

**Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa  
ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.**

Miguel Alejandro Peña Valbuena

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.  
2021

**Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa  
ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.**

Miguel Alejandro Peña Valbuena

Director

Cristian Alejandro Zafra Rodríguez

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.

2021

## Resumen

ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. es una empresa dedicada al sector metalmecánico en la ciudad de Bogotá Colombia, algunos de los productos de la empresa son los herrajes arquitectónicos para construcción de estructuras en acero y aluminio. Esta empresa presenta en la actualidad un índice de productividad bajo y debido a la llegada de otros mercados internacionales que ofrecen el mismo producto a menor precio ha dejado de ser competitiva. El objeto de este proyecto de investigación es seleccionar uno de sus productos mas afectados el cual se denomina sistema deslizante para divisiones de baño y determinar como el estudio de tiempos y movimientos y el diseño y redistribución de la planta en las actividades de producción nos ayuda a mejorar la productividad de los procesos productivos de fabricación de dicho producto. A través de herramientas de ingeniería se logran determinar métodos, tiempos y movimientos en los que se recurre en el proceso de fabricación del producto final, adicionalmente se identifican actividades criticas y se procede a elaborar una propuesta en la modificación del proceso de fabricación, en la implementación de maquinaria adicional y en el diseño y redistribución de la planta, permitiendo así una reducción de tiempos de fabricación y costos por traslados en relación de carga entre nodos.

*Palabras clave:* productividad, diseño y redistribución de planta, métodos, tiempos y movimientos, producción, relación de carga.

## Tabla de contenidos

Introducción.....	8
1. Identificación del problema.....	9
1.1 Antecedentes del problema.....	9
1.2 Descripción del problema.....	10
1.2.1 Diagrama causa efecto.....	11
1.3 Formulación del problema.....	13
1.4 Sistematización del problema.....	13
2. Justificación.....	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Marco referencial.....	16
4.1 Antecedentes de la investigación.....	16
4.2 Marco teórico.....	19
4.2.1 Estudio de tiempos y movimientos.....	19
4.2.2 Medios gráficos para el análisis de métodos.....	19
4.2.3 Estudio de movimientos.....	25
4.2.4 Estudio de micromovimientos.....	27
4.2.5 Equipos para el estudio de tiempos y movimientos.....	27
4.2.6 Productividad.....	28
4.3 Marco conceptual.....	29
5. Marco metodológico.....	31
5.1 Tipo de investigación.....	31
5.2 Variables de la investigación.....	31

5.3	Supuesto de la investigación.....	32
5.4	Población y muestra.....	32
5.5	Proceso metodológico.....	33
5.6	Instrumentos de recolección de datos.....	35
6.	Estado actual de la empresa.....	36
6.1	Descripción del producto objeto de investigación.....	36
6.1.1	Diagrama de ensamble.....	38
6.1.2	BOM (lista de materiales).....	39
6.1.3	Fichas técnicas.....	39
6.2	Proceso de elaboración actual.....	50
6.2.1	Flujogramas de operaciones actual.....	52
6.3	Tiempos.....	55
6.3.1	Diagrama de curso de proceso actual.....	55
6.3.2	Diagrama de bloques actual.....	58
6.3.3	Diagrama bimanual actual.....	61
6.3.4	Diagrama hombre maquina.....	64
6.3.5	Diagrama CPM actual.....	66
6.4	Demanda sistema deslizante para divisiones de baño.....	68
6.4.1	Tendencia de la demanda mensual.....	68
6.4.2	Pronostico de la demanda mensual.....	69
6.5	Productividad actual.....	71
6.6	VSM Actual (value mapping stream).....	72
6.6.1	Takt time.....	72
6.6.2	Diagrama VSM Actual (value mapping stream).....	73
6.7	Distribución de planta actual.....	74

6.7.1 Diagrama de recorrido actual. ....	75
6.7.2 Relación de carga actual. ....	76
7. Propuesta .....	80
7.1 Proceso de elaboración propuesto.....	80
7.1.1 Flujogramas de operaciones propuestos. ....	80
7.2 Tiempos.....	83
7.2.1 Suplementos según OIT.....	83
7.2.2 Tiempo estándar.....	84
7.2.3 Diagrama de curso de proceso propuesto. ....	86
7.2.4 Diagrama de bloques propuesto. ....	89
7.2.5 Diagrama bimanual propuesto.....	92
7.2.6 Diagrama CPM propuesta. ....	95
7.3 Poka-yoke propuesto.....	96
7.4 Productividad propuesta.....	98
7.5 Diagrama VSM Propuesto (value mapping stream). ....	99
7.6 Distribución de planta propuesta .....	100
7.6.1 Relación de carga propuesta. ....	100
7.6.2 Necesidades de espacio SPL.....	102
7.6.3 Nueva distribución planimetría propuesta. ....	104
7.6.4 Diagrama de recorrido propuesto. ....	105
7.7 Cuadro resumen actual y propuesta .....	106
7.8 Análisis financiero de la propuesta.....	109
7.7.1 Viabilidad financiera de la propuesta. ....	109
7.7.2 VPN valor presente neto.....	112
7.7.2 TIR tasa interna de retorno. ....	113

7.7.3 Razón B/C beneficio/costo.....	113
Conclusiones.....	114
Referencias .....	115

## **Introducción**

La presente investigación se genera a partir de la necesidad de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. por incrementar la productividad en los procesos de fabricación de sus productos, de acuerdo con esto se realiza un estudio de tiempos y movimientos para identificar actividades innecesarias dentro del proceso de producción. Para ello se propone el estudio y análisis de un producto en particular el cual será objeto de evaluación durante todo su proceso de transformación desde materia prima, hasta producto terminado y el cual se denomina sistema deslizante para divisiones de baño.

Teniendo en cuenta, que los demás productos fabricados por la empresa incurren en el mismo proceso productivo y su variante es el diseño, podríamos considerar la distribución de la maquinaria empleada y el diseño de la planta como objeto de mejora y así poder eliminar movimientos innecesarios y reducir los tiempos y costos en desplazamientos del producto de un nodo a otro. Adicionalmente, analizar el proceso en cada estación de trabajo, la manera como el operario realiza la actividad y verificar que las actividades se ejecutan de la mejor manera.

Considerando factores de riesgo, garantizando la seguridad del operario, pero haciendo la actividad más eficiente. Podríamos lograr una mejora considerable en la productividad de la empresa. A través de métodos de ingeniería para análisis y mejora tales como estudio de tiempos y movimientos, modificaciones a los procesos actuales de fabricación y diseño y redistribución de planta. Esta investigación se realiza con el propósito de mejorar la forma de fabricar el producto, optimizar tiempos y hacer a los operarios más eficientes al momento de desarrollar cada actividad.

Basándonos en esta necesidad identificamos el problema como la baja productividad en los procesos de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño y a través de una investigación de tipo cuantitativa, se procede a realizar el estudio por medio del método de observación experimental. Recolectando de esta manera datos y métodos presentes en el desarrollo de las actividades de fabricación para su posterior documentación, análisis y de acuerdo con la información obtenida desarrollar una propuesta de mejora que permita incrementar la productividad de la empresa en el área de fabricación del producto objeto de estudio.



## **1. Identificación del problema**

### **1.1 Antecedentes del problema**

La fabricación de herrajes y accesorios arquitectónicos para la instalación de estructuras en aluminio y vidrio a nivel mundial está siendo dominada por países con índices altos en productividad como lo es china. Que al ser un país industrializado ofrece una amplia oferta en la fabricación de este tipo de productos, exportando a diferentes países a precios muy accesibles, la clave de ello es su producción en masa y cantidad, lo que permite elevar sus índices productivos, reducir costos, tiempos y elevar su rentabilidad.

Según BBC News mundo (2020), en su artículo acerca de la economía china indicó que el gobierno chino, reportó para el mes de octubre del año 2020 un incremento en su productividad del 4,9% entre julio y septiembre respecto al año anterior para los mismos meses, este incremento los coloca como la segunda economía más grande a nivel mundial. mientras que la tasa de producción industrial tiene un crecimiento del 5,8% (pp. 1-2).

Países como Estados Unidos consideran que el empleo de métodos que ayuden a hacer la empresa más eficiente, y productiva es un factor esencial para alcanzar una alta rentabilidad en todos sus procesos. En la actualidad, Estados Unidos es un país que sigue siendo uno de los más productivos, gracias a la adopción e implementación de métodos e indicadores que gestionan las áreas empresariales que involucran el factor productivo de la organización.

Según THOMSON REUTERS DATASTREAM (2020), el país para el cuarto trimestre del año 2020 la productividad tuvo un valor de 111,09% demostrando una caída versus el tercer trimestre del mismo año, la cual se vio reflejada en 112,48% según el área de economía internacional, esta productividad se toma a partir de la producción por hora de todas las personas del sector empresarial y no agrícola. a pesar de tener un declive del 1,39% la productividad de estados unidos sigue siendo una de las más altas (pp. 1-2).

Según publicaciones Semana (2021), en su artículo titulado: Estos son los principales problemas de productividad de las empresas. Un análisis realizado por el programa de transformación productiva (PTP). A nivel nacional se presenta un fenómeno el cual se evidencia en que a falta de estandarización y sistematización industrial los índices productivos pueden no ser tan competitivos respecto a los otros países. generalmente en las pequeñas y medianas empresas no se suelen aplicar métodos que ayuden a mejorar indicadores como lo son la productividad y por consiguiente la rentabilidad no es la más favorable para las organizaciones industriales (pp.1-2).

En los últimos tiempos el sector metalmecánico se ha visto afectado por las importaciones de productos de origen chino. dichos productos llegan al país a unos precios muy bajos y para las empresas nacionales cada vez es más difícil competir contra ellos. A raíz de esta situación las empresas nacionales se han visto envueltas en una problemática que obliga a los empresarios a pensar en métodos que mejoren su productividad, así mismo su rentabilidad y lograr ser competitivos con los productos que llegan al país bajo la modalidad de importación.

En la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. se genera la necesidad de incrementar la productividad para lograr que los productos y servicios ofertados por la empresa sean competitivos, respecto a la competencia y mercados que se abren con la llegada de productos importados de otros países. de esta manera poder generar una mayor rentabilidad optimizando el uso de los recursos disponibles.

