gutiérrez, 2019, p 40) determina la productividad laboral semanal durante un mes y se encontró que era de 12,07 pies cuadrados/hora en el área de Ribeira, 38,46 pies cuadrados/hora en el área de curtiduría y 25,64 pies cuadrados/hora en la planta de recurtición. H-h, 15.39 ft<sup>2</sup>/H-h en regulación, estas cantidades están muy por debajo de los requerimientos de su empresa. Fontalvo (2017) define la productividad en la forma en que se utilizan los factores de producción en la creación de un producto o servicio con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes, además se agrega que para que el producto sea competitivo es un componente estratégico dentro del La organización y los servicios deben aspirar a altos estándares de fuerzas productivas.

Para el tercer objetivo se realiza la implementación de la teoría de restricciones en la curtiembre donde Para el tercer objetivo, mediante el análisis de las productividades actuales, se implementa la teoría de restricciones con el fin de aumentar la productividad de la empresa curtiembre, a través de esta metodología se lleva a cabo como primer paso el identificar las restricciones que están afectando el proceso productivo, por medio del tiempo ciclo y el Throughput, en donde se tiene que las áreas que originan los cuellos de botella son el pre secado con 93.40% y el secado al ambiente con 88.85% de uso para el total de horas empleadas, es así como estas restricciones afectan en mayor proporción a la productividad de la curtiembre. Como segundo paso que es la etapa de explotar la restricción, se utiliza el ProModel para programar un modelo de simulación en la que ayude a reducir tiempos en estas operaciones,

se plantea la implementación de un túnel de secado y una máquina de vacío para generar un aumento de productividad, tales como un túnel de secado y máquina de vacío, que tienen 4 veces más capacidad que la actual, por lo que se programó nuevamente en el ProModel para verificar cual es el cambio que esta ocasiona, también se realiza el indicador de utilización para que se verifique el porcentaje que bloquea, haciendo mención a los tiempos en el que las locaciones se mantienen esperando una estación desocupada. Como paso tres se tiene Para se lleva a cabo programar nuevamente la simulación en ProModel del sistema productivo, pero esta vez con las máquinas de implementación que son el túnel de secado y la máquina de vacío para el pre secado. Para el paso cuatro, se da la implementación de las máquinas que en el proceso restringen la producción del cuero badana, es así como se obtiene un nuevo reporte general, en donde se puede observar que para las actividades restrictivas se tiene una reducción de 88.85 % a 12.9 % de utilización para el túnel de secado y para el vacío de pre secado de un 93.40% a 13.39 % de utilización, con un tiempo de espera en promedio de 217.8 minutos que lleva cada lote esperando en la cola antes de ser procesado. Contrastando con Romero en su artículo de investigación, estableció las cantidades adecuadas y la progresión de la producción. Asimismo, logró identificar y determinar el proceso de mecanizado como crítico (cuello de botella) del sistema de producción con una utilización del 193.71%. Después de la aplicación de la TOC que conllevó a muchos cambios en el proceso, se aspira un aumento del 87.62% en sus utilidades. (Espin, 2023, p36) dice que, a través de la metodología de restricciones en su campo de investigación, se propuso alcanzar la meta de maximizar la producción de procesamiento de metales al 25%, aumentando además su efectividad en un 12,91%. Espín realizó su investigación con una población y muestra de solo 7 máquinas y solo se centraron en lo que se ha calculado con la toma de tiempos para hallar cuellos de botella existentes en todo el sistema de producción. Para (Villegas, 2018, p34) elabora su investigación a través del programa ProModel donde antes de ello identifica su restricción o cuello de botella por medio de la toma de tiempos identificando que el secado al ambiente produce una restricción para el sistema productivo, luego utiliza el programa del ProModel en dos

momentos, momento inicial y en el momento final. Luego de aplicar TOC, simular la situación actual y luego utilizar la máquina de secado, se puede minimizar la restricción con un porcentaje de bloqueo del 49,144%, que es casi la mitad del tiempo de espera por una posición libre, con un porcentaje del 24,36% y la utilización se reduce del 99,94% al 94,81%. A través del análisis técnico del impacto de la aplicación de la teoría de restricciones de productividad, se concluyó que el cambio en la productividad aumentó un 22,9% después de aplicar ProModel en TOC.

Por último, para el cuarto objetivo se realiza el análisis de la productividad de la empresa curtiembre post- implementación de la aplicación TOC, dado el análisis del pretest en donde se tuvo una producción de 1993 cueros en un periodo de dos meses (febrero y marzo). Después de la implementación, se obtiene una producción de 5200 unidades de cuero, basándonos en el mismo tiempo, pero con meses como (abril y mayo), la productividad para mano de obra ascendió de 0.70 mantas/hh a 1.82 mantas/hh, luego se tiene a la productividad maquinaria, en el cual antes fue de 1.15 mantas/hm y con la implementación incrementó a 2.57 mantas/hm, también se tiene el factor material por lo cual en un inicio se tuvo 1.88 mantas/piel y post implementación aumentó a 2.00mantas/piel. De igual manera sucede con la productividad multifactorial, que está basado en la producción vendida/ los costos de recursos empleados, anteriormente se tuvo una productividad multifactorial de S/.3.07/manta vendida y después de implementar la TOC se tiene S/. 4.00/manta vendida. Por último, se logra disminuir el porcentaje de la utilización de las restricciones del pretest, tales como de secado al ambiente con 88.85 % después de la implementación de un túnel de secado se logra disminuir a 12.9% y para el pre secado (vacío) en el pretest se tuvo un 93.40% y se logra reducir después de aplicar la TOC a 13.39% de utilización. Contrastando con el autor Guevara en su artículo se pudo precisar el efecto que conlleva la implementación de la TOC en la producción de muebles, dado que las utilidades ascendieron a 171.0% después de la implementación de la TOC, del mismo modo disminuyó los tiempos de procesamiento, consiguiendo una mayor demanda y logrando un máximo de producción y utilidades de 187.0% y 182.0%, así como también se consiguió disminuir de 193.0% a 71.0% los

cuellos de botella. Por ende, se afirmó que la TOC tiene un efecto en las empresas de manufactura.

## **V. CONCLUSIONES**

- Para el primer objetivo la evaluación del sistema productivo fue a través de una toma de tiempos donde se tuvo un promedio de 77.24 minutos para realizar un cuero badana y en la evaluación de un diagrama de flujo de los tiempos inefectivos no agregan valor al proceso productivo, esto dio como resultado que el 83% del total de las operaciones aportan un valor al proceso productivo.
- Para el segundo objetivo específico la productividad inicial de la producción se tuvo que la productividad mano de obra tuvo 0.70 mantas/hh; la productividad maquinaria se tuvo 1.15 mantas/hm; para la productividad materiales se tuvo 2 mantas/piel y por último la productividad multifactorial fue de S./ 3.07 /unidades vendidas.
- Para el tercer objetivo que fue la implementación de la TOC se tuvo que después de aplicar la metodología, simular la situación actual y luego utilizar la máquina de secado, se puede minimizar la restricción con un porcentaje de bloqueo del 49,144%, que es casi la mitad del tiempo de espera por una posición libre, con un porcentaje del 24,36% y la utilización se reduce del 99,94% al 94,81%. A través del análisis técnico del impacto de la aplicación de la teoría de restricciones de productividad, se concluyó que el cambio en la productividad aumentó un 22,9% después de aplicar ProModel en TOC.
- Para el objetivo cuatro se tuvo que después de la implementación, la productividad para mano de obra ascendió de 0.70 mantas/hh a 1.82 mantas/hh, luego se tiene a la productividad maquinaria, en el cual antes fue de 1.15 mantas/hm y con la implementación incrementó a 2.57 mantas/hm, también se tiene el factor material por lo cual en un inicio se tuvo 1.88 mantas/piel y post implementación aumentó a 2.00mantas/piel.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la compra de una monta carga pequeño conocido como de pasillo angosto y económico para las Mypes puesto que tienen una capacidad de carga de 1 tonelada, teniendo en cuenta las 17 estaciones de trabajo y las horas en que incurren transportar la materia prima de estación a estación es en promedio 2 horas.
- Proponer capacitaciones mensuales de procedimientos de trabajo, uso eficiente de las máquinas, materia prima e insumos a los trabajadores que laboran en la curtiembre, para que de esta manera se dé el uso eficiente de los recursos y por consecuencia aumente la productividad.
- Se recomienda que luego de mejorar mediante la aplicación de la teoría de restricciones, para mantener el nivel de producción ideal, registren cada semana los principales indicadores del proceso de producción, incluyendo la índice maquinaria, mano de obra y materiales y multifactorial, el objetivo de este factor es poder controlar el ritmo requerido del proceso.
- Para los próximos investigadores se sugiere que consideren la implementación de herramientas que facilita la ingeniería industrial, especialmente en investigación de operaciones, empresas manufactureras que requieren solucionar sistemas productivos por acarrear restricciones que vuelven ineficientes el sistema productivo.

