

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE MATRICES PARA LA
PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.**

HECTOR JAVIER OSPINA VANEGAS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

DECANATURA DE PRODUCCIÓN

INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDELLÍN

2016

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE MATRICES PARA LA
PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.**

HECTOR JAVIER OSPINA VANEGAS

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE MATRICES PARA LA
PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.**

**JACOBO HERNAN ECHAVARRIA CUERVO
INGENIERO INDUSTRIAL**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
DECANATURA DE PRODUCCIÓN
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2016**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 25 de mayo de 2016

A Dios, a mi hijo, a mi esposa y mis padres

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme todas las oportunidades que he tenido.

A mi familia por su comprensión para el tiempo de estudio.

A la Empresa Metalmecánica de Aluminio EMMA y Cía. por permitirme realizar el proyecto en sus instalaciones.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	3
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 POSIBLES CAUSAS	6
1.2 DATOS HISTORICOS	7
2 OBJETIVOS	10
2.1 GENERAL	10
2.2 ESPECIFICOS	10
3. JUSTIFICACION	11
3 MARCO DE REFERENCIA	12
3.1 MARCO CONTEXTUAL.	12
3.1.1 Historia de la empresa.	12
3.1.2 Misión.	13
3.1.3 Visión.	13
3.1.4 Matriz y herramental.	16
3.1.5 Matriz tubular.	16
3.1.6 Matriz solida	17
3.1.7 Maquinas extrusoras de aluminio.	17
3.2 PROCESO.	20
3.2.1 Variables de extrusión.	21
3.2.2 Planta anodizado.	23
3.2.3 Planta pintura	23
3.2.4 Planta de empaques.	24
3.3 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	24
3.3.1 Asignación de máquina.	25
4 MARCO TEORICO	28
4.1 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.	28
4.2 CAPACIDAD INSTALADA	29
4.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	30
5 DISEÑO METODOLOGICO	36
5.1 TIPO DE ESTUDIO	36
5.1.1 Investigación aplicada tecnológica	36
5.1.2 Diacrónica	36
5.1.3 Enfoque	36

5.2	ETAPAS DEL PROYECTO	37
6	RESULTADOS	40
6.1	RECOLECCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS	40
6.1.2	RECHAZO POR CALIDAD.	43
6.2	RECOBRADO A PRENSA	46
6.3	RECOBRADO TÉCNICO	47
6.4	ANÁLISIS RECOBRADO	51
6.5	PROGRAMACIÓN SEGÚN CAPACIDADES	57
7.	CONCLUSIONES	65
8.	RECOMENDACIONES	66
9.	REFERENTES BIBLIOGRAFICOS	67

ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Maquina extrusora de aluminio	5
Ilustración 2. Organigrama	14
Ilustración 3. Productos 1.	14
Ilustración 4. Productos 2.	15
Ilustración 5. Productos 3.	15
Ilustración 6. Flujograma	15
Ilustración 7. Matriz tubular.	16
Ilustración 8. Matriz solida	17
Ilustración 9 Horno de lingotes.	18
Ilustración 10. Mesas de manejo	19
Ilustración 11. Prensa de extrusión.	22
Ilustración 12. Flujo matriceria	27
Ilustración 13. Diagrama proceso.	37
Ilustración 14. Formula cálculo recobrado técnico.	47
Ilustración 15. Despunte.	48
Ilustración 16. Descarte.	48
Ilustración 17. Comparacion recobrados técnicos.	50
Ilustración 18. Formula calculo kilogramo metro.	54
Ilustración 19. Calculo recobrado prensa.	54
Ilustración 20. Formula cálculo recobrado a prensa.	55

LISTA TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos recobrados	7
Tabla 2. Análisis Problema	7
Tabla 3. Diferencias de prensas	17
Tabla 4. Capacidad plantas.	25
Tabla 5. Estado de matrices.	26
Tabla 6. Referencias extruidas.	38
Tabla 7. Inventarios matrices.	38
Tabla 8. Análisis recobrado.	39
Tabla 9. Referencias más extruidas.	40
Tabla 10. Términos importantes.	41
Tabla 11. Inventarios matrices.	42
Tabla 12. Rechazos por calidad.	43
Tabla 13. Listado defectos.	44
Tabla 14. Capacidad mensual extrusión.	45
Tabla 15. Recobrado por áreas.	46
Tabla 16. Análisis recobrado técnico.	47
Tabla 17. Análisis recobrados a prensa.	53
Tabla 18. Análisis referencia Y45.	56
Tabla 19. Análisis referencia H62.	56
Tabla 20. Análisis referencia A2.	57
Tabla 21. Asignaciones matrices por prensa.	57
Tabla 22. Distribución capacidades.	58
Tabla 23. Porcentajes de matrices analizadas.	59
Tabla 24. Programación prensa 1600.	59
Tabla 25. Programación prensa 1250.	60
Tabla 26. Asignaciones matrices por prensa.	60
Tabla 27. Programación propuesta.	61
Tabla 28. Matrices programación prensa 1600.	62
Tabla 29. Programación matrices prensa 1250.	63