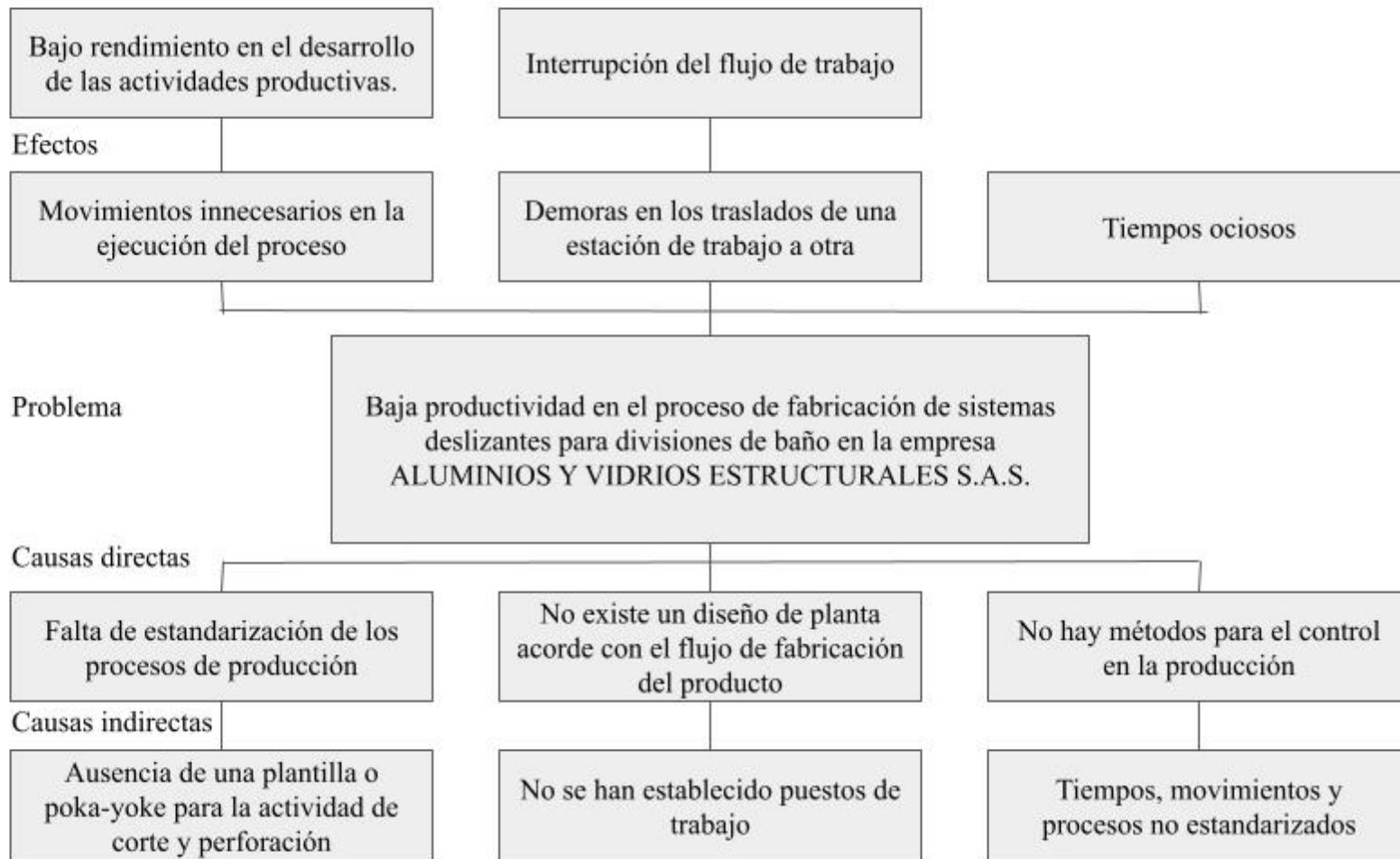
En el análisis de los indicadores de productividad del estado actual de la empresa, encontramos la productividad por producto en un 66% teniendo en cuenta los recursos de tiempo utilizados en la ejecución de las actividades que lo componen, el tiempo que conlleva el desarrollo de la ejecución de las actividades de fabricación es de 90 minutos los cuales son 1,5 horas. Teniendo esto en cuenta y considerando que diariamente se tiene un recurso de tiempo disponible de 16 horas la productividad diaria será de 62%.

Basándonos en el análisis de los indicadores de productividad se evidencia un problema de baja productividad respecto a los recursos utilizados en la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño y las unidades que se producen, siendo la productividad el único camino para que la empresa pueda crecer y ser competitiva respecto con los otros mercados que se abren en el país con la llegada de productos bajo la modalidad de importación y de origen chino.

## **1.2 Descripción del problema**

Aprovechando los recursos disponibles dentro la organización, la empresa decide lanzar la producción de sus accesorios al mercado, teniendo inicialmente éxito ya que el diseño y la calidad de los productos son buenos y tienen buena acogida por sus clientes finales. Pero la competencia extranjera creó la necesidad de mejorar la productividad en sus procesos productivos. De acuerdo con lo anterior a continuación se presenta un diagrama causa efecto para analizar las causas, los efectos presentes en el proceso productivo y así mismo determinar el problema principal para el desarrollo de este estudio de investigación.

### 1.2.1 Diagrama causa efecto.



**Figura 1.** Árbol de problema. Autoría propia.

Se logra evidenciar que esta empresa tiene varias falencias, en especial que tienen una planeación y un control en el área de producción prácticamente inexistente, este fenómeno es muy común por lo general en pequeñas y medianas empresas, ya que arrancan su negocio productivo muy empíricamente, y por el camino es cuando se dan cuenta de la necesidad de aplicar conocimientos y métodos de ingeniería que permitan desarrollar la actividad económica con mayor eficiencia.

Estas prácticas hacen que la empresa incurra en sobrecostos por falta de planeación, demoras por pérdidas de tiempo en procesos no estandarizados y causan que el proceso de producción no sea el más eficaz, se evidencia la falta de documentación en sus procesos productivos y la necesidad de estandarizar las actividades que lo componen.

El diseño de la planta no va acorde con las características de la producción del producto ya que la distribución requerida sería material en curso de fabricación. Por lo tanto, debería reubicarse la maquinaria conforme al flujo del proceso productivo y así aplicar al principio de mínima distancia recorrida. analizando la información recopilada en la visita a la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. se documenta que la empresa no tiene definidos puestos de trabajo, no tiene distribuida la maquinaria conforme al proceso productivo.

De esta manera se logran identificar a simple vista tiempos y movimientos que se realizan y podrían eliminarse a partir del estudio y aplicación de métodos de ingeniería que permitan la optimización de los procesos realizados en cada actividad o estación de trabajo. proponiendo una distribución acorde con el flujo y proceso que conlleva la realización o fabricación del producto el cual se somete como objeto de estudio para evaluación de resultados.

Teniendo en cuenta los antecedentes del problema expuestos en los numerales anteriores, y de acuerdo con la investigación realizada, encontramos que partiendo de la necesidad de aumentar la productividad de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., se puede describir el problema como la falta de organización en el proceso productivo. lo cual no permite un correcto desempeño ni aprovechamiento de los recursos disponibles y por ende el desarrollo de la actividad económica no alcanza la rentabilidad esperada por parte de la empresa.

A partir de las causas enumerados en la figura numero 1 árbol del problema, se identifica el problema como baja productividad en la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, a falta de estandarización de procesos, distribución de la planta y métodos y tiempos innecesarios en la fabricación del producto, generando como efecto principal la baja productividad.

### **1.3 Formulación del problema**

Basándonos en las visitas realizadas en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., y la investigación aplicada, se determina que existe baja productividad en sus procesos y a partir de ello se evidencian las falencias presentes dentro de la organización. Podríamos formularnos entonces.

¿Cómo se puede mejorar la productividad en los procesos de producción de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. a través del estudio de los tiempos y movimientos?

### **1.4 Sistematización del problema**

- ¿Por qué se genera la necesidad en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S. de aumentar la productividad en sus procesos de fabricación?
- ¿Cuál sería el proceso que seguir para el estudio de tiempos y movimientos en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.?
- ¿Como el estudio de tiempos y movimientos nos ayuda a mejorar la productividad y así suplir las necesidades de la empresa?
- ¿Qué métodos aplicar para solucionar falencias encontradas durante el estudio de tiempos y movimientos en la empresa?

## 2. Justificación

El objeto para el desarrollo de esta investigación es lograr satisfacer la necesidad de la empresa de aumentar su productividad en su actividad productiva a través de métodos que conlleven a la organización y optimización de procesos que permitan reducir tiempos y movimientos innecesarios que causen retrasos y bajen la productividad en el desarrollo de la actividad. para ello es fundamental evaluar cada una de las actividades desarrolladas por la empresa, las interacciones hombre - máquina y hacer un registro de tiempo, de esta manera se pueden obtener resultados cuantificables y mejorables.

Con base en esto se procede a realizar un estudio de Métodos, tiempos y movimientos presentes en la producción del producto. Verificando si la manera en la que se realiza es la forma óptima y llevar un registro de cómo se realizan las actividades y cuánto tiempo conlleva realizarlas. comprobando la capacitación y aptitudes que tiene cada uno de los actores implicados en el proceso productivo y el estado de la maquinaria implicada, así como si la distribución de dicha maquinaria es óptima para el proceso que debe llevar el producto.

Considerando que la empresa a la cual se le va a realizar el estudio de investigación es una PYME (pequeñas y medianas empresas), se espera encontrar falencias en la planificación de sus procesos productivos, por lo cual se hace necesario un estudio para lograr mitigar dichas falencias y obtener resultados favorables para el desarrollo y ejecución de la actividad económica, evidenciando dichas mejoras en el aumento de la productividad de sus procesos y rentabilidad en sus actividades. con muestras cuantificables.

Independientemente del tamaño de la empresa es necesario una buena organización empresarial y una planeación enfocada en el desarrollo de sus proyectos, con el fin de optimizar los procesos y lograr una alta productividad, haciendo el desarrollo de la actividad económica más rentable y adicional a ello, satisfacer correctamente las necesidades del cliente brindando calidad y cumplimiento. Esto se logra a partir de la correcta planeación y gestión de los recursos.

El desarrollo de este estudio de investigación nos permitirá identificar, evidenciar, evaluar y analizar cada uno de los procesos presentes en la actividad productiva del desarrollo de producto que identificamos como: sistema deslizante para divisiones de baño, el cual seleccionamos como objeto de estudio. y teniendo en cuenta los resultados aplicar los métodos necesarios para la mejora de las muestras recolectadas. Se recomienda a la empresa realizar este estudio en los demás productos fabricados y así lograr las mejoras en todos los procesos productivos.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar un estudio de tiempos y movimientos con el fin de mejorar la productividad en los procesos de fabricación del producto: sistema deslizante para divisiones de baño, en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar cuales son las necesidades de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., y la situación actual de productividad en los procesos de fabricación del producto sistema deslizante para divisiones de baño.
- Hacer un estudio de tiempos y movimientos en el proceso productivo que se le desarrolla al producto sistema deslizante para divisiones de baño.
- Realizar una propuesta de mejora basada en el resultado del estudio de tiempos y movimientos, que permita mejorar la productividad en los procesos de fabricación del producto sistema deslizante para divisiones de baño.
- Realizar una relación beneficio – costo con el fin de identificar la viabilidad de la implementación de la propuesta y del proyecto.