## REFERENCIAS

ADISUWIRYO, Sucipto; DIVIA, Gebbyg; SEPTIANI, Winnie. Warehouse Layout Designing of Cable Manufacturing Company using Dedicated Storage and Simulation Promodel. En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Vol. 847, pag: 12054, 2020. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2562472011?accountid=37408&pqorigsite=primo&parentSessionId=CUBPPL4q3%2FZ4s4bU%2BxE514fbbtzoqcvJ7ba0KUJM50g%3D&sourcetype=Scholarly%20Journals>.

ISSN: 1757-8981

ALARCON - MEDINA, Carlos; CAMPOS - VASQUEZ, Neicer; GUEVARA - MIJAHUANCA, Francisco. Teoría de las Restricciones y el impacto en la gestión de operaciones en sector industrial en Perú, 2022. Universidad Privada del Norte [en línea]. Pag: 1-7, 2022. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://laccei.org/LEIRD2022-VirtualEdition/full-papers/FP107.pdf>.

ISSN: 2414-6390

ALVES, Karen; FROEHLICH, Cristiane; LUTZ, Luciane; NODARI, Cristine. Theory of constraints as a driver for frugal innovation in health. International Journal of Innovation [en línea]. Vol.10, n° 4, pag. 760-783. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2725642830?pq-origsite=primo&accountid=37408&sourcetype=Scholarly%20Journals>

ISSN: 2318-9975

ANTUNES - JUNIOR, José; DE MATOS, Celso; PACHECO, Diego. The constraints of theory: What is the impact of the Theory of Constraints on Operations Strategy?. International Journal of Production Economics [en línea]. Vol. 235, p. 107955, 2021. [Fecha de consulta: 23 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552732030308X>

ARIAS - GONZÁLES, Jose; HADI - MOHAMED, Mohamed; HUAYTA - MEZA, Freddy; MARTEL - CARRANZA, Christian; ROJAS - LEÓN, Cevero. Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación

Ciencia y Tecnología Inudi Perú [en línea]. Primera edición digital: Puno, enero de 2023. Disponible en: [https://upla.edu.pe/nw/wp-](https://upla.edu.pe/nw/wp-content/uploads/2023/02/Libro_UPLA_Metodologia_investigacion_omyc.pdf)

[content/uploads/2023/02/Libro\\_UPLA\\_Metodologia\\_investigacion\\_omyc.pdf](https://upla.edu.pe/nw/wp-content/uploads/2023/02/Libro_UPLA_Metodologia_investigacion_omyc.pdf)

ISBN: 978-612-5069-63-4

ARMARANTI, Reni; DEFERINANDA, Citra; PRASETYANINGSIH, Endang. Bottleneck Reduction at The Shoes Production Line using Theory of Constraints Approach. IEEE [en línea]. Vol 10, pag: 1-6, 2019. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2024]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/337508878 Bottleneck Reduction at The Shoes Production Line using Theory of Constraints Approach.](https://www.researchgate.net/publication/337508878_Bottleneck_Reduction_at_The_Shoes_Production_Line_using_Theory_of_Constraints_Approach)

ARMAS - JUÁREZ, Ricardo; CRUZ - SALINAS, Luis; GARCÍA - JUÁREZ, Hugo; MENDOZA - ZUTA, Jannie. Tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de curtido de pieles. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria. Vol. 6, n° 18, p. 423-435, 2022. Disponible en:

<http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v6n18/a5-423-435.pdf> ISSN

2664-0902

ARROYO - BARRIGÜETE, José; CASABLANCA - GUTIÉRREZ, Pedro. Productividad en la Industria 4.0. Evidencias empíricas en el sector de embotellado. Dirección y Organización [en línea], vol. 79, p. 35-41, 2023. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2024]. Disponible en:

<https://www.revistadyo.es/DyO/index.php/dyo/article/view/636/658>

BACELAR - SILVA, Gustav; COX, James; PEREIRA - RODRIGUES, Pedro. Outcomes of managing healthcare services using the Theory of Constraints: A systematic review. Health Systems [en línea]. Vol 11, pag: 1-16, 2022. [Fecha de consulta: 05 de abril del 2024]. Disponible en:

[https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/20476965.2020.1813056?scroll=top&needAccess=true.](https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/20476965.2020.1813056?scroll=top&needAccess=true)

ISSN: 2047-6965

BERNAL - HERNANDEZ, Jhony; CAMPO - JUVINAO, Jorge; HERRERA - VIDAL, Germán; TILVES - MARTINEZ, Richard. Modelo de teoría de restricciones con

consideraciones de optimización y simulación – Un caso de estudio. Revista Espacios [en línea]. Vol.39, n° 03, pag. 10, 2018. [Fecha de consulta: 14 de junio del 2024].

Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p10.pdf>

ISSN: 0798 1015

CABRERA, Víctor; JUIÑA, Luis; REINA, Salvatore. Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmecánica-Plástica. Scielo [en línea]. Vol. 8, n°3, pag: 56-71, 2018.

[Fecha de consulta: 14 de mayo del 2024]. Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S139065422017000300056](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S139065422017000300056)

ISSN: 1390-9363

CAICEDO - ROLÓN, Álvaro; ORTIZ - TRIANA, Viviana; ROMERO - ROJAS, Julián. La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles. Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa. Vol. 27, n°27, pag. 74-90, 2019. Fecha de consulta: [22 de mayo del 2024]. Disponible en:

<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/download/2964/3545/12665>

ISSN: 1886-516X.

CARRIL - VERASTEGUI, Benjamin; CASTRO - VARGAS, Daniel; LUJAN - MINAYA, Julio; Machaca - Mamani, Julio; MENDOZA - CASTILLO, Alvaro; YENQUE - GUERRERO, Katherine. Industrial redesign in leather tanning processes. Universidad, Ciencia y Tecnología, 2023, vol. 27, no 118, p. 109-119.

[Fecha de consulta: 14 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/692/1256> ISSN

1316-4821.

CASTRO - MENDOZA, Mayra; ROJAS - GASTAÑADUI, Eyllin. Implementación de la teoría de restricciones para mejorar la productividad en la empresa Industrias Metálicas Jovic E.I.R.L., 2023. TESIS PARA EL TÍTULO PROFESIONAL DE Ingeniera

Industrial. Trujillo. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/131877/Castro\\_MMJ-Rojas\\_GEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/131877/Castro_MMJ-Rojas_GEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CHÁVEZ - SAUCEDA, Carmen; GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Edgar; GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Jorge; SILVA - RÍOS, María. Teoría de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos. *Studies in Multidisciplinary Review*, Curitiba [en línea]. Vol. 4, n°1, pag: 02-13, 2023. Disponible en:  
<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/smr/article/view/962/859>

ISSN: 2764-4782

DE LA HOZ - GRANADILLO, Efraín; FONTALVO - HERRERA, Tomás; MORELOS - GÓMEZ, José. Productivity and its factors: impact on organizational improvement. *Dimensión empresarial* [en línea], vol. 16, no 1, p. 47-60, 2018.

Disponible en:

<http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimensionempresarial/article/view/1897>

DÍAZ - ACOSTA, Yailén, SAMÁ - Muñoz, Darían. La teoría de las restricciones en Unidad Empresarial de Base "El Caito". *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba* [en línea]. vol. 26, núm. 2, pag: 57 - 66, 2020. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/journal/1815/181563169005/181563169005.pdf>

ISSN: 1027-2127

EKLES, Erhan; TURKMEN, Mevhibe. Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma: Process Improvement Implementation. *Istanbul Business Research* [en línea]. Vol. 51, n° 1, pag: 123- 149, 2022. Fecha de consulta: [22 de mayo del 2024].

Disponible

en:

<https://research.ebsco.com/c/rgbq55/search/details/o34ktytjyv?limiters=None&q=the+ory+of+constraints&db=a9h%2Caf%2Cbth%2Ccms%2Ciih%2Ce000xww%2Cnlebk%2Ceue%2Ceoah%2Cegs%2Cent%2Ceih%2Ceric%2Cfua%2C8gh%2Chjh%2Clir%2Clih%2Cmedm%2Cnfh%2Cnsm%2Cddu%2Cbwh%2Cb9h%2Csih%2Cteh%2Cser%2Cwpr%2Cpdh%2Cpzh>

ISSN: 2630-5488

ESCALANTE - TORRES, Omar. Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. Industrial data [en línea], vol. 24, n° 1, p. 219-242, 2021. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932021000100219](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100219)

ISSN 1810-9993

ESPÍN - GUERRERO, Ricardo; TOALOMBO - ROJAS, Byron; MOYOLEMA - CHAGLLA, Ángel; ALTAMIRANO - SALAZAR, Adriana. Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmeccánica. Revista Digital Novasinerгия. Vol. 5, n° 2, p. 33-57, 2022. Disponible en:

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S263126542022000200033](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S263126542022000200033) ISSN 2631-2654.