GLOSARIO

RECOBRADO A PRENSA

En el campo de la extrusión de aluminio esta palabra hace referencia al material bueno que obtengo después de haber aplicado al proceso de extrusión lingotes de aluminio sacando como desperdicio el descarte, los despuntes y los rechazos por calidad que se puedan presentar durante el proceso.

RECOBRADO TECNICO

Es el porcentaje de material bueno que espero obtener en la maquina después del desperdicio fijo que siempre se perderá, descartes y despuntes, este porcentaje está ligado al kilogramo metro nominal de cada perfil.

RECOBRADO A EMPAQUE

Es el material que sale bueno en general de la empresa después de haber pasado por todos los procesos, este es finalmente el que se factura.

KILOGRAMO METRO NOMINAL

Es el peso que un perfil tiene por metro de longitud, como todos los perfiles son diferentes su kilogramo metro nominal varía según este y según el número de salidas de la matriz.

DESCARTE

Es un rechazo que se da en todo lingote extruido, en este se alojan impurezas del lingote que no se homogenizaron adecuadamente y las cuales no conviene extruirlas ya que pueden generar defectos en los perfiles, este descarte siempre queda al final de la extrusión.

DESPUNTE.

Son puntas que deben dejar en el perfil extruido, este siempre se deja con una medida aproximada de 1,5 metros y 2 metro, también puede variar según el perfil que se esté trabajando, todo puede variar según la geometría del perfil.

LINGOTE

Pedazo de aluminio fundido con aleantes según requerimientos de forma cilíndrica, puede tener entre 5 metros y 6 metros de largo y según la maquina donde se trabaje puede tener un diámetro de 12 centímetros y 18 centímetros. Es la materia prima en el proceso.

TOCHO

Segmento del lingote cortado después del calentamiento, la longitud de corte dependerá de las características de la matriz que se está trabajando y el pedido de unidades requeridas.

PORCENTAJE DE UTILIZACION

Este se entiende como el tiempo productivo que obtengo durante un turno, el tiempo improductivo en el caso de empresas extrusoras de aluminio comprende, paros por producción, paros por mantenimiento y paros por matriceria.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales indicadores de una empresa extrusora de aluminio sin duda es el recobrado, por medio de este se mide la eficiencia de este tipo de compañías, dada la importancia que representa este se debe tratar de llevar y mantener en nivel altos, siempre buscando alcanzar el promedio mundial que permita a la empresa mantenerse en el mercado siendo rentable. La Empresa Extrusora de Aluminio, no es ajena a esta tendencia, por tal motivo desde diferentes área de la misma se buscan y gestionan proyectos, mejoras, metodología y varias herramientas de análisis que ayuden alcanzar nivel de indicadores de talla mundial.

En los últimos años se ha venido aumentando el recobrado el cual se nota que tiene una tendencia a la alza, la meta es llegar y sostenerse en el 77% de recobrado a empaque logrando de esta manera ser rentables.

Desde el área de extrusión se debe garantizar recobrados superiores al 80% contribuyendo a gran medida al cumplimiento del objetivo final, es por eso que el presente trabajo busca y propone la manera más adecuada de programar las matrices buscando que estas generen el mayor beneficio posible dependiendo en la maquina donde se programen colocando gran parte de los ingredientes para lograr el objetivo.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Empresa Extrusora de aluminio. Es una compañía dedicada a la extrusión de perfilaría de aluminio, para diversos sectores e industrias del mercado, ubicada en Itagüí Antioquia. La empresa entrega producto terminado o como materia prima para otras industrias

Actualmente la empresa. Cuenta con dos prensas extrusoras para perfileria de aluminio de 1250 ton. Y 1600 ton. Cada una cuenta con características técnicas que las hacen diferentes, pero su principio de funcionamiento es el mismo.

El proceso de extrusión de perfiles consiste en hacer pasar un tocho previamente precalentado, por un herramental el cual tiene un diseño predeterminado para obtener un perfil de aluminio.

La materia prima normalmente utilizada para la extrusión en caliente pertenece a la serie AA6XXX, la cual cumple con características especiales para perfileria donde sus aleantes principales son el magnesio y silicio, esta aleación cumple condiciones para dejarse trabajar en caliente y es tratable térmicamente lo que lleva a que el producto final tome características de resistencia y durabilidad.