## 4. Marco referencial

### 4.1 Antecedentes de la investigación

Según los estudios de métodos tiempos y movimientos se puede destacar que uno de los factores cuantificables de una empresa es la productividad Niebel (1990): “el único camino para que un negocio o una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad [...] es aumentando su productividad.” (p. 1). Benjamín Niebel en su libro titulado INGENIERIA INDUSTRIAL métodos, tiempos y movimientos, propone que uno de los métodos para lograr mejorar la productividad de una empresa, independientemente si pertenece al sector industrial, servicios o comercial, es el estudio de métodos, tiempos y movimientos.

A través de análisis de operaciones, interacciones hombre - máquina y la eliminación de movimientos innecesarios que incurrir en desperdicios de tiempo, durante el desarrollo de las actividades de producción, en su estudio se plantea la evaluación de el pago de los salarios igualmente como método de mejora y ofrece distintos métodos adicionales para la medición de las operaciones a cargo de la empresa y sus respectivas mejoras.

Andrade, Del Río y Alvear. (2019), en su artículo de investigación titulado: “Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado”. plantean un análisis a partir de resultados entregados basados en estudios realizados a través de diferentes métodos, con el fin de identificar la causa de la baja productividad en la empresa de calzado, a partir de las muestras recolectadas procedieron a realizar un diagrama de procesos el cual permitió mejorar la producción en un 5,49% (pp. 83-87).

Considerando lo anterior y según Bloom y Reenen, (2010) en su artículo titulado Why Do Management Practices Differ across Firms and Countries? hacen referencia a las empresas que operan en América latina y logran ser competitivas respecto a las demás, y sostienen que dichas empresas competitivas se caracterizan por realizar estudios a sus operaciones, mientras que las demás empresas presentan dificultades en su gestión productiva (pp. 215-219).

Evaluando la situación actual de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., se logra identificar, que dicha empresa podría estar catalogada según Nicholas Bloom y Van Reenen, dentro de las empresas que actúan y operan empíricamente, y al no realizar estudio y seguimiento de sus operaciones, incurrir en errores que afectan su desempeño, productividad y hasta su rentabilidad, errores que no permiten a la empresa ser competitiva como evidenciamos la problemática vs. empresas importadoras.



Basándonos en estos conceptos se hace necesario empezar a realizar estudios referentes a las operaciones de la empresa y teniendo en cuenta que según Niebel y Freivalds (2014) en su libro *Métodos, estándares y diseño del trabajo* nos indican que la productividad depende de la eficiencia con la que se empleen los recursos disponibles para alcanzar las metas empresariales, por tanto, se deben aplicar métodos que permitan medir y cuantificar los recursos y el grado de eficiencia (pp. 1-2).

El uso de métodos de estudio para mejorar los procesos en la producción fue introducido por Taylor y Krenn (2011). Quien además es considerado el padre de la administración científica, Frederick Taylor desarrolló el trabajo de estudio de los tiempos y junto con el trabajo de movimientos desarrollado por la pareja Frank y Lillian Gilbreth combinan el estudio de tiempos y movimientos como una técnica para la eficiencia de los procesos de la empresa (pp. 145-150).

Según Zandin (2001) esta combinación es conocida como Ingeniería de métodos, y propone realizar el estudio a partir de la observación, y con herramientas que permitan tomar muestras de tipo cuantitativo, con el fin de ser evaluadas posteriormente y analizadas, concluir procesos innecesarios, así como desplazamientos, movimientos y tiempos perdidos (pp. 1-2).

Frederick Taylor, en 1881 empieza su trabajo en el estudio de tiempos, tiempo después propone que el trabajo de un operario debería ser planificado por lo menos con 1 día de anticipación, con ello se podrán establecer tiempos estándar después de previo análisis y estudio por expertos. a este proceso podría llamársele fijación de tiempos.

Niebel en su libro *ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos*, indica Niebel (1990): “analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento [...]” (p. 27). en este caso asumimos el papel de ingeniero de métodos y la tarea es analizar todos los elementos que componen la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., con el fin de determinar cuál es la causa del problema e idear la manera de aumentar la producción, considerando así el análisis de operaciones como técnica de mejora.

Villacreses (2018) en su tesis titulada: “Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de guayusa ecocampo” se evidencia como a través de la aplicación de métodos de ingeniería en la medición de tiempos y movimientos, así como en el diseño y redistribución de la planta embotelladora, logran alcanzar los objetivos de mejorar los procesos productivos basados en un problema productivo en el sector alimenticio (pp. 8-9).

Por otro lado Rivera (2014) en su tesis de investigación titulada: "Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de salcajá" propone que a través de la observación en los procesos de elaboración de los cortes típicos objeto de su investigación, se procede a realizar los diagramas propios a los estudios de tiempos y movimientos, con el fin de identificar las falencias, tiempos y movimientos que se incurren al momento de realizar el proceso de elaboración. De este modo eliminar movimientos y tiempos innecesarios (pp. 53-54).

Para el caso de Aguirre y Carrillo (2018) en su tesis de investigación titulada: "propuesta de mejora para aumentar la productividad y reducir costos, en la empresa troquelados J.A" se proponen realizar una propuesta de mejora con el fin de reducir costos y aumentar la productividad de la empresa a partir del estudio de tiempos y movimientos y de la redistribución de la planta, logrando con esto una reducción en los costos de producción por unidad de hasta 27\$ y un incremento en la productividad de hasta 9,35%. (pp. 84-85).

Según Álvarez y García (2010) en su artículo de investigación hacen ver que las empresas exportadoras resultan siendo mas productivas que las empresas que no exportan esto podría verse inmerso en la apertura de nuevos mercados y no solamente en el mercado local, para el caso de la empresa objeto de esta investigación observamos que la baja competitividad es dada principalmente por las importaciones que llegan de otros países principalmente productos de origen chino ya que son productos que vienen de distintas calidades a precios que resultan siendo poco competitivos para la empresa, y si vemos la productividad actual de las empresas chinas, resulta siendo una productividad considerablemente alta.

Teniendo claro el problema y el objetivo de esta investigación se procede a evaluar los diferentes métodos que se pueden utilizar para lograr las mejoras esperadas por la empresa, dentro de los métodos que tenemos se encuentra hacer un análisis con diferentes herramientas las cuales nos facilitan comprender el estado actual de la empresa y a dónde queremos apuntar para lograr los resultados esperados.

Para ello se estudian los medios gráficos que propone Niebel, B. en su libro ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos, en donde encontramos los que él denomina medios gráficos para el análisis de métodos. Algunos de estos medios gráficos son: diagrama de operaciones de proceso, diagrama de curso de proceso y diagrama de recorrido de actividades. Adicionalmente a estos

métodos gráficos, se les puede hacer un diagrama PERT, por medio del cual se analiza por medio de pronósticos para una planeación y control de la producción.

En el desarrollo de un diagrama PERT identificamos cada actividad que compone el proyecto, y si esta actividad está precedida por otra actividad que deba ejecutarse con anticipación, se asigna el tiempo que dura el desarrollo de cada actividad, el cual ya debería estar previamente calculado o documentado y basados en estos datos se diseña el diagrama, con el diagrama se puede utilizar el método CPM (método de la ruta crítica) y así lograr la planificación de los tiempos que tarda en completarse el proceso productivo.

## **4.2 Marco teórico**

### **4.2.1 Estudio de tiempos y movimientos.**

El estudio de tiempos y movimientos según Niebel, “es una actividad que implica una técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada [...]” (Niebel, 1990, p. 12). todo esto basado a partir de un estudio previo considerando demoras y retrasos inevitables en el desarrollo de la actividad. El estudio de tiempos y movimientos se dio origen gracias al trabajo de Frederick Taylor en el estudio de tiempos en el año 1881, y el trabajo de los Gilberth en el estudio de los movimientos.

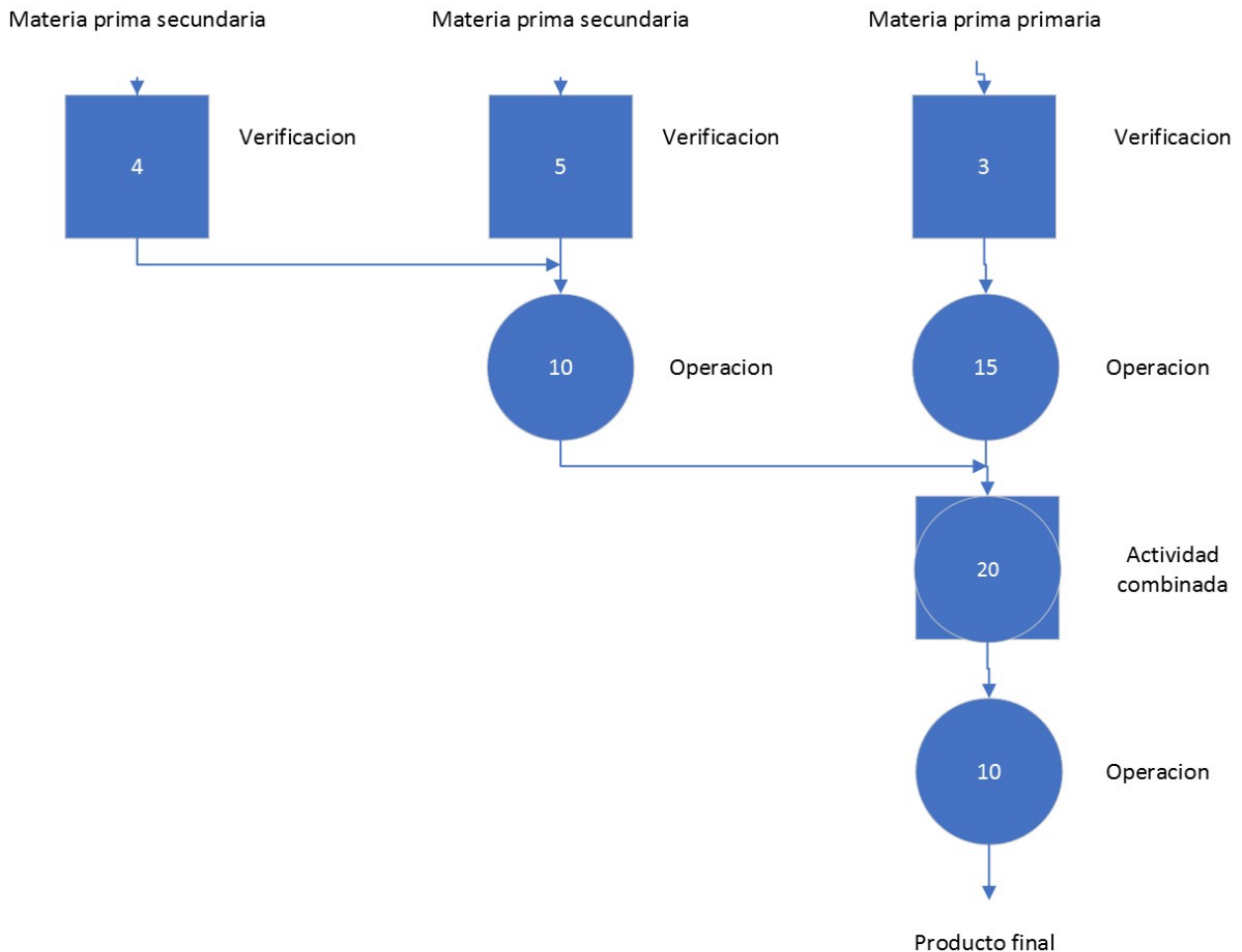
### **4.2.2 Medios gráficos para el análisis de métodos.**