FALKENVERG, Sven; SPINLER, Stefan. Integrating operational and human factors to predict daily productivity of warehouse employees using extreme gradient boosting. International Journal of Production Research, Dec2023 [en línea]. Vol. 61 Issue 24, pag: 8654-8673. Disponible en:

<https://research.ebsco.com/c/rgbq55/search/details/434lmcrthb?limiters=None&q=productivity&db=a9h%2Caf%2Cbth%2Ccms%2Ciih%2Ce000xww%2Cnlebk%2Ceue%2Ceoah%2Cegs%2Cent%2Ceih%2Ceric%2Cfua%2C8gh%2Chjh%2Clir%2Clih%2Ccmedm%2Cnfh%2Cnsm%2Cddu%2Cbwh%2Cb9h%2Csih%2Cteh%2Cser%2Cwpr%2Cpdh%2Cpzh>

ISSN: 0020-7543

GRIDA, Mohamed; ZEID, Mahmoud. A system dynamics-based model to implement the Theory of Constraints in a healthcare system. Simulation [en línea]. vol. 95, no 7, p. 593-605, 2019. Disponible en:

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0037549718788953>

HARO - ACOSTA, Silvana. Mejora de la productividad mediante la aplicación de la teoría de restricciones en la fabricación de sillas de la Empresa Muebles de acero Viteri. 2018. Tesis de Maestría. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Disponible

en:

<http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/9326/1/20T01122.PDF>

KEFE, Irem; TANIŞ, Veyis. The Integration of the Theory of Constraints and the TimeDriven Activity-Based Costing System for the Improvement of Production Processes in an SME. Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review [en línea]. vol. 26, no

1, p. 3-13, 2023. Disponible en:

[https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/127463/1/01\\_The%20Integration%20of%20the%20Theory%20of%20Constraints.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/127463/1/01_The%20Integration%20of%20the%20Theory%20of%20Constraints.pdf)

ISSN: 1988-4672

Lederpiel. El comercio mundial del sector del cuero en 2021 [Noticia de un blog]. Madrid: Editorial MUNDIPRESS, (1 de febrero del 2023). [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2024). Recuperado de: <https://lederpiel.com/comercio-mundial-cuero-2021/>

LIN, Yirui; SHI, Bi; SUN, Qingyong; WANG, Ya-nan; YU, Yue; ZENG, Yunhang. Diagnosing the environmental impacts of typical fatliquors in leather manufacture from life cycle assessment perspective. Journal of Leather Science and Engineering [en línea]. volumen 4, pages 1-14, 2022. [Fecha de consulta: 05 de abril del 2024]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s42825-022-00084-5>

ISSN: 2524-7859

LOZANO - RODRÍGUEZ, Carlos Gerardo y RUBIO - CÁRDENAS, Carlos Andrés.

Diagnóstico de salud ocupacional en la empresa de curtiembres Cueros JCG.

Suplemento n.º 1[en línea]. Vol. 1, pag. 1-17, 2022. Disponible en:

<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/citas/article/view/7255/7835>

ISSN: 2422-4529

MAGAÑA - MEDINA, Deneb; OJEDA - LÓPEZ, Ruth; RAMÍREZ - MÉNDEZ, Graziella. Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. TRASCENDER, CONTABILIDAD Y GESTIÓN. [en línea]. Vol.

7, n°20, 2022. Disponible en:

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S244863882022000200189](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S244863882022000200189)

ISSN: 2448-6388

PLAG, Ingo. Productivity. In Bas Aarts & April McMahon (eds.), Handbook of English Linguistics. pag: 537 - 556, 2020. Recupere de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119540618.ch24>

RAMOS - GALARZA, Carlos. Los Alcances de una investigación. CienciAmérica [en línea]. Vol. 9, n°3, pag: 1-5, 2020. Disponible en: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/336/621>

ISSN: 1390-9592

RAMOS - GALARZA, Carlos. Diseños de investigación experimental. CienciAmérica [en línea]. Vol. 10, n°1, pag: 1-7, 2021. Disponible en: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356/698>

ISSN: 1390-9592

SANCHEZ - FLORES, Fabio. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria [en línea]. Vol.13, n°1, pag: 10, 2019. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S222325162019000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222325162019000100008)

ISSN: 2223-2516

SOLIMUN - SOLIMUN, Agus; RINALDO - FERNANDEZ, Adji. Investigation of instrument validity: Investigate the consistency between criterion and unidimensional in instrument validity (case study in management research). International Journal of Law and Management [en línea]. Vol. 59, n°6, pag: 1203-1210, 2018. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1974957217/fulltextPDF/51CB11E892624A22PQ/1?accountid=37408&sourcetype=Scholarly%20Journals>

ISSN: 1754-243X

SOTO - CHAVEZ, Luis; UGALDE - VICUÑA, José; ZAMBRANO - SILVA, Dennis. Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad. Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional [en línea]. Vol. 6, n°11, pag: 398 - 411, 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219338>

ISSN: 2550-682X

TUÑOQUE - CHÁVEZ, Erick. APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA PLANTA INDUSTRIAL CHEMOTO S.A.C. Universidad Señor de Sipán [online]. TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL. Pimentel-Perú. 2021 Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7901/Tu%c3%b1oque%20Ch%c3%a1vez%2c%20Erick%20Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ANEXOS:**

*Anexo 1: Variable de operacionalización*

| Variables   | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensiones | Indicadores  | Escala de Medición |
|---|---|---|-------------|--|--------------------|
| TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)   | La TOC es útil para maximizar la eficiencia y mejorar los procesos en sistemas que cuentan con recursos limitados, es decir la TOC tiene influencia simultánea en las dimensiones de gran competitividad, como alta velocidad, flexibilidad, entrega justo a tiempo, la calidad del producto y el bajo coste, conlleva a que una empresa logre la competitividad dentro del mercado, y es que a través de la implementación de la TOC pueda ser sustentable en el tiempo. (Guerrero, 2022). | La TOC se implementará en el área de producción, la metodología está representado por un compuesto de herramientas para su mejora continua, como la identificación de la restricción, el aprovechar la restricción, subyugar todo a la restricción, levantar la restricción y examinar si se genera una nueva restricción, de tal manera que empleando estos 5 pasos se logra la mejora continua. | Identificar | $\text{Tiempo Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total de Producción}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$ | Razón              |
|   |   |   |             | $\text{throughput} = \frac{\text{Ingresos Generados}}{\text{Tiempo de producción}}$                      | Razón              |
|   |   |   | Explorar    | ProModel   | Nominal            |
|   |   |   | Subordinar  | ProModel   | Nominal            |
|   |   |   | Elevar      | $\text{Tiempo Ciclo} = \frac{\text{Tiempo Total de Producción}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$ | Razón              |
| $\text{tiempo de espera} = \frac{\text{Tiempo total de espera}}{\text{Cantidad de unidades en espera}}$ |   |   |             |  |                    |

|            |  |  |                               |  |       |
|------------|--|--|-------------------------------|--|-------|
| PRODUCCIÓN | La productividad proviene de la combinación, mezcla entre la cantidad que se produce y los | La medición de la productividad estará en base a cuatro dimensiones planteadas tales | Productividad Parcial Máquina | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de uso Máquina}}$ | Razón |
|------------|--|--|-------------------------------|--|-------|

|  |  |  |                                  |  |       |
|--|--|--|----------------------------------|--|-------|
|  | recursos o elementos empleados, es decir que la productividad es la capacidad eficiente de utilizar los medios en la producción de productos de servicios. (Arroyo, 2023). | como productividad parcial máquina, productividad parcial materiales, productividad parcial hombre y productividad multifactorial. | Productividad Parcial materiales | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{materia prima Utilizados}}$   | Razón |
|  |  |  | Productividad Parcial Hombre     | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{HH utilizadas}}$  | Razón |
|  |  |  | Productividad Multifactorial     | $\frac{\text{Unidades producidas} * \text{Precio}}{\text{+ } MO \text{ mantenimiento } \text{+ otros gastos}}$ | Razón |

### Anexo 2: Técnicas e instrumentos

| Fase de Estudio                                   | Fuentes de Información | Técnica             | Instrumento                                    | Análisis de datos          | Resultado Esperado  |
|---|------------------------|---------------------|--|----------------------------|---|
| Evaluar el sistema de producción actual           | - Proceso productivo   | Observación directa | Ficha de recolección de datos (anexo 28)       | - Cronometro<br>- Word     | Identificar las demoras de cada proceso de productivo y el tiempo critico |
| Determinar la productividad inicial de la empresa | - Gerente general      | Revisión documental | Ficha de recolección de datos (anexo 29,30,31) | - Excel<br>- Base de datos | Calcular la productividad inicial   |

|   |                      |                     |  |                        |  |
|---|----------------------|---------------------|--|------------------------|--|
| Implementar la teoría de restricciones                  | - Proceso productivo | Revisión documental | Ficha de recolección de datos (anexo 32) | - Excel<br>- ProModel  | Realizar la implementación de la teoría en la empresa.           |
| Evaluar el incremento de productividad en la Curtiembre | - Gerente general    | Revisión documental | Ficha de recolección de datos (anexo 29) | - Cronometro<br>- Word | Calcular la productividad luego de a ver implementado la teoría. |