La materia prima o lingotes de aluminio se procesan en la planta de fundición en Cali y llegan a la planta de Medellín para empezar el proceso de extrusión.

Por características especiales y no todas las matrices que se tiene en inventario cumplen con las especificaciones para trabajarlas en ambas máquinas.

Ilustración 1. Máquina extrusora de aluminio



Fuente: Propia

Hay matrices que cumplen condiciones especiales para adaptarse a las características de cada máquina en estas influyen factores como, la relación de extrusión, diámetros de matrices, número de salidas, aleaciones especiales de materia prima y diámetro de lingotes.

Las matrices que se pueden trabajar en las dos máquinas en su gran mayoría son matrices comerciales aunque en algunos casos también hay de industria. Estas cuentan con restricciones para programarlas en alguna de las máquinas como: Disponibilidad de pedidos de la referencia, estado y tamaño del proceso, disponibilidad de copias de cada referencia.

Las matrices de industria son diseños exclusivos de clientes que desarrollan para proyectos propios o especiales, estos solo los puede pedir este.

Las matrices comerciales son los diseños que se pueden conseguir en centros de distribución de aluminios y los puede adquirir cualquier persona que necesite desarrollar proyectos propios.

En algunos casos no se pueden programar referencias en alguna máquina en particular ya que se debe tener en cuenta la disponibilidad de pedidos o toneladas que están por asignar fecha de programación. El tamaño del proceso es la cantidad de material que tengo en la planta después de extruido y este se dispone para recibir un sub proceso que pueden ser, temple, pintura o anodizado y empaque. El tamaño de proceso se puede restringir ya que tengo capacidad para manejar 54000 kg los cuales los reparto en contenedores de colores específicos según el acabado de cada pedido. Los acabados que se manejan son anodizado que se dispone en contenedores verdes, pintura en

contenedores crema y crudo en contenedores de color gris. Cuando se maneja un proceso que está superando la capacidad, se encuentran problemas de programación de pedidos ya que lo ideal es manejarlo entre este parámetro.

En el momento de programar las matrices en las máquinas, estas no generaran la misma productividad en una máquina que en la otra lo cual me afecta el recobrado, Kg/h y Kg/turno y el principal el recobrado, que son indicadores demasiado importantes en compañías extrusoras de aluminio.

1.1 POSIBLES CAUSAS

Dadas las características particulares de cada máquina, la misma referencia con el mismo número de salidas no me generara el mismo recobrado en las dos máquinas lo cual disminuye la eficiencia. Existen varios factores que afectan como, diámetro de lingote, capacidades de empuje de cada máquina, tamaño de mesa, perímetro, área de matriz.

Como las dos maquina manejan un diámetro de lingote diferente una matriz puede ser más productiva cuando la trabajo con el diámetro mayor lo cual tiene relación con la capacidad de empuje de la maquina ya que a mayor capacidad, mayor será el área a la que le puede ejercer presión. No siempre esto significa mayor productividad ya que existen referencias que por sus diseños complejos no se pueden trabajar con condiciones donde ejerza demasiada fuerza por las deformaciones que puede sufrir el perfil lo cual se convierte en unidades malas, en estos casos toca trabajar con condiciones menos potentes, pero que finalmente van a ser productivas también se presentan casos donde se pueda rechazar mucho material por calidad. El diámetro de lingote también tiene un papel importante cuando se busca la utilización total de las mesas de manejo, la cual si la optimizo al máximo genero más cortes, pero no siempre la misma calidad.

Con la combinación de estos factores se puede tener una referencia que cumpla con un buen recobrado, siempre cumpliendo los parámetros y especificaciones de calidad en los perfiles extruidos.

Capacidad de velocidad de matrices extruidas, por la importancia del indicador.

Perder capacidad de extrusión en algunas de las maquina por no tener establecido el máximo aprovechamiento que le puede generar a alguna referencia.

Mitos entre los operarios de las máquinas acerca de referencias que nos les gusta trabajar.

El proyecto investigativo se desarrollara en la empresa en el área de extrusión la cual se considera como el principal pilar de una empresa extrusora de aluminio, de esta depende el inicio de la perfileria de aluminio. Se centrara en las matrices de tipo comercial e industrial que se trabajen en aleación AA6063.