Existen varios medios para el análisis de métodos, en cuanto al estudio de tiempos y movimientos, en este estudio de investigación vamos a tratar 4 los cuales se relacionan a continuación:

- Diagrama de operaciones de procesos.
- Diagrama de curso de proceso.
- Diagrama PERT
- Método CPM (Ruta crítica)

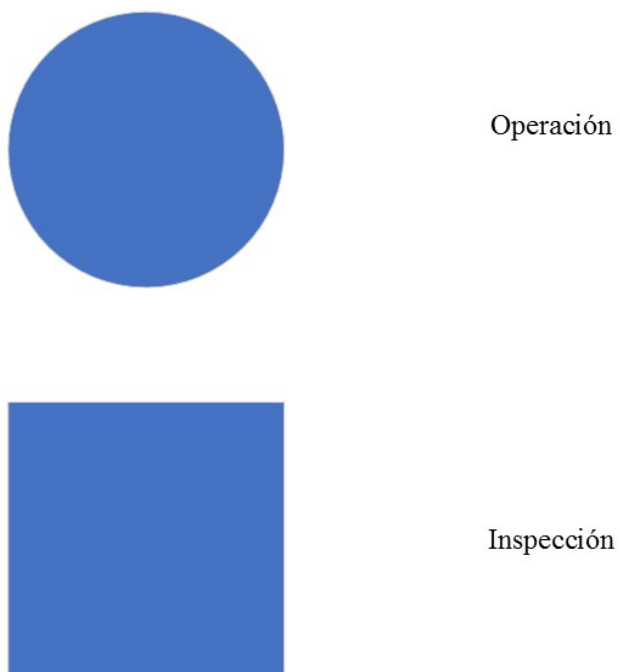
**4.2.2.1 Diagrama de operaciones de procesos.** Este diagrama es una representación gráfica de las operaciones de la planta, el cual lleva una secuencia y relaciona todos los componentes del proceso productivo como lo son: maquinaria, Mano de obra, materia prima y todas las actividades que involucra el proceso desde el ingreso de la materia prima, transformación y hasta producto terminado.

En las empresas productivas que pretendan realizar un estudio de tiempos y movimientos resulta muy conveniente realizar este tipo de diagramas para tener claridad de las operaciones y funcionamiento de estas. Este diagrama expone los problemas presentes en el proceso y sus probabilidades de mejoramiento.



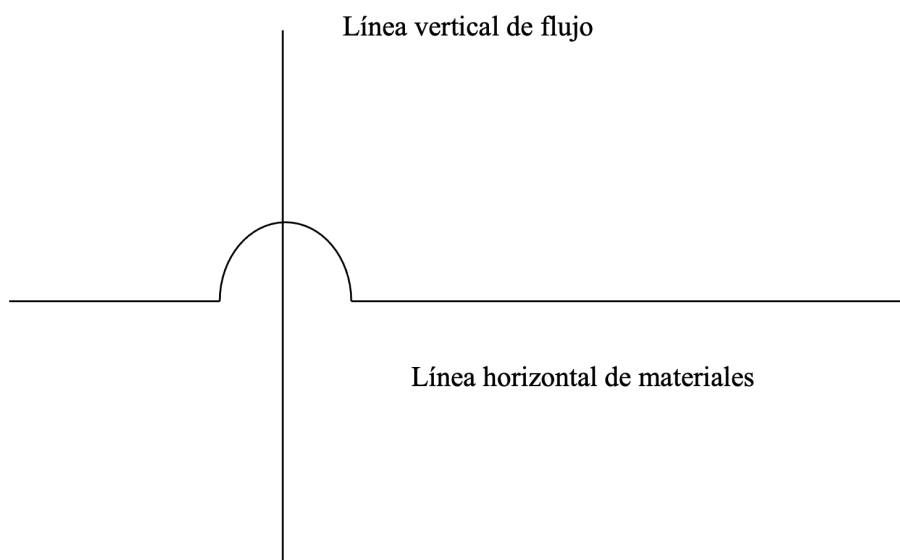
**Figura 2.** Diagrama de operaciones de proceso. Autoría propia.

Como podemos observar en la estructura del Diagrama de operaciones de proceso encontramos que se compone de 2 tipos de simbología relacionada entre sí por conectores. Dentro de la simbología tenemos un círculo, el cual representa una operación, y un cuadro el cual estaría representando una inspección. Para el caso de la figura 1, evidenciamos que existe un tercer símbolo compuesto por un círculo y un cuadrado al mismo tiempo, y este símbolo hace referencia a una actividad combinada.



**Figura 3.** Símbolos de operación e inspección. Autoría propia.

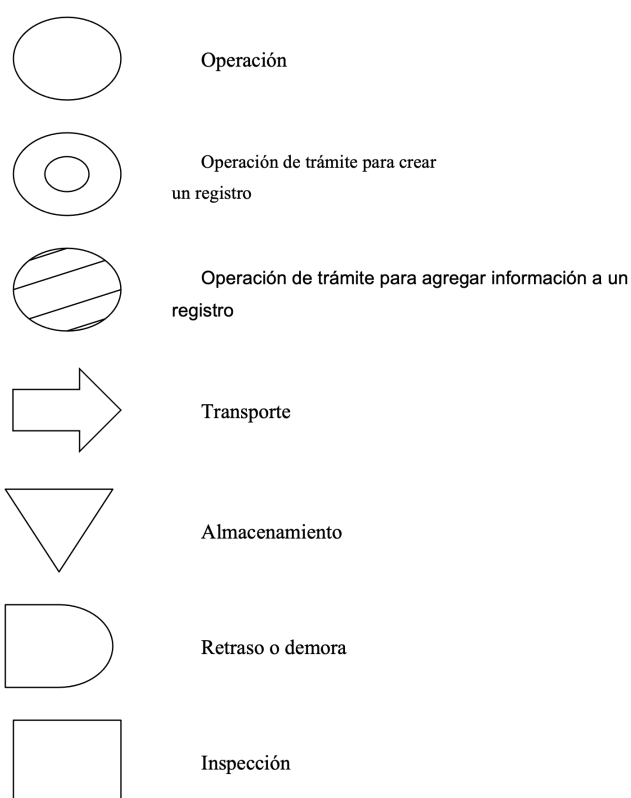
para la elaboración del diagrama de operaciones de proceso se debe tener en cuenta que para relacionar las actividades de operación e inspección, utilizaremos conectores, los cuales no pueden estar cruzados entre sí en las intersecciones.



**Figura 4.** Símbolos conectores y sus intersecciones. (Niebel, 1990).

**4.2.2.2 Diagrama de curso de proceso.** Este diagrama tiene como característica principal que es mucho más detallado que el diagrama de operaciones de proceso, al gozar esta característica es poco probable que se considere en procesos de ensamble y fabricación más complejos. este tipo de diagrama al igual que el diagrama de operaciones de proceso ofrece el registro de operaciones e inspecciones, y es útil en el caso de revelar costos ocultos, retrasos en la operación y almacenamientos temporales.

de acuerdo con lo anterior este diagrama resulta ser más completo y detallado, por consiguiente, tiene muchos más símbolos que representan el flujo del proceso dentro de las actividades de producción. en este diagrama d curso de proceso encontramos la siguiente simbología:



**Figura 5.** Símbolos para diagrama de curso de proceso. (Niegel, 1990).

Teniendo en cuenta que el diagrama de curso del proceso hace referencia únicamente al producto en específico se recomienda crear un formato que permita la identificación de dicho producto.

Se debe especificar la pieza que compone el producto y así mismo el material que lo componen, en este diagrama se traza una línea que representa el flujo del proceso y esta línea traza las actividades que se realizan representadas por los símbolos descritos en la figura 4. además de tener una descripción del proceso y unas recomendaciones.

**4.2.2.3 Diagrama PERT.** Para el caso del diagrama PERT tenemos que es un método de planeación plenamente predictivo. por medio del cual asumimos la actividad productiva y lo denominamos el proyecto. dicho proyecto se compone de diferentes actividades las cuales tienen un tiempo establecido para su realización, así como también se pueden incluir costos por actividad.

Por lo general el primer paso, para la realización del diagrama PERT, es organizar las actividades y determinar si estas son precedidas por alguna otra actividad, especificando tiempo de duración y costo por actividad.

Tabla 1.