Anexo 3: Validación de juicio de expertos

| CALCULO DEL THROUGHPUT POR SEMANA |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|
|                                   | Unidades producidas de cuero | Precio de venta | Costo de materiales | Costo de mano de obra | Costo indirecto de fabricación | Tiempo del proceso en minutos | Throughput |
| Semana 1                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 2                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 3                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 4                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 5                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 6                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 7                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| Semana 8                          |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |
| <b>PROMEDIO</b>                   |                              |                 |                     |                       |                                |                               |            |



Anexo 2

Ficha de validación de contenido para un instrumento

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos fichas de recolección de datos que permitirá recoger la información en la presente investigación: Aplicación de la teoría de restricciones para aumentar la productividad de la curtiembre. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

| Criterios   | Detalle  | Calificación                      |
|-------------|--|-----------------------------------|
| Suficiencia | El/la ítem/pregunta pertenece a la dimensión/subcategoría y basta para obtener la medición de esta | 1: de acuerdo<br>0: en desacuerdo |
| Claridad    | El/la ítem/pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas     | 1: de acuerdo<br>0: en desacuerdo |
| Coherencia  | El/la ítem/pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo                       | 1: de acuerdo<br>0: en desacuerdo |
| Relevancia  | El/la ítem/pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido                          | 1: de acuerdo<br>0: en desacuerdo |

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).



Matriz de validación de la variable productividad

Definición de la variable: proviene de la combinación, mezcla entre la cantidad que se produce y los recursos o elementos empleados, es decir que la productividad es la capacidad eficiente de utilizar los medios en la producción de productos de servicios.

| Dimensión                     | Indicador  | S C C R |   |   |   | Observación |
|-------------------------------|--|---------|---|---|---|-------------|
|                               |  | u       | l | o | e |             |
|                               |  | f       | a | h | l |             |
|                               |  | i       | r | e | e |             |
|                               |  | c       | i | r | v |             |
|                               |  | i       | d | e | a |             |
|                               |  | e       | a | n | n |             |
|                               |  | n       | d | c | c |             |
|                               |  | c       | i | i | a |             |
|                               |  | a       |   |   |   |             |
| Productividad de mano de obra | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{HH utilizadas}}$  | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Productividad de materiales   | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{materia prima Utilizados}}$   | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Productividad maquina         | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de uso Máquina}}$   | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Productividad multifactorial  | $\frac{\text{Unidades producidas} + \text{Precio}}{\text{MO} + \text{mantenimiento} + \text{MP} + \text{otros}}$ | 1       | 1 | 1 | 1 |             |

Matriz de validación de la variable teoría de restricciones

Definición de la variable: mejorar los procesos en sistemas que cuentan con recursos limitados, es decir la TOC tiene influencia simultánea en las dimensiones de gran competitividad, como alta velocidad, flexibilidad, entrega justo a tiempo, la calidad del producto y el bajo coste

| Dimensión   | Indicador   | S C C R |   |   |   | Observación |
|-------------|---|---------|---|---|---|-------------|
|             |   | u       | l | o | e |             |
|             |   | f       | a | h | l |             |
|             |   | i       | r | e | e |             |
|             |   | c       | i | r | v |             |
|             |   | i       | d | e | a |             |
|             |   | e       | a | n | n |             |
|             |   | n       | d | c | c |             |
|             |   | c       | i | i | a |             |
|             |   | a       |   |   |   |             |
| Identificar | $\frac{\text{Tiempo Ciclo}}{\text{Tiempo Total de Producción}} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas}}{\text{Cantidad de unidades producidas}}$ | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
|             | $\text{throughput} = \frac{\text{Ingresos Generados}}{\text{Tiempo de producción}}$   | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Explorar    | ProModel  | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Subordinar  | ProModel  | 1       | 1 | 1 | 1 |             |
| Elevar      | $\frac{\text{tiempo de espera}}{\text{Tiempo total de espera}} = \frac{\text{Cantidad de unidades en espera}}{\text{Cantidad de unidades en espera}}$   | 1       | 1 | 1 | 1 |             |



### Ficha de validación de juicio de experto

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento          |  |
| Objetivo del instrumento        | Recolectar información para la presente investigación  |
| Nombres y apellidos del experto | Roberto Farfán Martínez  |
| Documento de identidad          | 02617808   |
| Años de experiencia en el área  | Más de 5 años  |
| Máximo Grado Académico          | Maestría   |
| Nacionalidad                    | Peruana  |
| Institución                     | Universidad Cesar Vallejo  |
| Cargo                           | Docente  |
| Número telefónico               | 995 771 840  |
| Firma                           | <br>ROBERTO FARFÁN MARTÍNEZ<br>INGENIERO INDUSTRIAL<br>Reg. QIP N° 42008 |
| Fecha                           | 10/04/2024   |



### Ficha de validación de juicio de experto

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Nombre del instrumento          |  |
| Objetivo del instrumento        | Recolectar información para la presente investigación                                |
| Nombres y apellidos del experto | Victor Luciano Rosales Zavaleta  |
| Documento de identidad          | 44671057   |
| Años de experiencia en el área  | Más de 12 años   |
| Máximo Grado Académico          | Maestría   |
| Nacionalidad                    | Peruana  |
| Institución                     |  |
| Cargo                           | Docente  |
| Número telefónico               | 952 104 468  |
| Firma                           |  |
| Fecha                           | 10/04/2024   |



### Ficha de validación de juicio de experto



|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Nombre del instrumento          |   |
| Objetivo del instrumento        | Recolectar información para la presente investigación |
| Nombres y apellidos del experto | ALDO ALEXI ACOSTA LINARES                             |
| Documento de identidad          | 41609064  |
| Años de experiencia en el área  | Más de 5 años   |
| Máximo Grado Académico          | Maestría  |
| Nacionalidad                    | Peruana   |
| Institución                     | Universidad Cesar Vallejo                             |
| Cargo                           | Gestión de talento humano                             |
| Número telefónico               |   |
| Firma                           |   |
| Fecha                           | 10/04/2024  |

### Anexo 5: Consentimiento informado UCV

#### Consentimiento Informado

Título de la investigación: Teoría de las restricciones para incrementar la productividad en una curtiembre, Trujillo, 2024  
 Investigadores: María Fernanda Flores Vásquez - Jhordan Andy Mendoza Pelaez

#### Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada "Teoría de las restricciones para incrementar la productividad en una curtiembre, Trujillo, 2024", cuyo objetivo es Aplicar la teoría de restricciones para incrementar la productividad en una Curtiembre. Esta investigación es desarrollada por estudiantes del programa de estudio [Pregrado], de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad.

#### Describir el impacto del problema de la investigación.

La empresa curtiembre, consciente del crecimiento del mercado competitivo, viene enfrentando diversas problemáticas con respecto a sus niveles de producción, debido a que actualmente su producción es del 40% por la poca demanda, esto demuestra que la empresa está muy por debajo del nivel de las demás empresas, no se ha adaptado a las exigencias de los tiempos y no ha logrado los objetivos esperados, buscando así aplicar la Teoría de Restricciones (TOC) para reducir las restricciones que afectan la productividad de la empresa.

#### Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 10 minutos y se realizará en el ambiente de gerente general de la institución Santa Rosa S.A.C. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

#### Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

#### Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

#### Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra

índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

#### Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

#### Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con los Investigadores María Fernanda Flores Vásquez, email: mlfloresvas@ucvvirtual.edu.pe y Mendoza Pelaez Jhordan Andy, email: jordan.14.13@hotmail.com y asesores: Mg. Quiliche Castellares Ruth Margarita, email: rquiliche@ucvvirtual.edu.pe y Dr. Robles Lora, Marcos Alejandro, email: robles@ucvvirtual.edu.pe



## Autorización de uso de información de empresa

Yo Everson David Díaz Salvador  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)  
identificado con DNI 70217101 en mi calidad de Gerente General  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos) del  
área de Gerencia  
(Nombre del Área de la empresa)  
de la empresa Curtiembre Santa Rosa S.A.C  
(Nombre de la empresa)  
con R.U.C N° 20481927855 ubicada en la ciudad de La Esperanza

### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita,) Maria Fernanda Flores Vasquez y Jhordan Andy Mendoza Pelaez  
(Nombre completo del o los estudiantes)

Identificado(s) con DNI N° 70343724 - 72327593 de la  Carrera profesional Ingeniería Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa:

Costos de mano de obra, insumos, gastos generales proceso productivo y toma de tiempos.  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su  Tesis para optar el Título Profesional, ( ) Trabajo de investigación para optar al grado de Bachiller, ( ) Trabajo académico, ( ) Otro (especificar).