1.2 DATOS HISTORICOS

Tabla 1. Datos recobrados

Referencia	% Recobrado Prensa 3	% Recobrado Prensa 2
0382	83,3	84,0
W001	82,6	85,3
D0028	80,8	84,3
A0059	82,0	82,8
VA0177	84,8	84,4
ZP0349	81,0	78,2
I0111	82,6	82,4
LA0388	82,8	76,6
0244	80,8	77,1
I0112	81,8	76,7

Fuente. Propia

En esta tabla se muestran datos de recobrado a prensa obtenidos por 10 de las referencias que más representan extrusión en la empresa, en este se realiza un comparativo entre el dato total de cada una de las maquinas, se puede observar cómo se pueden obtener recobrados óptimos según la referencia en los dos recursos, lo cual sirve como un factor clave para la realización del presente análisis.

Tabla 2. Análisis Problema

Posibles Causas	Situación	Efectos	Pregunta	Objetivos
No hay estandarización acerca de que referencias son más productivas en algunas de las dos máquinas.	Baja productividad de algunas referencias, dependiendo en la maquina donde se trabaje.	Obtener un bajo recobrado de extrusión por no trabajar en la maquina adecuada.	¿Cómo llegar a optimizar el recobrado de referencias dependiendo de la maquina donde se programe?	Identificar que matrices son más productivas según la maquina donde se programen para buscar el máximo beneficio de
Diferencias en		Poca	¿Qué	

<p>las dos máquinas.</p> <p>Restricciones para la programación de la producción.</p> <p>No existe un manual de programación.</p>	<p>Inadecuado aprovechamiento de las máquinas.</p>	<p>optimización de la materia prima.</p> <p>Baja productividad por turno.</p> <p>Bajo recobrado a prensa.</p> <p>Generación de rechazos internos.</p>	<p>referencias son más productivas, dependiendo de la máquina donde se trabaje?</p> <p>¿Cómo lograr el máximo aprovechamiento de una referencia en la máquina en que se trabaje?</p> <p>¿Qué factores productivos me implica tener referencias propias por cada máquina?</p>	<p>estas.</p> <p>Analizar los diferentes factores que afectan la velocidad de extrusión</p> <p>Definir cuáles son las matrices más productivas que se pueden trabajar dependiendo de la máquina donde se programen, para obtener una mejor productividad.</p> <p>Evaluar a que referencias no se les puede optimizar su productividad sin generar rechazos por calidad.</p>
--	--	---	--	---

Fuente: Propia

PREGUNTAS.

¿Cómo lograr el máximo aprovechamiento de una referencia en la máquina en que se trabaje?

¿Qué factores productivos me implica tener referencias propias por cada máquina?

¿Cuál es el kilogramo metro óptimo para conseguir el recobrado más alto?

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué referencias son más óptimas para trabajar según la maquina donde se programe, teniendo en cuenta los múltiples factores que pueden influenciar en el máximo recobrado sin afectar la calidad final del producto?

2 OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Formular una propuesta para la programación de la producción teniendo en cuenta las referencias más óptimas por máquina.

2.2 ESPECIFICOS

Categorizar las referencias por kilogramo metro óptimo para extrusión.

Calcular el recobrado técnico de las referencias que trabaja la compañía.

Identificar que matrices cuentan con un recobrado a prensa óptimo según la maquina donde se programen.

3. JUSTIFICACION

Las compañías extrusoras de aluminio deben de estar en un constante crecimiento e innovación que las lleva a ser más productivas en los mercados mundiales, ya que es un tipo de industria donde existe mucha oferta de fabricantes. Para poder llegar a indicadores de nivel mundial se debe de desarrollar, aprovechar y maximizar la optimización de los recursos que la empresa posee, lo cual requiere de un constante estudio y utilización de herramientas de análisis que permitan encontrar la situación actual de la empresa y por medio de estos identificar puntos donde se pueda mejorar y optimizar el proceso.

Dadas las características con que cuentan las máquinas y las referencias que se trabajan en la empresa, se sabe que una misma matriz genera mejores resultados en alguna de las dos máquinas donde se programe, lo que implica que cuando se trabaja en la maquina inadecuada se pierde oportunidad de recobrado. También teniendo en cuenta la variabilidad y complejidad del proceso de extrusión.

Los resultados que se generen después del análisis se utilizaran como opción para una mejor programación de la producción con el fin de optimizar el uso y la capacidad de cada recurso. De esta manera se puede contribuir al aumento y sostenimiento de indicadores productivos de la industria extrusora como es el recobrado logrando que la compañía pueda aumentar su ganancias.

En este tipo de investigación se colocara en práctica conocimientos adquiridos durante el ciclo de formación como planeación y programación de la producción, métodos y sistemas de trabajo, estudio de tiempos, también el conocimiento y experiencia adquirida durante el tiempo de ejecuciones de labores al interior de la compañía.