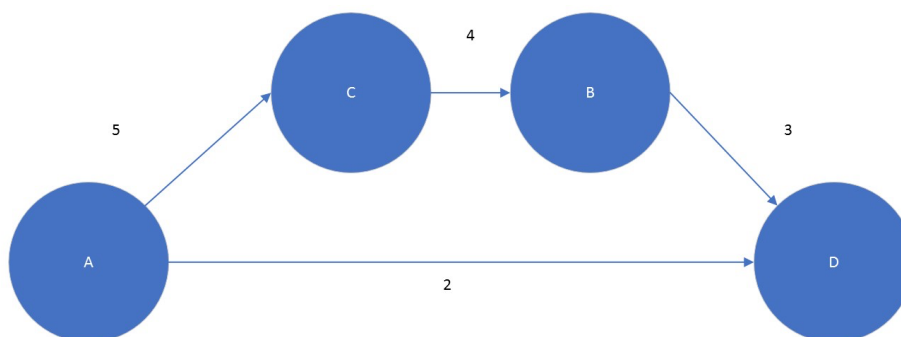
*Representación tabla de actividades*

Actividad	Precede	Tiempo	Costo
A	-	5	10
B	A, C	3	15
C	A	4	11
D	A, B	2	13

*Nota:* En esta tabla se representa a modo de ejemplo las actividades de la A a la D con su respectiva precedencia, tiempo y costo. Autoría propia.

Partiendo del ejemplo anterior, evidenciamos las actividades existentes en el proyecto y se describe la actividad inicial, si son precedidas, su costo y la duración que conlleva la ejecución de cada actividad. basados en esta información se procede a realizar el diagrama PERT.

El diagrama PERT utiliza nodos ilustrados como círculos y en ellos se representa cada actividad. Estos nodos son interconectados entre sí dependiendo la prioridad que tenga el proceso en cada actividad.



**Figura 6.** Representación del diagrama PERT. Autoría propia.

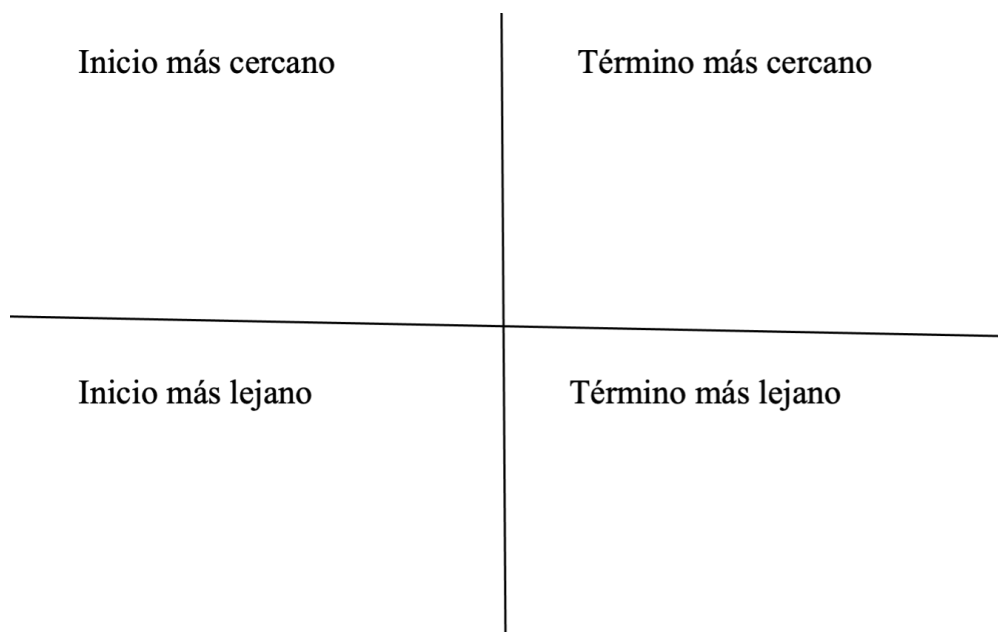
En el proceso productivo cada operación en el diagrama PERT se denominará actividades y tendrá asignado un nodo, estos nodos se interconectan por arcos, los cuales llevan descrito el tiempo que tarda la operación. Este tiempo puede ser dado en días, semanas o meses, dependiendo el proyecto que se esté analizando.

Este tipo de diagrama PERT es predictivo para una planeación y seguimiento de el tiempo y costo que se requerirá en el desarrollo del proyecto, a partir de la construcción de dicho diagrama se puede emplear el método CPM (ruta crítica) el cual nos ayudará a identificar la ruta que demora mas y aclarar tiempos y plazos.

**4.2.2.4 Método CPM.** El método CPM conocido también como método de la ruta crítica, es una técnica utilizada a partir de los diagramas PERT para determinar el camino más largo dentro del proceso de producción. Para desarrollar este modelo es necesario definir el proyecto y disponer su estructura, desarrollar una tabla en donde se describan todas las actividades involucradas en el proyecto y se identifique cuales van primero y cuales son predecesoras de las otras.

A partir de estos datos se procede a desarrollar el diagrama PERT, dibujando la red, estableciendo los nodos y conectando todas las actividades por medio de los arcos teniendo en cuenta la prioridad y precedencia, los arcos deben contener el tiempo aproximado del desarrollo de cada actividad, y posterior a esto se procede a realizar el cálculo de la ruta crítica.

Cada una de las actividades que se disponen en el proyecto, cuentan con una holgura la cual debemos calcular. por medio del inicio o término más lejano o cercano de cada actividad.



**Figura 7.** Términos para determinar la ruta crítica. Autoría propia.



Hay que tener en cuenta que el inicio y término más lejano de las actividades, no debe afectar la fecha de entrega para el proyecto.

para el cálculo de la holgura utilizamos la siguiente fórmula:

$$H = IL - IC \quad (1)$$
$$H = TL - TC$$

Donde  $H$  representa holgura,  $IL$  inicio más lejano,  $IC$  inicio más cercano,  $TL$  término más lejano y  $TC$  término más cercano.

Definimos hoguera como el margen de tiempo que existe durante el desarrollo de una actividad, sin retrasar el proyecto.

#### **4.2.3 Estudio de movimientos.**


















Según Meyers (2,000). Es preciso realizar un estudio de movimientos previamente al estudio de tiempos ya que el estudio de movimientos diseña la manera correcta de realizar o llevar a cabo las actividades presentes en el sistema de producción, de esta manera y con un diseño previo de la correcta realización de las actividades se pueden estudiar los tiempos y su respectiva estandarización.

Según Wood y Cunningham (2003). Por medio de este estudio se puede llegar al objetivo de tener puestos de trabajo más eficientes, a través del análisis minucioso de los movimientos que realiza el operario en el desarrollo de las actividades de producción en cada puesto de trabajo. Según los esposos Gilbreth el estudio de los movimientos busca eliminar o en su defecto reducir los movimientos en que incurre el operador que se consideran ineficientes. (pp. 310-311).

Según Robbins y Coulter (2015) En el estudio realizado por Frank Gilbreth se establecieron diecisiete (17) movimientos fundamentales, los cuales se encuentran presentes en toda actividad productiva ejecutada por un operario. Estos movimientos se catalogan por colores y símbolos distintivos; y fueron nombrados therblig. (pp. 68-69).

Tabla 2.

*Movimientos fundamentales (therblig)*

Therblig	Símbolo en inglés	Color	Símbolo gráfico
Buscar	S (search)	Negro	
Seleccionar	SE (select)	Gris Claro	
Tomar	G (grasp)	Rojo lago	
Alcanzar	RE (reach)	Verde olivo	
Mover	M (move)	Verde	
Sostener	H (hold)	Ocre dorado	
Soltar	RL (release)	Carmín	
Colocar en posición	P (position)	Azul	
Pre-colocar en posición	PP (pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I (inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	A (assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DA (disassemble)	Violeta caro	
Usar	U (use)	Púrpura	
Demora Inevitable	UD (unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora evitable	AD (avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL (plan)	Café	
Descansar	R (rest to overcome fatigue)	Naranja	

*Nota:* Movimientos fundamentales denominados therblig establecidos por Frank Gilbreth (1868-1924).

#### **4.2.4 Estudio de micromovimientos.**

El estudio de micromovimientos, a comparación del estudio anterior hace referencia a un estudio más completo y detallado de los movimientos que realiza el operario. al ser más detallado se realiza a través de equipo de grabación y cinematográficos con el fin que el ingeniero de métodos pueda analizar y establecer los movimientos innecesarios presentes en el estudio.

Entonces el objetivo del estudio de micromovimientos es identificar todas las posibilidades de mejorar la realización de las actividades dentro de los procesos productivos. Considerando que es un estudio más detallado requiere la implementación de equipos específicos o especializados para la toma de muestras, medición y documentación.

Por lo anterior es un estudio que requiere un mayor presupuesto y no resulta viable cuando el proceso sujeto de evaluación no cuenta con un volumen alto de producción. Este estudio se realiza por medio de tomas de videograbaciones, las cuales se denominan cuadros. Cada cuadro es estudiado de manera independiente y de forma sucesiva.

Para la correcta toma de muestras a través de este estudio es importante seleccionar al operario con mejor rendimiento en la elaboración de cada actividad, con el fin de identificar y documentar un estudio más eficiente sin tantas falencias evidentes que podría demostrar otro operario con menor índice de rendimiento y productividad.

#### **4.2.5 Equipos para el estudio de tiempos y movimientos.**

Los equipos utilizados para el estudio de tiempos y movimientos dependen de la técnica que se vaya a realizar y la justificación que tenga la empresa para realizar o emplear los métodos, en caso de que la empresa cuente con una producción en masa y cuente con los recursos necesarios podría considerarse realizar un estudio de micromovimientos, el cual resulta ser aproximadamente 3 o 4 veces más costoso que un estudio visual de movimientos.

Para el caso del estudio visual de movimientos, se puede ejecutar a través de un ingeniero de métodos encargado de tomar muestras de tiempos por medio de un cronómetro y la observación del proceso productivo y con base en los conceptos de los movimientos fundamentales therblig determinar los movimientos innecesarios que afectan la productividad en el proceso.

Por otra parte, si se trata de un estudio de micromovimientos, si, es necesario la implementación de equipo capaz de identificar y documentar todas y cada una de las actividades que realiza el operario. Como se manifiesta anteriormente, este estudio resulta ser más costoso al ser más detallado. Podríamos decir que este estudio se compone de la toma de muestras a través de las

videgrabaciones y el equipo cinematográfico, para ser analizado posteriormente por el ingeniero de métodos.

El equipo que se utiliza en este estudio de micromovimientos específico se relaciona a continuación:

- Equipo de video grabación
- Equipo cinematográfico
  - Cámara cinematográfica
  - Exposímetro
  - Equipo de proyección

#### **4.2.6 Productividad.**

La productividad se define como una medida que calcula cuánto se ha producido por cada factor utilizado durante un periodo de tiempo. Niebel, B. (1990) la productividad es uno de los factores más importantes para una empresa, ya que la rentabilidad depende del mejoramiento de esta medida. Para lograr aumentar la productividad es necesario incrementar la producción reduciendo los tiempos. Entendemos productividad como producción por hora de trabajo.