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- ( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
( ) Mencionar el nombre de la empresa.

CURTIEMBRE SANTA ROSA S.A.C.

Everson David Díaz Salvador  
GERENTE GENERAL

Firma y sello del Representante Legal<sup>6</sup>  
DNI:

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación / en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Maria Flores  
Firma del Estudiante

DNI: 70343724

Jhordan  
Firma del Estudiante

DNI: 72327593

<sup>6</sup> Este documento es firmado por el representante legal de la institución o a quien este delegue.



Anexo 7: Remojo



Anexo 8: Pelambre



Anexo 9: Descarnado



Anexo 10 Dividido



Anexo 11: Curtido



Anexo 12: Ecurrido



Anexo 13: Rebajado



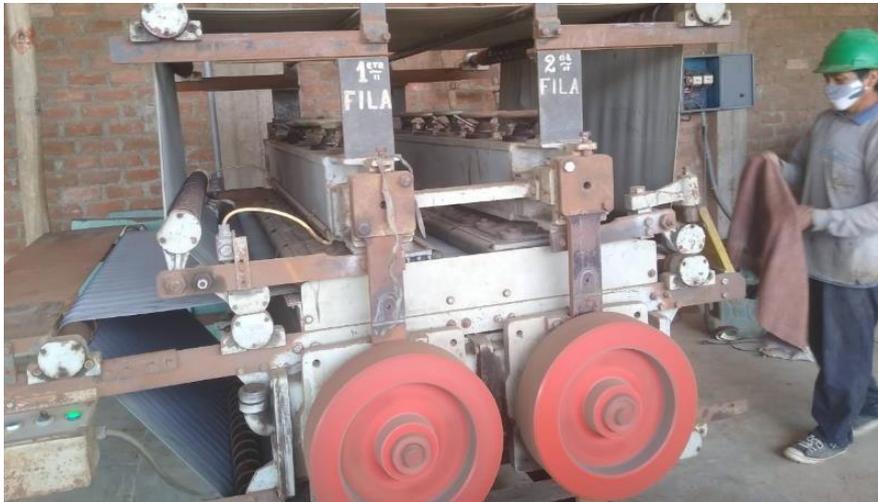
Anexo 14: Engrase



Anexo 15: Vacío



Anexo 16: Ablandador



Anexo 17: Prensa



Anexo 18: Lijado



Anexo 19: Desempolvado



Anexo 20: Pintado y laqueado:



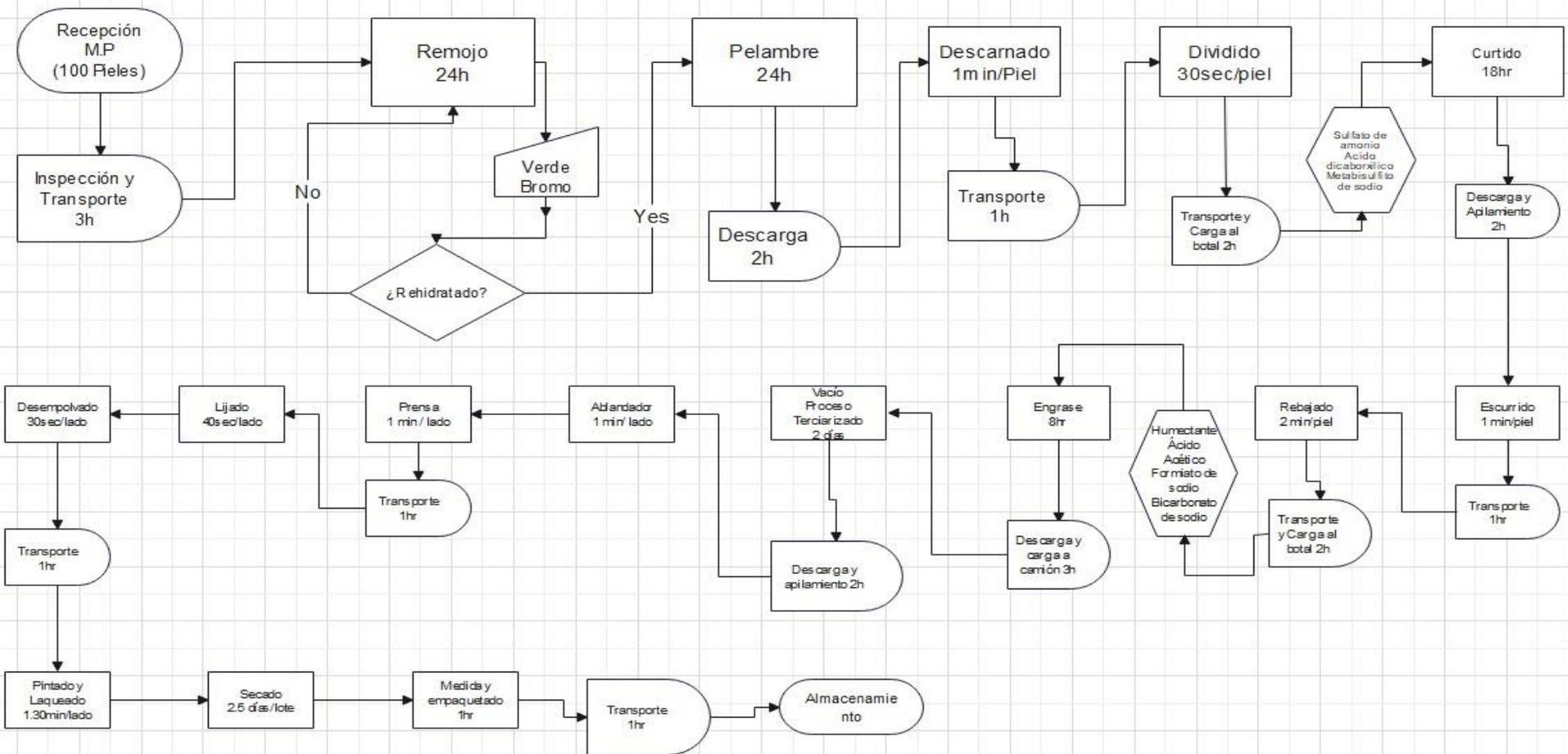
Anexo 21: Secado



Anexo 22: Medida y Empaque



Anexo 23: diagrama de flujo del procesamiento del cuero



Anexo 24: Tiempo ciclo de cada operación en la curtiembre

|                             |           | Toma de tiempos de la producción de la Curtiembre en minutos |                   |                  |             |             |             |             |             |             |             |             |              |             |             | min/lote de cuero*semana |              |             |              |                  |
|-----------------------------|-----------|--|-------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------|------------------|
|                             |           | Unidades de piel   | Unidades de cuero | Recepción de M.P | Remojo      | Pelambre    | Descarnado  | Dividido    | Curtido     | Escurrido   | Rebajado    | Engrase     | vacío        | Ablandador  | Prensa      | Lijado                   | Desempolvado | Pintado     | Secado       | Medida y Empaque |
| Febrero                     | Semana 5  | 120.5  | 241               | 0.58             | 5.98        | 5.98        | 0.58        | 0.60        | 4.48        | 1.33        | 1.34        | 1.99        | 11.95        | 0.59        | 1.34        | 0.64                     | 0.64         | 1.35        | 12.12        | 0.77             |
|                             | Semana 6  | 120.5  | 241               | 0.61             | 5.98        | 5.98        | 0.60        | 0.64        | 4.48        | 1.33        | 1.35        | 1.99        | 11.95        | 0.65        | 1.35        | 0.68                     | 0.68         | 1.36        | 13.96        | 0.76             |
|                             | Semana 7  | 396  | 792               | 0.25             | 1.82        | 1.82        | 0.57        | 0.31        | 1.36        | 0.56        | 0.56        | 0.61        | 3.64         | 0.31        | 0.56        | 0.32                     | 0.31         | 0.56        | 3.70         | 0.24             |
|                             | Semana 8  | 40.5   | 81                | 1.12             | 17.78       | 17.78       | 0.70        | 0.80        | 13.33       | 1.20        | 1.26        | 5.93        | 35.56        | 1.52        | 1.22        | 1.55                     | 1.51         | 1.39        | 35.56        | 2.42             |
| Marzo                       | Semana 9  | 110  | 220               | 0.62             | 6.55        | 6.55        | 0.55        | 0.58        | 4.91        | 1.36        | 1.37        | 2.18        | 13.09        | 0.61        | 1.43        | 0.62                     | 0.61         | 1.45        | 13.66        | 0.85             |
|                             | Semana 10 | 81   | 162               | 0.68             | 8.89        | 8.89        | 0.59        | 0.70        | 6.67        | 1.11        | 1.15        | 2.96        | 17.78        | 0.73        | 1.17        | 0.76                     | 0.75         | 1.19        | 18.25        | 1.15             |
|                             | Semana 11 | 84   | 168               | 0.72             | 8.57        | 8.57        | 0.62        | 0.76        | 6.43        | 1.09        | 1.10        | 2.86        | 17.14        | 0.74        | 1.10        | 0.75                     | 0.74         | 1.12        | 21.72        | 1.10             |
|                             | Semana 12 | 44   | 88                | 1.48             | 16.36       | 16.36       | 1.30        | 1.43        | 12.27       | 3.13        | 3.23        | 5.45        | 32.73        | 1.54        | 3.14        | 1.61                     | 1.53         | 3.23        | 40.71        | 2.14             |
| <b>PROMEDIO</b>             |           |  |                   | <b>0.76</b>      | <b>8.99</b> | <b>8.99</b> | <b>0.69</b> | <b>0.73</b> | <b>6.74</b> | <b>1.39</b> | <b>1.42</b> | <b>3.00</b> | <b>17.98</b> | <b>0.84</b> | <b>1.41</b> | <b>0.87</b>              | <b>0.85</b>  | <b>1.46</b> | <b>19.96</b> | <b>1.18</b>      |
| <b>Capacidad de trabajo</b> |           |  |                   | 1.32             | 0.11        | 0.11        | 1.45        | 1.37        | 0.15        | 0.72        | 0.70        | 0.33        | 0.06         | 1.19        | 0.71        | 1.15                     | 1.18         | 0.69        | 0.05         | 0.85             |