3 MARCO DE REFERENCIA

3.1 MARCO CONTEXTUAL.

3.1.1 Historia de la empresa.

La compañía nace de juntar esfuerzos, experiencia y talento humano centrado y enfocado en una misma visión que permiten consolidarse en el mercado como un aliado y la mejor opción en soluciones de productos de aluminio en el país.

La Empresa Extrusora de Aluminio es una compañía extrusora de aluminio que lleva casi tres décadas en el mercado nacional, ubicada en el municipio de Itagüí Antioquia.

1985: La Compañía adquiere su primera prensa de extrusión y su primer horno de fundición.

1989: Se amplía la capacidad de producción de la planta al adquirir la segunda prensa de extrusión

1992: Se tecnifica el proceso de fabricación de matrices con la adquisición de máquinas de control numérico CNC.

1992: Se realiza montaje de la tercera prensa de extrusión, equipo de gran capacidad, con el que se buscó responder eficientemente a la creciente demanda del sector.

1993: Para brindar diversidad en nuestros productos se realiza el montaje de la planta de anodizado horizontal.

1997: Se realiza montaje de horno de fundición, y se adquiere horno de homogenizado y espectrómetro, lo que nos permite abastecernos de materia prima para las prensas de extrusión.

1999: Comienza a operar la nueva planta de anodizado vertical, única en América Latina, permitiéndonos ser más competitivos.

2001: Se adquiere la licencia de fabricación y comercialización de las escaleras.

2003: Se obtiene la CERTIFICACIÓN ISO 9001 2000 para la producción y comercialización de perfiles de aluminio, para aplicación industrial y comercial.

2004: Se amplía la capacidad y diversidad de acabados al instalar la planta de pintura electrostática con capacidad de 350 Toneladas promedio mes.

La empresa entrega al mercado perfiles en aluminio para múltiples soluciones como insumo para una simple ventana hasta perfiles estructurales que hacen parte de las grandes obras arquitectónicas del país.

3.1.2 Misión.

La empresa es una gran opción en el mercado nacional gracias a la calidad y variedad de sus productos y excelente cumplimiento con los clientes. Se posiciona como innovadora por sus políticas de responsabilidad ambiental que buscan contribuir con políticas verdes para ser más conocidos en el entorno.

3.1.3 Visión.

Para el año 2020 la empresa será un participante importante en el mercado del aluminio gracias al mejoramiento de sus procesos, productos innovadores y tecnología estos factores la llevaran a cumplir un papel importante como productor en el país.

Objetivos corporativos.

Eficiencia operacional.

Crece en ventas.

Incrementar el portafolio de productos de valor.

Incrementar el consumo pre cápita de aluminio.

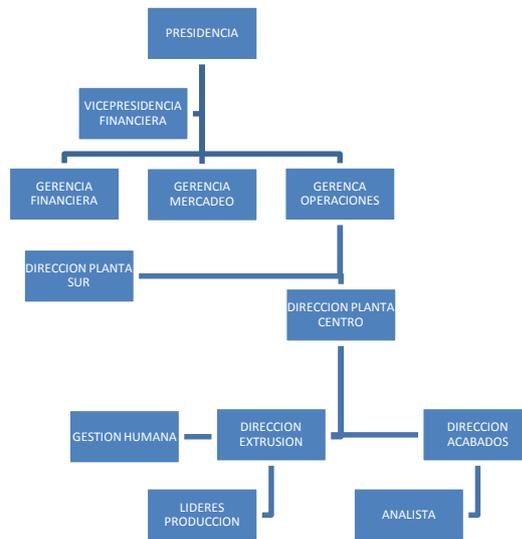
Garantizar la satisfacción del cliente.

Crece rentablemente.

Política de gestión integral.

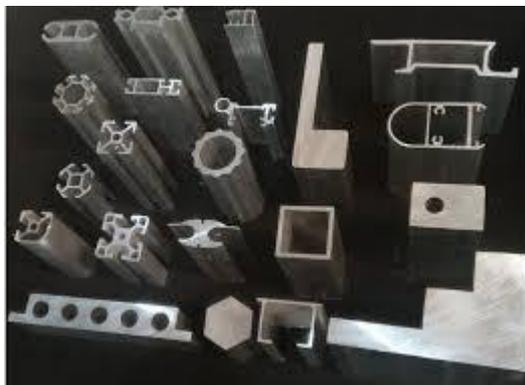
Con calidad y servicio en la compañía superaremos las expectativas de los clientes a través de la entrega de soluciones de aluminio en nuestros productos y servicios. Nuestro compromiso es el mejoramiento continuo de los procesos.