Para alcanzar una productividad alta se debe tener en cuenta la eficiencia en los procesos productivos de la empresa al igual que como se emplean todos los recursos disponibles para llevar a cabo la actividad. Por tanto, se hace necesario establecer estándares los cuales permitan medir los recursos y determinar qué tan eficaces son.

Para medir la productividad utilizamos la siguiente fórmula:

$$P = \frac{CP}{T} \quad (2)$$

Donde  $P$  hace referencia a la productividad,  $CP$  cantidad producida y  $T$  horas de trabajo.

Según Suñé, A. (2004): “[...] la productividad mide la cantidad que un proceso puede producir en relación con los recursos utilizados para ello [...] la productividad se mide por unidad de tiempo y por recurso consumido” (p. 101).

### 4.3 Marco conceptual

En el desarrollo de la presente investigación se utilizaron conceptos los cuales definimos a continuación:

**Productividad:** la productividad se define según García (2005): “productividad es el grado de rendimiento con el que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados [...]” (p. 9). Según esto para el desarrollo de esta investigación, definimos productividad como las unidades producidas sobre los recursos utilizados.

**Producción:** La producción se define según Everett (1991): “La manufactura [...] implica la conversión de recursos en un producto tangible” (p.7). basados en esto podemos decir que producción es una actividad que aporta valor para la creación del producto tangible.

**Proceso:** Según Suñé (2004): “[...] una secuencia de operaciones que transforman las entradas [...] en unas salidas [...] de mayor valor” (p.77). para lo cual podemos decir que un proceso es el desarrollo de actividades con una secuencia para la transformación de una materia prima a un producto terminado.

**Operación:** una operación es definida por Krick (1980): “[...]una secuencia de actividades o eventos que ocurren en una maquina o en una estación de trabajo, durante la cual se alteran intencionalmente una o varias de las características de un objeto [...]” (p.105).

**Inspección:** Dice Krick (1980): “[...] La comparación de la característica de un objeto respecto a un estándar de calidad o de cantidad [...]” (p.105).

**Takt Time:** Según Suñé (2004): “[...] relación de la demanda de los clientes con la disponibilidad del tiempo productivo” (p.98). entonces takt time hace referencia a la frecuencia con la que un cliente pide un producto relacionando el tiempo de la jornada laboral menos el tiempo improductivo, y es dado en segundos.

**Tiempo de ciclo:** Según Suñé (2004): “[...] el tiempo que transcurre entre la producción de dos unidades consecutivas en un proceso productivo” (p. 99). Definimos el tiempo de ciclo como un parámetro de tiempo que dura la ejecución de determinado proceso.

**Poka-yoke:** Según Shimbun (1989). Es una técnica de control de calidad que busca reducir errores, implementando lo que conocemos como una plantilla. Esta técnica se conoció en la década de los 60 cuando se implemento en los sistemas productivos de Toyota (pp. 11-12).

**Diseño de planta:** Los sistemas producción o fabricación de productos requieren de espacios denominados áreas para la ejecución de sus actividades. Según Baca, G y Cía. (2014): “[...] Lo

que se busca es ubicar cada una de estas áreas o departamentos dentro de la instalación, de tal forma que coadyuve la productividad y eficiencia en la ejecución del proceso productivo en su totalidad [...]” (p.225).

Relación de carga: la relación de carga hace referencia a la carga que se debe trasladar entre nodos al interior de la planta y que generalmente conlleva un costo asociado que no se percibe pero aun así sigue presente en el desarrollo de las actividades de fabricación del producto. Según Vaughn (2000) el costo en el que se incurre por movimientos de material en la mayoría de las veces permanece oculto, pero en si representa sobre costos si el diseño y la distribución de la planta no son adecuadas (pp. 119-120).

Métodos: Para Escalante y González (2016) La ingeniería de métodos es el estudio que permite identificar la forma por medio de la cual se realizan los procesos de manufactura en los sistemas productivos, clasificándolos así y determinando cual seria la mejor forma de efectuar cada una de las actividades a través de procedimientos que simplifiquen cada proceso e incrementen la productividad.

PERT: según Kendall (2005) hace referencia al acrónimo técnica de revisión y evaluación de programas por sus siglas en ingles. Es un medio grafico para el análisis de operaciones en el estudio de métodos y tiempos, el cual representa una red interconectada entre nodos según el flujo del proceso de fabricación del producto. De esta forma es mas fácil identificar la precedencia en las actividades y sus actividades criticas. (pp. 62-64).

CPM: Según Sharma (2006) Hace referencia al acrónimo método de la ruta critica según sus siglas en ingles. Y basado en un análisis preliminar con el diagrama PERT, se identifica la precedencia en la ejecución del proceso de fabricación del producto y se realizan los cálculos de holgura en las actividades, determinando así la red entre nodos con las actividades con menor holgura, como la ruta critica. (pp. 03-06).

Holgura: En la investigación de operaciones la holgura hace referencia al margen de espacio de tiempo que tiene una actividad sin retrasar el plazo del termino del proceso de fabricación. Según Eppen y Gould (2000) las holgura resulta ser una variable que permite determinar los excedentes de las restricciones, para ser usados en otras actividades sin alterar el resultado. (pp. 174-176).

## **5. Marco metodológico**

### **5.1 Tipo de investigación**

Según Sampieri (2014). La investigación que se desarrolla en este proyecto es de tipo cuantitativa, por medio de levantamiento de la información y posterior análisis de las variables que interceden en los procesos de fabricación del producto sistema deslizante para divisiones de baño en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., ya que se pretende realizar un estudio de tiempos y movimientos, se desarrollara la investigación por medio de técnicas de observación, documentación, recolección de datos para su posterior análisis.

Se establece el método cuantitativo de acuerdo con la recolección y análisis de la información necesaria para conocer el estado actual de la empresa y así poder establecer una propuesta de mejora la cual afirmará o no el supuesto de investigación del estudio, haciendo uso de herramientas que permitan cuantificar el problema de investigación para este caso los tiempos e indicadores de productividad.

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo ya que nos da como propósito especificar las condiciones actuales de la empresa, los procedimientos con los que se fabrican los sistemas deslizantes para divisiones de baño, detallando propiedades y características. Arroja la utilidad de mostrar con precisión los métodos utilizados. Identificando las actividades de fabricación involucradas para arrojar datos cuantificables para su posterior análisis y conclusión.

### **5.2 Variables de la investigación**

Para el tipo de investigación de este proyecto podemos encontrar variables de tipo dependiente haciendo referencia al tiempo y la productividad de producción del producto seleccionado. Los datos recolectados son en valores numéricos, cuantificables y medibles. y hacen referencia al tiempo que dura el operario al realizar determinada actividad en el proceso de producción del producto seleccionado y a que tan productiva es su labor diaria y por producto. Estas variables cambian de acuerdo con los cambios efectuados en las variables independientes.

Por otro lado encontramos las variables independientes que hacen referencia al método o procedimiento por medio del cual se desarrollan las actividades productivas de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño. Estas variables independientes podrían ser modificadas o controladas en el desarrollo de la investigación para comprobar los efectos en el marco de las variables dependientes del estudio.

### **5.3 Supuesto de la investigación**

A partir del estudio de tiempos y movimientos en la fabricación del producto sistema deslizante para divisiones de baño en la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., se identificarán procedimientos innecesarios los cuales ayudarán a establecer una propuesta de mejora a través de métodos, diseño y redistribución de la planta para aumentar la productividad de los procesos de fabricación del producto objeto de estudio.

### **5.4 Población y muestra**

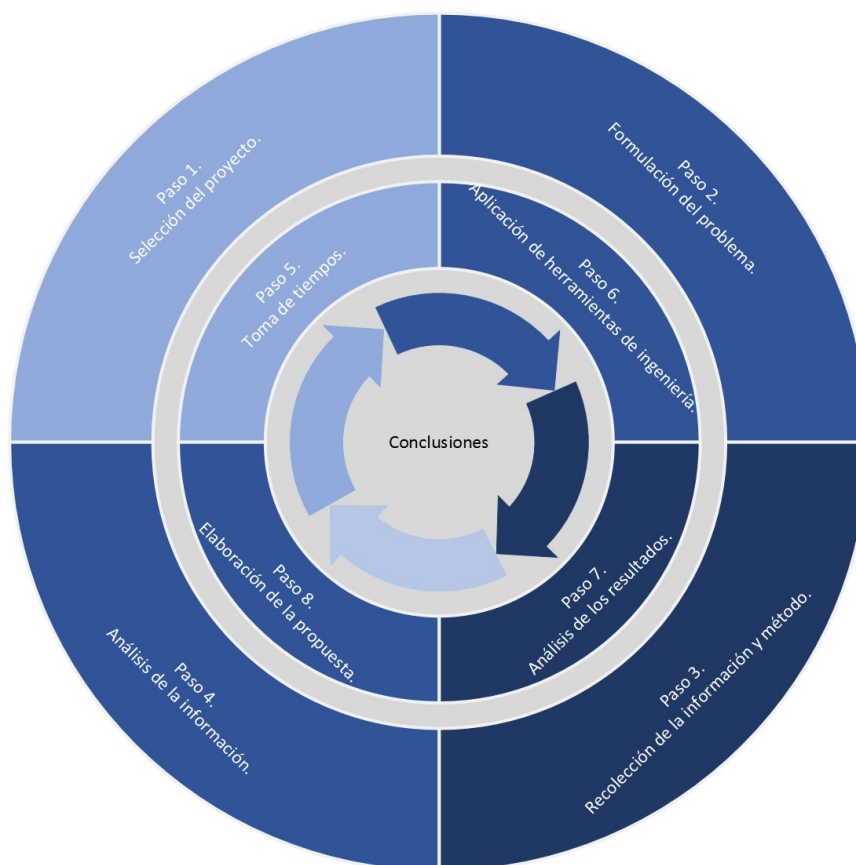
El desarrollo de esta investigación se efectúa a partir de la variedad de productos fabricados por la empresa, para el caso de este estudio el tamaño poblacional se define como los herrajes y accesorios arquitectónicos. Los cuales son parte fundamental en el proceso de ensamble e instalación de los marcos en aluminio y ventaneras en vidrio.

Los herrajes arquitectónicos son accesorios implementados en la construcción de estructuras en acero y aluminio, existe una gran variedad de productos que componen este tipo de accesorios. Estos son fabricados en acero inoxidable y pertenecen a los procesos de fabricación en la industria metalmeccánica.