Anexo 25: productividad maquinaria

|         |          | <b>Productividad maquinaria</b> |                              |                              |                          |
|---------|----------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
|         |          | Minutos de uso por cada maquina | Horas de uso de cada maquina | Unidades producidas de cuero | Productividad maquinaria |
| Febrero | Semana 1 | 12594                           | 209.90                       | 241                          | 1.15                     |
|         | Semana 2 | 13096.5                         | 218.28                       | 241                          | 1.10                     |
|         | Semana 3 | 13843.5                         | 230.73                       | 792                          | 3.43                     |
|         | Semana 4 | 11389.9                         | 189.83                       | 81                           | 0.43                     |
| Marzo   | Semana 5 | 12532.5                         | 208.88                       | 220                          | 1.05                     |
|         | Semana 6 | 11898.1                         | 198.30                       | 162                          | 0.82                     |
|         | Semana 7 | 12623.3                         | 210.39                       | 168                          | 0.80                     |
|         | Semana 8 | 12994.4                         | 216.57                       | 88                           | 0.41                     |

Anexo 26: productividad mano de obra

|         |          | <b>Productividad mano de obra</b> |                               |                            |
|---------|----------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|         |          | Unidades producidas de cuero      | Jornada laboral (6 operarios) | Productividad mano de obra |
| Febrero | Semana 1 | 241                               | 357                           | 0.68                       |
|         | Semana 2 | 241                               | 357                           | 0.68                       |
|         | Semana 3 | 792                               | 357                           | 2.22                       |
|         | Semana 4 | 81                                | 357                           | 0.23                       |
| Marzo   | Semana 5 | 220                               | 357                           | 0.62                       |
|         | Semana 6 | 162                               | 357                           | 0.45                       |
|         | Semana 7 | 168                               | 357                           | 0.47                       |

|  |          |    |     |      |
|--|----------|----|-----|------|
|  | Semana 8 | 88 | 357 | 0.25 |
|--|----------|----|-----|------|

### Anexo 27: productividad materiales

|         |          | Productividad materiales     |                           |                          |
|---------|----------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|         |          | Unidades producidas de cuero | Cantidad de materia prima | Productividad materiales |
| Febrero | Semana 1 | 241                          | 120.5                     | 2.00                     |
|         | Semana 2 | 241                          | 120.5                     | 2.00                     |
|         | Semana 3 | 792                          | 396                       | 2.00                     |
|         | Semana 4 | 81                           | 40.5                      | 2.00                     |
| Marzo   | Semana 5 | 220                          | 110                       | 2.00                     |
|         | Semana 6 | 162                          | 81                        | 2.00                     |
|         | Semana 7 | 168                          | 84                        | 2.00                     |
|         | Semana 8 | 88                           | 44                        | 2.00                     |

### Anexo 28: Productividad multifactorial

|         |          | Unidades producidas de cuero | Ingreso       | Costo de mano de obra | Costo de materia prima | Costo de mantenimiento | Gastos generales | Productividad multifactorial |
|---------|----------|------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|
| Febrero | Semana 1 | 241                          | S/ 53,984.00  | S/ 654.40             | S/ 14,460.00           | S/ 600.00              | S/ 1,182.93      | S/ 3.19                      |
|         | Semana 2 | 241                          | S/ 53,984.00  | S/ 654.40             | S/ 14,460.00           | S/ 600.00              | S/ 1,182.93      | S/ 3.19                      |
|         | Semana 3 | 792                          | S/ 177,408.00 | S/ 2,150.60           | S/ 47,520.00           | S/ 600.00              | S/ 3,903.67      | S/ 3.27                      |
|         | Semana 4 | 81                           | S/ 18,144.00  | S/ 220.00             | S/ 4,860.00            | S/ 600.00              | S/ 399.24        | S/ 2.98                      |
|         | Semana 5 | 220                          | S/ 49,280.00  | S/ 597.40             | S/ 13,200.00           | S/ 888.75              | S/ 1,084.36      | S/ 3.12                      |

|       |          |     |              |           |              |           |           |         |
|-------|----------|-----|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------|---------|
| Marzo | Semana 6 | 162 | S/ 36,288.00 | S/ 439.90 | S/ 9,720.00  | S/ 888.75 | S/ 798.48 | S/ 3.06 |
|       | Semana 7 | 168 | S/ 37,632.00 | S/ 456.20 | S/ 10,080.00 | S/ 888.75 | S/ 828.05 | S/ 3.07 |
|       | Semana 8 | 88  | S/ 19,712.00 | S/ 239.00 | S/ 5,280.00  | S/ 888.75 | S/ 433.74 | S/ 2.88 |

### Anexo 29: Throughput

| CALCULO DEL THROUGHPUT POR SEMANA |                              |                 |                     |                       |                                |                               |             |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------|
|                                   | Unidades producidas de cuero | Precio de venta | Costo de materiales | Costo de mano de obra | Costo indirecto de fabricación | Tiempo del proceso en minutos | Throughput  |
| Semana 1                          | 241                          | S/.53,984.00    | S/.30,888.3         | S/.654.40             | S/.2,688.11                    | 12594 min                     | S/.1.57     |
| Semana 2                          | 241                          | S/.53,984.00    | S/.30,888.3         | S/.654.40             | S/.2,688.11                    | 13097 min                     | S/.1.51     |
| Semana 3                          | 792                          | S/.177,408.00   | S/.101,347.7        | S/.2,150.60           | S/.5,383.92                    | 13844 min                     | S/.4.95     |
| Semana 4                          | 81                           | S/.18,144.00    | S/.10,428.2         | S/.220.00             | S/.1,879.49                    | 11390 min                     | S/.0.49     |
| Semana 5                          | 220                          | S/.49,280.00    | S/.28,202.9         | S/.597.40             | S/.2,564.60                    | 12533 min                     | S/.1.43     |
| Semana 6                          | 162                          | S/.36,288.00    | S/.20,786.1         | S/.439.90             | S/.2,778.73                    | 11898 min                     | S/.1.03     |
| Semana 7                          | 168                          | S/.37,632.00    | S/.21,533.4         | S/.456.20             | S/.2,308.30                    | 12623 min                     | S/.1.06     |
| Semana 8                          | 88                           | S/.19,712.00    | S/.11,323.3         | S/.239.00             | S/.1,193.99                    | 12994 min                     | S/.0.54     |
| <b>PROMEDIO</b>                   |                              |                 |                     |                       |                                |                               | <b>1.57</b> |

## Anexo 30: Locaciones en ProModel

| Icono | Nombre          | Cap. | Unidades | TMs...  | Estadist         | Reglas...  | Notas... |
|-------|-----------------|------|----------|---------|------------------|------------|----------|
|       | BOTAL1_RyP      | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | REBAJADORA      | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | BOTAL_2_CURTIDO | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | ESCURRIDORAA    | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | TUNEL_DE_SECADO | 4    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | PINTADO         | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | LIJADORA        | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | PRENSADORA      | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | ALMACEN_MP      | 100  | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | ALMACEN_PT      | 200  | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | DESCARNADORA    | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | DIVIDIDORA      | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | MESA_DE_CORTE   | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | BOTAL_3_ENGRASE | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | VACÍO           | 2    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |
|       | ABLANDADORR     | 1    | 1        | Ninguna | Series de tiempo | Más Tiempo |          |

Anexo 31: Entidades en ProModel

Entidades [1]

| Icono | Nombre | Velocidad (mpm) | Estadist         | Notas... |
|-------|--------|-----------------|------------------|----------|
|       | PIELES | 50              | Series de tiempo |          |
|       | CUEROS | 50              | Series de tiempo |          |