Ilustración 2. Organigrama



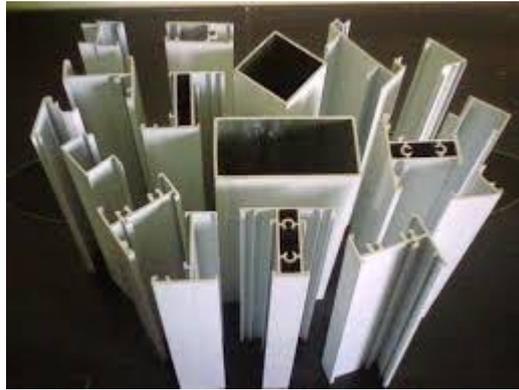
Productos.

Ilustración 3. Productos 1.



Fuente. Propia.

Ilustración 4. Productos 2.



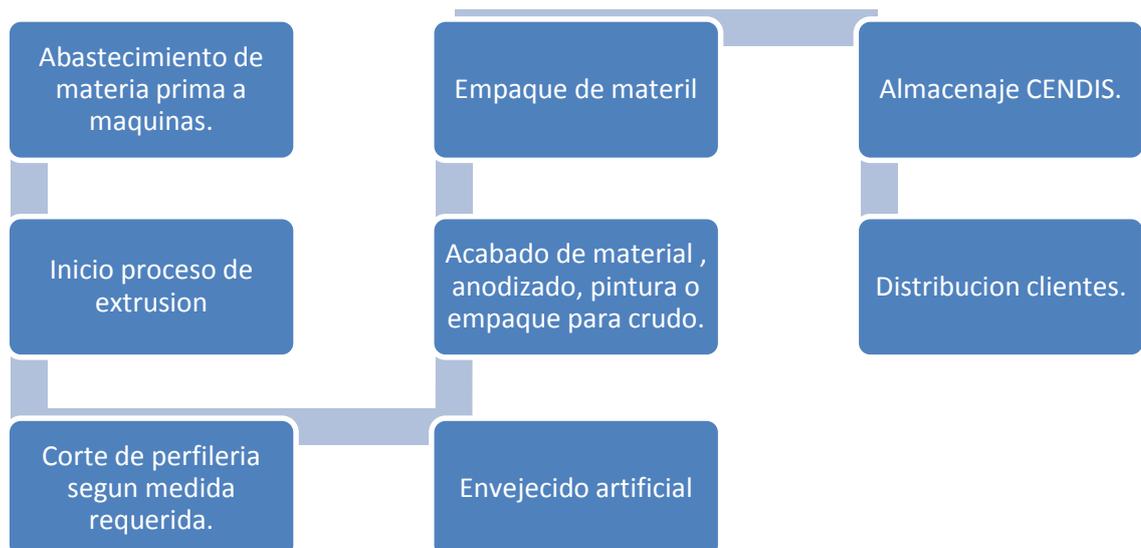
Fuente. Propia

Ilustración 5. Productos 3.



Fuente. Propia

Ilustración 6. Flujograma



Fuente: Propia

3.1.4 Matriz y herramental.

Una matriz es un cuerpo cilíndrico de acero H13 que es mecanizado según la geometría que se desea extruir. Es resistente a las variaciones de temperatura, y soporta grandes cantidades de presión. Para matrices solidas existe el backer y para matrices tubulares el macho y la hembra. El herramental son los complementos que necesita la matriz para que encaje en el porta matriz y ayude a la extrusión del perfil, estos son el bolster y el anillo de matriz o camisa, en todo este conjunto se debe garantizar sus medidas y cuidados para poder obtener perfiles con óptimas condiciones.

Cada matriz cuenta con un número de identificación para poder distinguirla y controlarla de las mismas referencias, se puede tener una matriz con varias copias, estas pueden variar según el nivel de rotación del diseño, existen casos de referencias que solo cuentan con una sola copia, también se pueden evidenciar casos en lo que las matrices pueden tener copias desde la 1 hasta la 130, esto no quiere decir que todos los números de copias estén activos, ya existen copias dadas de baja pero se lleva un control histórico con el serial.

Las matrices cuentan con otra factor importante que es el número de salidas, este se entiende como la cantidad de orificios que genera una matriz en el momento de extrusión, según el kilogramo metro nominal de cada referencia variara el número de salidas de esta, existen matrices con una sola salida hasta matrices con 12.

3.1.5 Matriz tubular.

El nombre deriva de la figura del perfil ya que su figura es en forma cerrada es decir que sus puntos se unen. Esta tiene:

Cámara que es una cavidad que se llena de aluminio, la cual alimenta la geometría del perfil. El macho parte interna que forma la parte hueca del tubo. Hembra es la parte externa, lo que ayuda al macho a formar el perfil. El puente es lo que le da resistencia al macho.

Ilustración 7. Matriz tubular.