Como muestra en el desarrollo de este estudio de investigación, se selecciona un producto en particular el cual se llama sistema deslizante para divisiones de baño, a este producto se le realizaran los estudios de tiempos y movimientos, verificando sus procesos de fabricación y sus procedimientos para identificar así oportunidades de mejoras en sus métodos.



## 5.5 Proceso metodológico



**Figura 8.** Proceso metodológico. Autoría propia.

El método utilizado para el desarrollo del estudio de investigación se define en 8 pasos los cuales enumeramos a continuación:

1. Selección del proyecto.

Se elige la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., verificar las necesidades y determinar un producto específico para el estudio. Para el caso de esta investigación se decide seleccionar el producto denominado sistema deslizante para divisiones de baño.

2. Formulación del problema.

Se identifica a través de un diagrama causa efecto las causas y los efectos que conllevan al problema de la empresa que hace necesario la realización de este estudio de investigación. Y se formula la pregunta de investigación, la cual se definió en los numerales anteriores.

3. Recolección de la información y método.

Identificando la población y el producto, que serán sujeto del estudio en esta investigación se procede a analizar qué tipo de maquinaria se tiene, su distribución, como es el proceso de

transformación del producto previamente seleccionado y que actividades incurren en el proceso. A partir de ello se establecen las actividades en sus puestos de trabajo y se desglosa el proceso productivo.

#### 4. Análisis de la información.

A partir de la información recolectada del método por medio del cual se lleva a cabo la fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño, se procede a analizar falencias y posibles mejoras dentro del proceso de producción.

#### 5. Toma de tiempos.

En el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos se pretende utilizar el método de estudio de movimientos visual y a la vez se llevará registro de los tiempos en los que el operario incurre al realizar los diferentes movimientos en el desarrollo de la actividad, apoyándonos por medio de equipos de medición de tiempo (cronómetro).

#### 6. Aplicación de herramientas de ingeniería.

Luego de obtener la información y los resultados en la toma de tiempos, se procede a aplicar las herramientas de ingeniería tales como diagramas de flujo, procesos, cursogramas, bloques, pert, hombre-maquina, bimanual y análisis de relación entre nodos para el diseño de la planta con el fin de conocer mejor el estado actual de la empresa. Identificando mejor las causas que conllevan al problema formulado.

#### 7. Análisis de los resultados.

Basados en los resultados obtenidos después de la aplicación de las herramientas de ingeniería, se procede a analizar el estado actual de la empresa para determinar cuales son los puntos críticos, los movimientos y métodos innecesarios y así optar por las posibles mejoras en el proceso de fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño.

#### 8. Elaboración de la propuesta.

A partir del análisis del estado actual de la empresa, se aplican nuevamente las herramientas de ingeniería sobre las mejoras realizadas en los procesos seleccionados, con el fin de demostrar en que grado o porcentaje se mejoran los procesos y como se logra mitigar el problema de la baja productividad a través de la implementación de la ingeniería en el proceso de fabricación.

Por ultimo se dan las conclusiones del estudio de investigación.

## **5.6 Instrumentos de recolección de datos**

Teniendo en cuenta el tipo de investigación de este estudio los instrumentos de recolección de datos representan una gran parte del desarrollo de esta investigación. Por ende es preciso establecer el modelo por el cual se pretenden recolectar los datos para el desarrollo de este estudio.

Los instrumentos para la recolección de datos que se utilizarán en el desarrollo de esta investigación serán el método de observación experimental. A través de la toma de datos y registro en hojas y fichas de datos cada proceso que realizan las actividades y documentando los métodos y tiempos que conlleva el desarrollo de estas para su posterior análisis.

El análisis de los datos recolectados se hace a través de la elaboración de diagramas de ingeniería y estudio de métodos, tiempos y movimientos como lo son los cursogramas del proceso, diagramas de bloques, hombre maquina, bimanual, de flujo, VSM y CPM.

## **6. Estado actual de la empresa**

En el análisis del estado actual de la empresa ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S., se permite evidenciar la ausencia de organización en varios de sus procesos, tanto administrativos, como productivos. para el caso del desarrollo de la actual investigación, se procede a estudiar las falencias de los procesos productivos, de un producto en específico, para este estudio: Sistema deslizante para divisiones de baño.

La empresa no cuenta con puestos de trabajo establecidos, que permitan identificar las actividades y su flujo de proceso, para ello, es necesario realizar un diagrama de flujo de proceso, establecer las actividades que se realizan en el proceso productivo hasta alcanzar la transformación de la materia prima hasta el producto final.

### **6.1 Descripción del producto objeto de investigación**

El producto objeto de este estudio de investigación es denominado como accesorios en acero 304 sistema deslizante para divisiones de baño y hace parte de los productos que componen el mercado de herrajes y accesorios arquitectónicos. este tipo de productos ofrece una variedad de accesorios utilizados en la construcción de estructuras en acero, aluminio y vidrio, en el caso de este producto su fabricación es directamente en acero.

El sistema deslizante para divisiones de baño está compuesto por diferentes piezas y todas cumplen con un estándar de tamaño y función ya establecidos, en la fabricación de este producto.



**Figura 9.** Sistema deslizante para divisiones de baño lado A. Autoría propia.



**Figura 10.** Sistema deslizante para divisiones de baño lado B. Autoría propia.

### 6.1.1 Diagrama de ensamble.

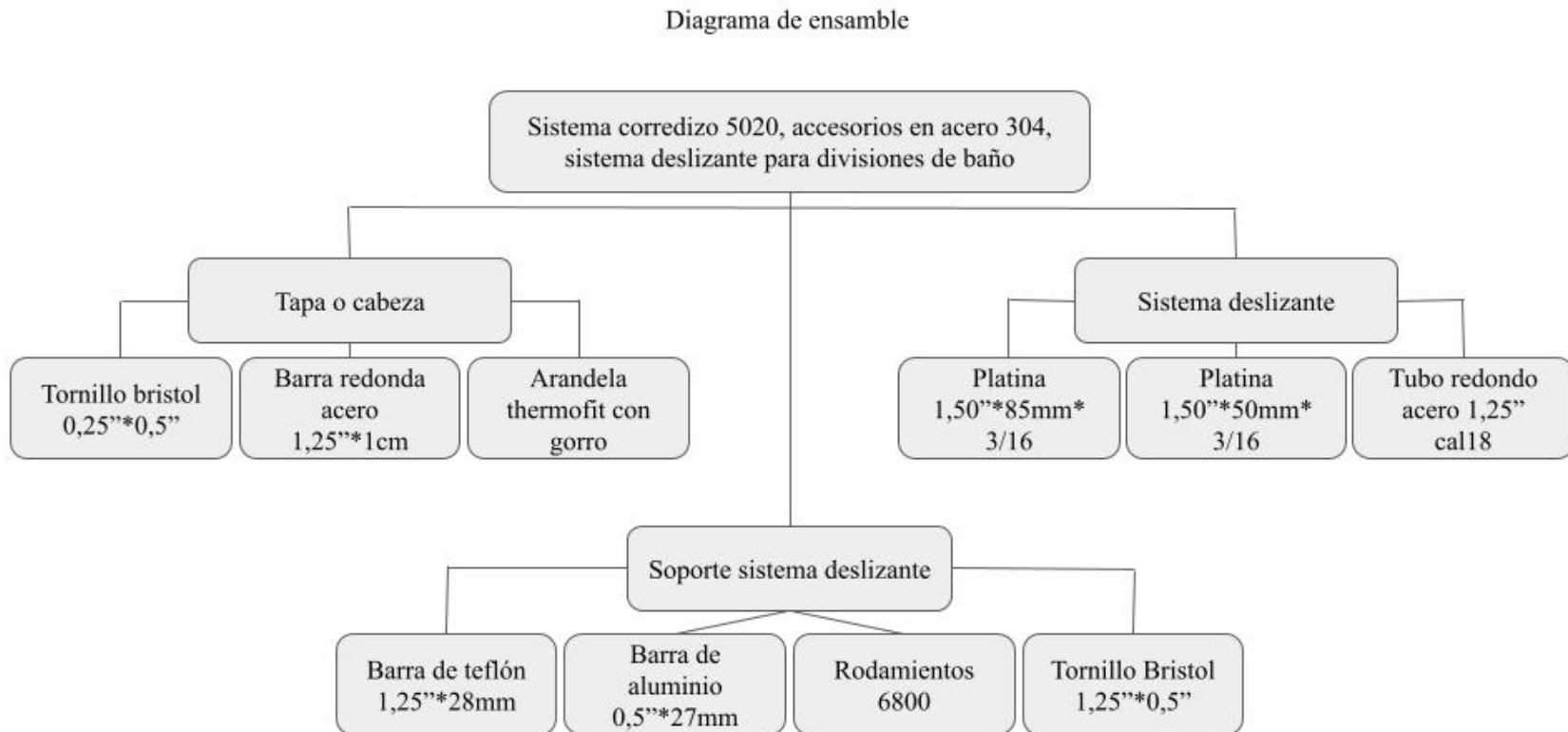


Figura 11. Diagrama de ensamble. Autoría propia

### 6.1.2 BOM (lista de materiales).

Tabla 3.

*BOM (Lista de materiales)*

BOM (Lista de materiales)			
Empresa:	ALUMINIOS Y VIDRIOS ESTRUCTURALES S.A.S.		
Producto:	Sistema deslizante para divisiones de baño		
Elaborado por:	Miguel Alejandro Peña Valbuena		
Material	Dimensiones MP	Medidas Producto	Cantidad
Tornillo Bristol	0,25'' *0,5''	0,25'' *0,5''	1
Tornillo Bristol	1,25'' *0,5''	1,25'' *0,5''	2
Barra redonda acero	1,25'' *6m	1,25'' *1cm	1
Arandela thermofit	31mm	31mm	2
Barra de teflón	1,25'' *6m	1,25'' *28mm	1
Barra aluminio	0,5'' *6m	0,5'' *27mm	1
Rodamientos 6800	Referencia 6800	Referencia 6800	1
Platina acero	6m*2*3/16	38mm *85mm*3/16	1
Platina acero	6m*2*3/16	38mm *50mm*3/16	1
Tubo redondo acero	1,25'' *6m cal 18	1,25'' *28mm cal 18	1



*Nota:* En esta tabla se detalla las dimensiones en las cuales viene la materia prima, y las medidas que requiere la producción de un sistema deslizante para divisiones de baño. Autoría Propia.

### 6.1.3 Fichas técnicas.

A continuación, se muestra la ficha técnica y las especificaciones que debe tener la materia prima involucrada en el proceso de fabricación de los sistemas deslizantes para divisiones de baño:

Tabla 4.