Editar    Borrar

Sólo Correa Transportadora:  
 Ancho  m  
 Largo  m

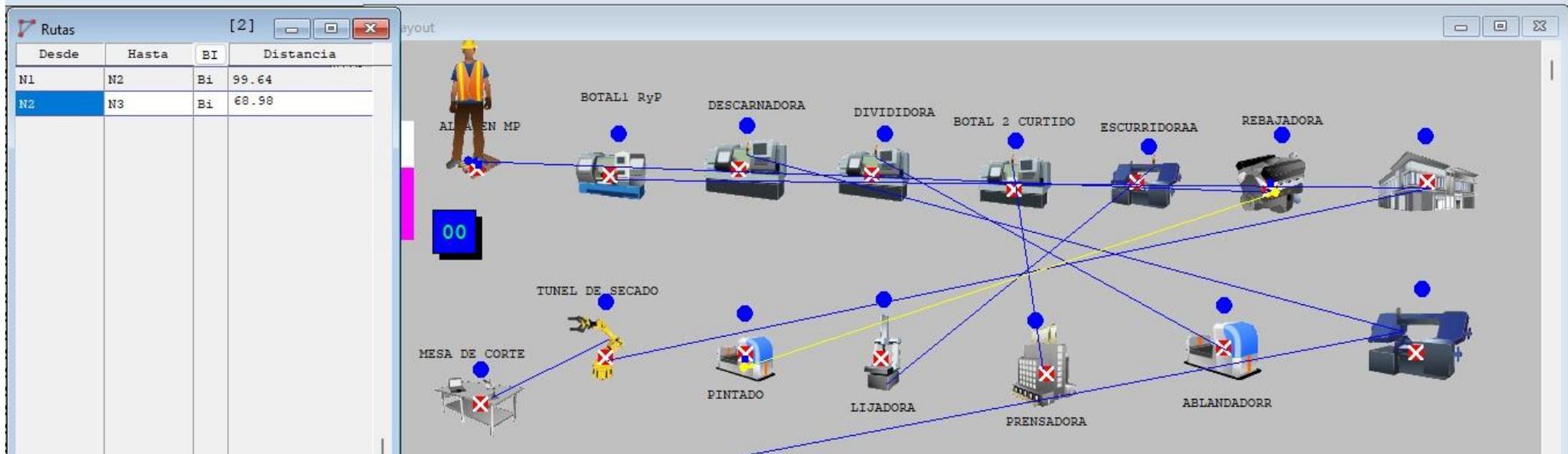
TUNEL DE SECADO  
 PINTADO  
 LIJADORA  
 PRENSADORA  
 ABLANDADORR

00    00

Student Version Student Version Student Ve  
 Student Version Student Version Student Ve

Anexo 32: Redes de ruta en ProModel

| Gráfica... | Nombre | Tipo       | T/V                   | Rutas... | Interfaces... | Mapeo... | Nodos |
|------------|--------|------------|-----------------------|----------|---------------|----------|-------|
|            | ruta_1 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 2        | 3             | 0        | 3     |
|            | ruta_2 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 2        | 3             | 0        | 3     |
|            | ruta_3 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 2        | 3             | 0        | 3     |
|            | ruta_4 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 1        | 2             | 0        | 2     |
|            | ruta_5 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 1        | 2             | 0        | 2     |
|            | ruta_6 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 1        | 2             | 0        | 2     |
|            | ruta_7 | Sobrepasar | Velocidad & Distancia | 1        | 2             | 0        | 2     |



Anexo 33: Recursos utilizados

Recursos [4]

| Icono | Nombre       | Unidades | TMs...  | Estadist          | Especif. ...       | Buscar... | Lógica... | Pts... | Notas... |
|-------|--------------|----------|---------|-------------------|--------------------|-----------|-----------|--------|----------|
|       | Worker1      | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_1, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | MONTACARGA_1 | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_7, N1, Rtn Ho | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | Worker_2     | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_2, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | Worker_3     | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_3, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | Worker_4     | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_4, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | Worker_5     | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_5, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |
|       | Worker_6     | 1        | Ninguna | Por Unidad, Serie | ruta_6, N1         | Ninguna   | 0         | 1      |          |

Layout

Borrar

liminar

Navegador Opera

Anexo 34: Tiempos de procesos ingresados en ProModel

| Proceso [1] |                 |                                  |
|-------------|-----------------|----------------------------------|
| Entidad...  | Locación...     | Operación...                     |
| PIELES      | ALMACEN_MP      |                                  |
| PIELES      | BOTAL1_RyP      | wait 2880 min                    |
| PIELES      | DESCARNADORA    | wait 153.3 min                   |
| PIELES      | DIVIDIDORA      | wait 138.2 minSplit 2 As CUEROS  |
| CUEROS      | DIVIDIDORA      |                                  |
| CUEROS      | BOTAL_2_CURTIDO | wait 1080 min                    |
| CUEROS      | ESCURRIDORAA    | wait 264.7 min                   |
| CUEROS      | REBAJADORA      | wait 269.9 min                   |
| CUEROS      | BOTAL_3_ENGRASE | wait 480 min                     |
| CUEROS      | VACÍO           | wait 200 min                     |
| CUEROS      | ABLANDADORR     | wait 147.9 min                   |
| CUEROS      | PRENSADORA      | wait 269.3 min                   |
| CUEROS      | LIJADORA        | wait 152.6 min                   |
| CUEROS      | PINTADO         | wait 274 min                     |
| CUEROS      | TUNEL_DE_SECADO | wait 100 min                     |
| CUEROS      | MESA_DE_CORTE   | wait 187.4 min                   |
| CUEROS      | ALMACEN_PT      | producto_terminado = producto_te |

Anexo 35: Reporte de locaciones en ProModel

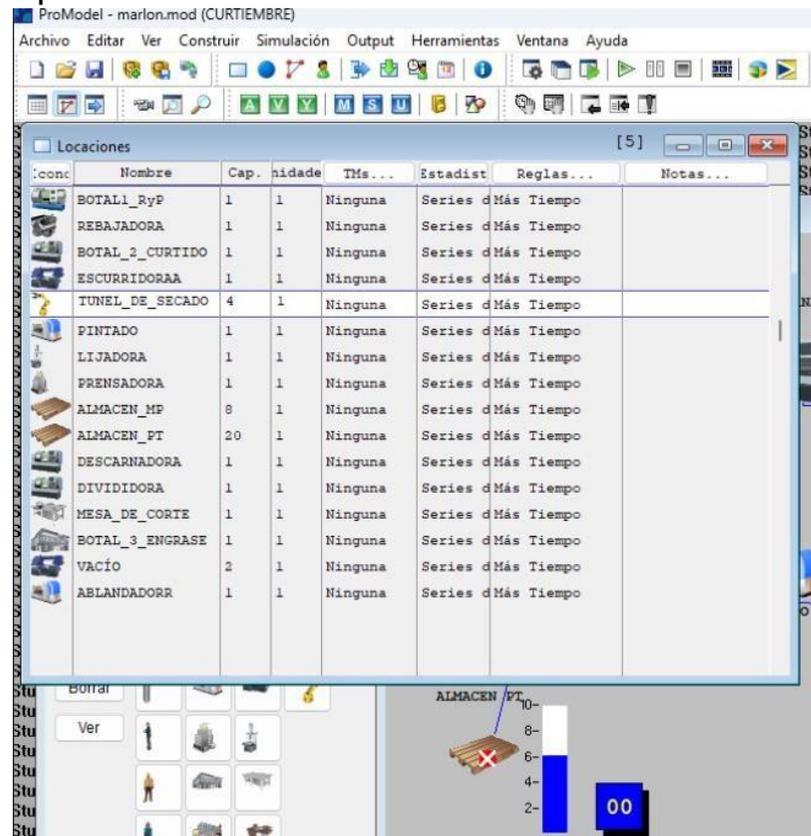
| Locación Resumen |                        |           |                |                                   |                    |                  |                  |               |
|------------------|------------------------|-----------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|
| Nombre           | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Min) | Contenido Promedio | Contenido Máximo | Contenido Actual | % Utilización |
| BOTAL1 RyP       | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 2,879.88                          | 1.00               | 1.00             | 1.00             | 100.00        |
| REBAJADORA       | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 982.63                            | 0.51               | 1.00             | 1.00             | 51.18         |
| BOTAL 2 CURTIDO  | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 1,109.60                          | 0.67               | 1.00             | 1.00             | 67.42         |
| ESCURRIDORAA     | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 453.32                            | 0.26               | 1.00             | 1.00             | 25.58         |
| TUNEL DE SECADO  | 384.00                 | 4.00      | 8.00           | 3,200.98                          | 1.11               | 2.00             | 2.00             | 27.79         |
| PINTADO          | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 282.50                            | 0.10               | 1.00             | 0.00             | 9.81          |
| LIJADORA         | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 120.30                            | 0.04               | 1.00             | 0.00             | 4.18          |
| PRENSADORA       | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 283.20                            | 0.10               | 1.00             | 0.00             | 9.83          |
| ALMACEN MP       | 384.00                 | 100.00    | 100.00         | 22,002.28                         | 95.50              | 99.00            | 92.00            | 95.50         |
| ALMACEN PT       | 384.00                 | 200.00    | 6.00           | 0.00                              | 0.00               | 1.00             | 0.00             | 0.00          |
| DESCARNADORA     | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 158.40                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 4.81          |
| DIVIDIDORA       | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 1,226.20                          | 0.37               | 1.00             | 0.00             | 37.25         |
| MESA DE CORTE    | 384.00                 | 1.00      | 6.00           | 192.20                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 5.01          |
| BOTAL 2 ENGRASE  | 384.00                 | 1.00      | 11.00          | 1,421.50                          | 0.68               | 1.00             | 1.00             | 68.25         |
| VACÍO            | 384.00                 | 2.00      | 10.00          | 3,449.50                          | 1.50               | 2.00             | 2.00             | 74.86         |
| ABLANDADORA      | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 157.00                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 5.47          |