Fuente. Propia

3.1.6 Matriz solida

El nombre deriva de la figura del perfil ya que su geometría es en forma abierta es decir que sus puntos nunca se unen. Por lo general las correcciones en estas matrices son menos complejas en comparación con las tubulares.

Ilustración 8. Matriz solida



Fuente. Propia

3.1.7 Maquinas extrusoras de aluminio.

La extrusión de aluminio engloba una gran cantidad de equipos para conseguir el producto final, todos ellos deben trabajar de manera sincronizada y precisa para poder conseguir altos niveles de productividad y calidad del aluminio extruido. A nivel mundial se fabrican maquinas extrusoras desde 600tn hasta las 20000tn todo depende de los tipos de perfiles que se busque obtener. Las maquinas cuentan con los siguientes elementos.

Tabla 3. Diferencias de prensas

Prensa 1250	Prensa 1600
Capacidad empuje de 1250 Ton	Capacidad de empuje de 1650 Ton
Diámetro liner. 6 1/8 "	Diámetro de liner. 7"
Mesa de enfriamiento de 38 mt de largo, con sistema de transporte galopante.	Mesa de enfriamiento de 44 mt de largo, con sistema de bandas transportadoras, mesa de última generación.
Capacidad para matrices de 9" tanto solidas como tubulares.	Capacidad para matrices de 9" y 12"

No se trabajan aleaciones, AA1350, AA3003, por disponibilidad de copias de matriz.	Se trabajan todas las aleaciones, AA1350, AA3003, AA6061, AA6063.
Se trabaja aleación AA6063, en algunos casos AA6061.	Capacidad para trabajar diseños de perfiles más grandes.

Fuente. Propia

Mesa de cargue. En la cual se alojan los lingotes que anteriormente se homogenizan. Esta es la encargada de almacenar y suministrar los lingotes al horno.

Horno de precalentamiento de lingotes. Horno a gas para el calentamiento uniforme de los tochos, este llevara el lingote a una temperatura de 460° a 500°C lo que permitirá posteriormente un fácil corte y extrusión por la matriz.

Ilustración 9 Horno de lingotes.



Fuente. Propia

Hot shuar. Unidad hidráulica encargada de realizar el corte del lingote previamente calentado todo dependiendo de las características de la matriz que estoy trabajando. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Prensa hidráulica. Consta de un chasis para soportar los instrumentos, este cuenta con un plateen trasero y frontal que conforman la estructura de soporte de la máquina, un tanque de almacenamiento de aceite y las válvulas y motores para su óptimo funcionamiento.

Cilindro principal o RAM. Encargado de ejercer la presión al herramental, este cuenta con tanque trasero que almacena el aceite el cual lo suministra a todas las unidades hidráulicas de la máquina. El RAM cuenta con dos cilindros laterales de soporte y apoyo, en su extremo lleva el Dummy block.

Dummy block. Empujador del tocho dentro del liner, este a su vez se expande para cubrir la totalidad del diámetro del liner. Este a su vez va en la punta del stem que es el eje que aplica la presión.

Platen Frontal. Contrarresta las presiones ejercidas por el RAM y soporta el porta matriz y su herramental. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Porta container y container. Es el soporte donde se aloja el container que es el encargado de soportar las presiones ejercidas por el tocho dentro del liner y a su vez contiene las resistencias que permiten mantener la temperatura uniforme alrededor del liner.

Liner. Cilindro que almacena el tocho cuando este será deformado, posteriormente es por donde fluirá el aluminio.

Porta matriz. Aloja el herramental y la matriz para colocarlo en la posición requerida, este maneja dos posiciones para disminución de tiempos de cambio de referencia.

Herramental y matriz. Cilindro maquinado según geometría del perfil requerida, este lleva un soporte o bloster y este se introduce en una acople para que adquiera la medida requerida del porta matriz.

Cizalla. Maneja un movimiento vertical, se utiliza para realizar el corte del sobrante del lingote después de finalizado cada ciclo.

Plato Opresor. Pieza que soporta el herramental en los momentos que la maquina aplica presiones.

Cilindros laterales. Apoyan y soportan las presiones de la máquina y son los que unen el platen frontal y trasero.

Mesas de Manejo. Mesas donde se desplaza el material extruido donde se realiza el enfriamiento por aire. Cuenta con ventilación aérea y terrestre.

Puller. Dispositivo encargado de sujetar el perfil extruido para realizarle el desplazamiento a lo largo de la mesa. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Ilustración 10. Mesas de manejo



Fuente. Propia

3.2 Proceso.

El proceso comienza con la fundición de lingotes de aluminio con un alto, al igual se adiciona chatarra generada en el proceso o comprada a proveedores, ya que el aluminio es un metal 100% reutilizable y nunca perderá sus características y especificaciones originales. En la compañía se utilizan las aleaciones AA6061, AA6063, AA1350 y A3003, cada una con uso y especificaciones diferentes al igual que su direccionamiento en el mercado.