*Ficha técnica barra redonda.*



	Ficha técnica materia primas para elaboración de sistemas deslizantes para divisiones de baño	Código: MP001
Fecha: 14/03/2021	Elaborado por: Miguel Alejandro Peña Valbuena	Versión: 001
Nombre	Barra redonda	
Material	Acero	
Medidas	Diámetro: 1,25" Largo: 6m	
Descripción física	Barra redonda en acero utilizada para la fabricación de la cabeza o tapa del sistema deslizante para divisiones de baño.	
Foto		
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte: Se realiza corte en cortadora sin fin, 1 cm de largo * 1,25" de diámetro</li> <li>• Pulido I: Luego del corte, se procede a pulir imperfecciones dadas por la actividad anterior.</li> <li>• Torno: En este puesto de trabajo se realiza desbaste, ajuste y rosca.</li> </ul>	

*Nota:* Ficha técnica referente a la materia prima utilizada para la elaboración y fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño. Fotografías y tabla. Autoría propia.



Tabla 5.

*Ficha técnica tubo redondo.*

	Ficha técnica materia primas para elaboración de sistemas deslizantes para divisiones de baño	Código: MP002
Fecha: 14/03/2021	Elaborado por: Miguel Alejandro Peña Valbuena	Versión: 001
Nombre	Tubo redondo	
Material	Acero	
Medidas	Diámetro: 1,25" Largo: 6m Calibre 18	
Descripción física	Tubo redondo en acero utilizado para la fabricación del soporte del sistema deslizante para divisiones de baño.	
Foto		
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte: Se realiza corte en cortadora sin fin a medio círculo, 2,8 cm de largo * 1,25" de diámetro</li> <li>• Pulido I: Luego del corte, se procede a pulir imperfecciones dadas por la actividad anterior.</li> <li>• Soldadura: Luego de pulir se envía a la mesa de Soldadura para unir a las platinas y conformar el soporte del sistema.</li> </ul>	

*Nota:* Ficha técnica referente a la materia prima utilizada para la elaboración y fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño. Fotografías y tabla. Autoría propia.

Tabla 6.



*Ficha técnica barra de teflón.*

	Ficha técnica materia primas para elaboración de sistemas deslizantes para divisiones de baño	Código: MP003
Fecha: 14/03/2021	Elaborado por: Miguel Alejandro Peña Valbuena	Versión: 001
Nombre	Barra de teflón	
Material	Teflón	
Medidas	Diámetro: 1,25" Largo: 6m	
Descripción física	Barra de teflón utilizada para la fabricación del sistema corredizo para los sistemas deslizantes para divisiones de baño.	
Foto		
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte: Se realiza corte en cortadora sin fin, 2,8 cm de largo * 1,25" de diámetro</li> <li>• Pulido I: Luego del corte, se procede a pulir imperfecciones dadas por la actividad anterior.</li> <li>• Torno: se realiza ranura cónica 20mm * 10mm</li> </ul>	

*Nota:* Ficha técnica referente a la materia prima utilizada para la elaboración y fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño. Fotografías y tabla. Autoría propia.

Tabla 7.



*Ficha técnica arandela thermofit.*

	Ficha técnica materia primas para elaboración de sistemas deslizantes para divisiones de baño	Código: MP004
Fecha: 14/03/2021	Elaborado por: Miguel Alejandro Peña Valbuena	Versión: 001
Nombre	Arandela thermofit	
Material	Polímero	
Medidas	Diámetro: 3,1cm	
Descripción física	Arandelas de goma thermofit, con gorro utilizadas en el acople entre la cabeza o tapa, y el soporte del sistema.	
Foto		
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensamble: Este componente se encuentra en la mesa de ensamble, listo para ensamblar junto con los demás componentes al final del proceso. no se interviene en ninguna otra actividad.</li> </ul>	

*Nota:* Ficha técnica referente a la materia prima utilizada para la elaboración y fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño. Fotografías y tabla. Autoría propia.

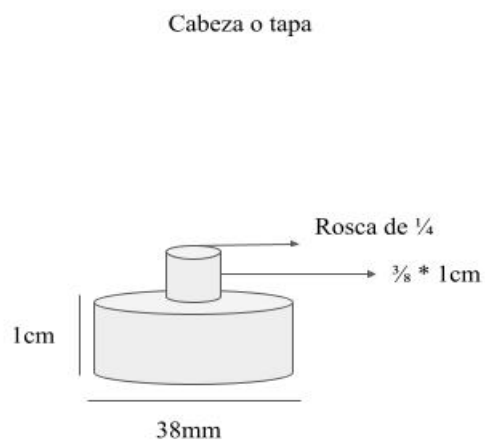
Tabla 8.

*Ficha técnica rodamiento 6800.*

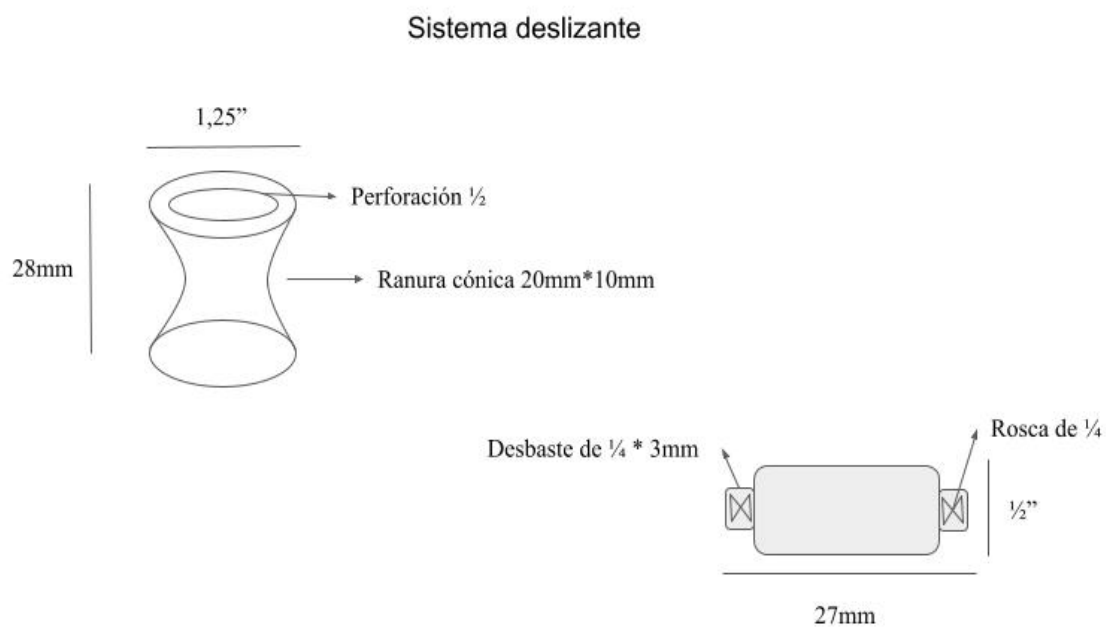
	Ficha técnica materia primas para elaboración de sistemas deslizantes para divisiones de baño	Código: MP005
Fecha: 14/03/2021	Elaborado por: Miguel Alejandro Peña Valbuena	Versión: 001
Nombre	Rodamiento 6800	
Material	Acero	
Medidas	Referencia 6800	
Descripción física	Rodamiento en acero referencia 6800 para el sistema corredizo del sistema de deslizante para divisiones de baño.	
Foto		
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensamble: Este componente se encuentra en la mesa de ensamble, listo para ensamblar junto con los demás componentes al final del proceso. no se interviene en ninguna otra actividad.</li> </ul>	

*Nota:* Ficha técnica referente a la materia prima utilizada para la elaboración y fabricación del sistema deslizante para divisiones de baño. Fotografías y tabla. Autoría propia.

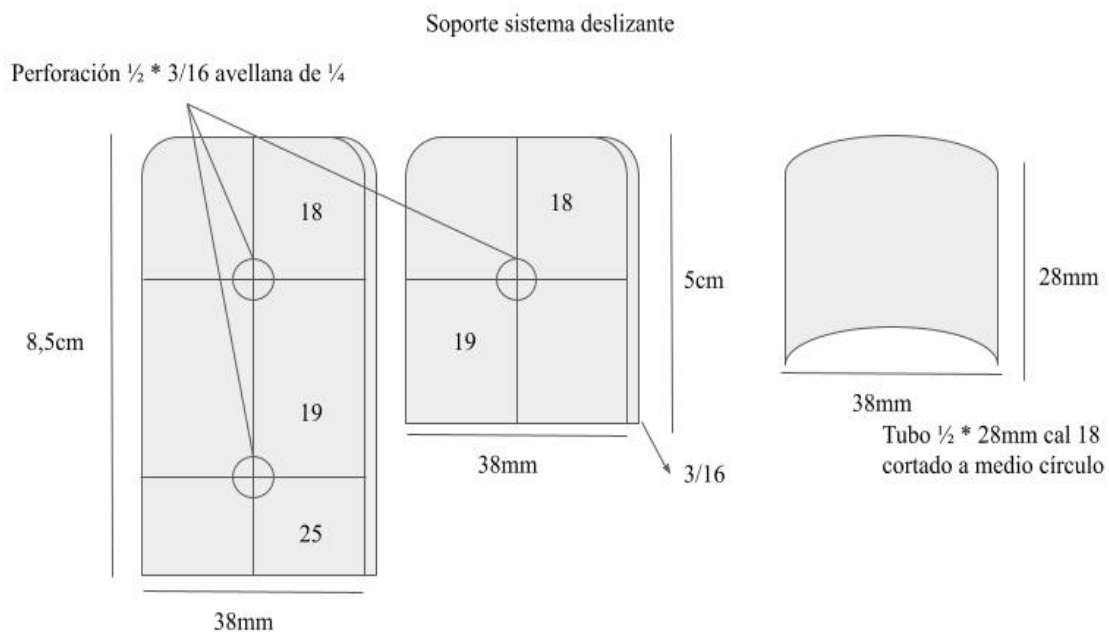
El sistema deslizante para divisiones de baño, se integra por 3 componentes, tapa o cabeza, sistema deslizante, y soporte del sistema deslizante, a continuación, se puede ver la información técnica de cada uno de estos componentes.



**Figura 12.** Cabeza o tapa. Autoría propia.



**Figura 13.** Sistema deslizante. Autoría propia.



**Figura 14.** Soporte sistema deslizante. Autoría propia.

Al ensamblarse estos tres componentes se obtiene el producto final a continuación se muestra las fichas técnicas de los componentes tapa o cabeza, sistema deslizante y soporte del sistema deslizante.