### Anexo 36: Actividad de la entidad en ProModel

**ACTIVIDAD DE LA ENTIDAD EN PROMODEL**

| NOMBRE | % la logica del movimiento | % Esperado | % en operación | % Obstruido |
|--------|----------------------------|------------|----------------|-------------|
| PIEL   | 0.000                      | 0.000      | 0.000          | 0.000       |
| CUERO  | 0.000                      | 0.000      | 36.72          | 63.27       |

### Anexo 37: ProModel implementado tiempos



### Anexo 38: Reporte general de locaciones en ProModel después de la explorar

| Locación Resumen |                        |           |                |                                   |                    |                  |                  |                |  |
|------------------|------------------------|-----------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------|--|
| Nombre           | Tiempo Programado (Hr) | Capacidad | Total Entradas | Tiempo Por entrada Promedio (Min) | Contenido Promedio | Contenido Máximo | Contenido Actual | % Utilización: |  |
| BOTAL1 RyP       | 384.00                 | 1.00      | 8.00           | 2,879.88                          | 1.00               | 1.00             | 1.00             | 100.00         |  |
| REBAJADORA       | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 262.25                            | 0.16               | 1.00             | 1.00             | 15.94          |  |
| BOTAL 2 CURTIDO  | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 1,080.00                          | 0.66               | 1.00             | 0.00             | 65.63          |  |
| ESCURRIDORAA     | 384.00                 | 1.00      | 14.00          | 264.70                            | 0.16               | 1.00             | 0.00             | 16.08          |  |
| TUNEL DE SECADO  | 384.00                 | 4.00      | 12.00          | 100.00                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 1.30           |  |
| PINTADO          | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 274.00                            | 0.14               | 1.00             | 0.00             | 14.27          |  |
| LIJADORA         | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 152.60                            | 0.08               | 1.00             | 0.00             | 7.95           |  |
| PRENSADORA       | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 259.74                            | 0.15               | 1.00             | 1.00             | 14.66          |  |
| ALMACEN MP       | 384.00                 | 100.00    | 100.00         | 22,002.28                         | 95.50              | 99.00            | 92.00            | 95.50          |  |
| ALMACEN PT       | 384.00                 | 200.00    | 12.00          | 0.00                              | 0.00               | 1.00             | 0.00             | 0.00           |  |
| DESCARNADORA     | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 153.30                            | 0.05               | 1.00             | 0.00             | 4.66           |  |
| DIVIDIDORA       | 384.00                 | 1.00      | 7.00           | 1,218.20                          | 0.37               | 1.00             | 0.00             | 37.01          |  |
| MESA DE CORTE    | 384.00                 | 1.00      | 12.00          | 187.40                            | 0.10               | 1.00             | 0.00             | 9.76           |  |
| BOTAL 3 ENGRASE  | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 480.00                            | 0.27               | 1.00             | 0.00             | 27.08          |  |
| VACÍO            | 384.00                 | 2.00      | 13.00          | 200.00                            | 0.11               | 1.00             | 0.00             | 5.64           |  |
| ABLADADORR       | 384.00                 | 1.00      | 13.00          | 147.90                            | 0.08               | 1.00             | 0.00             | 8.35           |  |

Anexo 39: productividad maquinaria

Productividad maquinaria

|       |          | Minutos de uso por cada maquina | Horas de uso de cada maquina | Unidades producidas de cuero | Productividad maquinaria |
|-------|----------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Abril | Semana 1 | 12,452.8 min                    | 207.55                       | 440                          | 2.12                     |
|       | Semana 2 | 15,455.2 min                    | 257.59                       | 660                          | 2.56                     |
|       | Semana 3 | 15,728.5 min                    | 262.14                       | 720                          | 2.75                     |
|       | Semana 4 | 10,890.0 min                    | 181.50                       | 400                          | 2.20                     |
| Mayo  | Semana 5 | 15,733.6 min                    | 262.23                       | 720                          | 2.75                     |
|       | Semana 6 | 16,180.1 min                    | 269.67                       | 760                          | 2.82                     |
|       | Semana 7 | 17,783.1 min                    | 296.39                       | 840                          | 2.83                     |
|       | Semana 8 | 15,660.0 min                    | 261.00                       | 660                          | 2.53                     |

Anexo 40: productividad mano de obra

|       |          | Productividad mano de obra   |                               |                            |
|-------|----------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|       |          | Unidades producidas de cuero | Jornada laboral (6 operarios) | Productividad mano de obra |
| Abril | Semana 1 | 440                          | 357                           | 1.23                       |
|       | Semana 2 | 660                          | 357                           | 1.85                       |
|       | Semana 3 | 720                          | 357                           | 2.02                       |
|       | Semana 4 | 400                          | 357                           | 1.12                       |
| Mayo  | Semana 5 | 720                          | 357                           | 2.02                       |
|       | Semana 6 | 760                          | 357                           | 2.13                       |

|          |     |     |      |
|----------|-----|-----|------|
| Semana 7 | 840 | 357 | 2.35 |
| Semana 8 | 660 | 357 | 1.85 |

#### Anexo 41: productividad materiales

|       |          | Productividad materiales     |                           |                          |
|-------|----------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
|       |          | Unidades producidas de cuero | Cantidad de materia prima | Productividad materiales |
| Abril | Semana 1 | 440                          | 220                       | 2.00                     |
|       | Semana 2 | 660                          | 330                       | 2.00                     |
|       | Semana 3 | 720                          | 360                       | 2.00                     |
|       | Semana 4 | 400                          | 200                       | 2.00                     |
| Mayo  | Semana 5 | 720                          | 360                       | 2.00                     |
|       | Semana 6 | 760                          | 380                       | 2.00                     |
|       | Semana 7 | 840                          | 420                       | 2.00                     |
|       | Semana 8 | 660                          | 330                       | 2.00                     |

#### Anexo 42: Productividad multifactorial

|       |          | Unidades producidas de cuero | Ingreso       | Costo de mano de obra | Costo de materia prima | Costo de mantenimiento | Gastos generales | Productividad multifactorial |
|-------|----------|------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|
| Abril | Semana 1 | 440                          | S/ 98,560.00  | S/ 659.90             | S/ 22,880.00           | S/ 1,000.00            | S/ 1,182.93      | S/ 3.83                      |
|       | Semana 2 | 660                          | S/ 147,840.00 | S/ 445.30             | S/ 34,320.00           | S/ 450.00              | S/ 1,182.93      | S/ 4.06                      |
|       | Semana 3 | 720                          | S/ 161,280.00 | S/ 423.60             | S/ 37,440.00           | S/ 400.00              | S/ 3,903.67      | S/ 3.82                      |
|       | Semana 4 | 400                          | S/ 89,600.00  | S/ 1,194.80           | S/ 20,800.00           | S/ 1,200.00            | S/ 399.24        | S/ 3.80                      |

|      |          |     |               |           |              |             |             |         |
|------|----------|-----|---------------|-----------|--------------|-------------|-------------|---------|
| Mayo | Semana 5 | 720 | S/ 161,280.00 | S/ 782.10 | S/ 37,440.00 | S/ 1,200.00 | S/ 1,084.36 | S/ 3.98 |
|      | Semana 6 | 760 | S/ 170,240.00 | S/ 239.00 | S/ 39,520.00 | S/ 50.00    | S/ 798.48   | S/ 4.19 |
|      | Semana 7 | 840 | S/ 188,160.00 | S/ 602.80 | S/ 43,680.00 | S/ 888.75   | S/ 828.05   | S/ 4.09 |
|      | Semana 8 | 660 | S/ 147,840.00 | S/ 336.70 | S/ 34,320.00 | S/ 120.00   | S/ 433.74   | S/ 4.20 |

Anexo 43: Máquina de Vacío



Anexo 44: Montacarga