Serie 1xxx. Contiene aluminio en un 99.00% y es utilizado en muchas aplicaciones, especialmente en los campos eléctricos y químicos. Este alto grado de pureza en el aluminio le confiere como principal característica una excelente resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica y aunque tiene bajas propiedades mecánicas, goza de muy buena maleabilidad. La presencia de hierro y silicio, son las impurezas más frecuentes. El campo más común de estas aleaciones son las aplicaciones tipo decorativas, empaques de lujo (para cosméticos, perfumes, etc.) y para la fabricación de condensadores electroquímicos, entre otros. (Castro, 2010, p14)

Serie 3xxx. El manganeso entre el 1% al 5% es el principal elemento de aleación de la serie 3xxx. Estas aleaciones son generalmente no tratables térmicamente, pero tienen un 20% más de resistencia que las aleaciones de la serie 1xxx; debido a que sólo un porcentaje limitado del manganeso –hasta aproximadamente el 1.5%– se puede añadir eficazmente al aluminio, siendo un elemento importante en algunas pocas aleaciones. Por lo general se usan para fabricar paneles de revestimientos en la construcción y en la industria culinaria, entre otros. (Castro, 2010, p14)

Serie 6xxx. Las aleaciones de este tipo de serie contienen silicio y magnesio en las proporciones requeridas para la formación de siliciuro de magnesio (Mg_2Si), este compuesto hace que puedan ser tratadas térmicamente. Estas aleaciones tienen una buena resistencia a la corrosión ocasionada por el aire, son muy aptas para procesos de extrusión y forja en caliente; además tienen buen comportamiento para ser trabajadas en procesos de deformación en frío y adquieren una excelente textura en procesos de anodizado. (Castro, 2010, p15)

La materia prima es transportada desde Cali y llega a la empresa en Antioquia para recibir un proceso de homogenizado. Este proceso consiste en un calentamiento prolongado a altas temperaturas y se efectúa al material antes de ser deformado mecánicamente, provocando en este una modificación en la estructura alcanzada en la fundición igualando la composición química a nivel microscópico por redisolución y difusión de algunas fases que se segregan durante la solidificación.

El proceso de extrusión del aluminio consiste en hacer pasar un tocho previamente precalentado a través de un orificio o sección transversal de una matriz con la ayuda de presión y temperatura para de esta manera obtener perfiles de aluminio de formas y diseños múltiples.

3.2.1 Variables de extrusión.

El éxito de indicadores de recobrado y productividad en empresas extrusoras de aluminio depende del asertivo manejo y combinación de las variables de extrusión, estas son fundamentales para un adecuado funcionamiento de la máquina y lograr perfiles de aluminio que cumplan los parámetros de calidad.

Presión.

Las prensas de extrusión generalmente, se miden por las toneladas de fuerza, es decir, la fuerza total que la prensa es capaz de ejercer sobre el tocho durante la extrusión. Hablando en términos prácticos, el valor realmente interesante es de la presión específica de extrusión. Llamamos presión específica de extrusión a la relación existente entre la fuerza total de la prensa y la sección del contenedor empleado en la misma. Generalmente este valor viene expresado en kg/mm^2 . (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Temperatura.

La resistencia a la deformación de las aleaciones de aluminio decrece a medida que la temperatura a que se encuentra se eleva, llegando a ser esta resistencia casi mínima, cuando el aluminio se acerca al punto de fusión (650°C). Aprovechando entonces esta característica, la presión de extrusión necesaria será menor cuanto más elevada sea la temperatura del tocho

Igualmente una alta temperatura genera efectos desfavorables en la extrusión, que deben tenerse muy en cuenta pues produce la pérdida de conexión del metal, que incluso puede llegar a la desintegración molecular.

Velocidad.

Es la velocidad con que salen de la prensa los perfiles extruidos. La velocidad de extrusión está limitada, primero, por la presión (si ésta es muy elevada, la velocidad será limitada) y en segundo lugar, por la temperatura del tocho, pudiendo ser más elevada cuanto más baja sea esta temperatura, suponiendo esto que la prensa tenga suficiente potencia.

De cualquier forma, la velocidad de extrusión va a ser el factor que más va a despertar nuestro interés, pues de ella depende la cantidad de producción que vamos a conseguir en cada una de las prensas. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Ilustración 11. Prensa de extrusión.



Fuente. Propia

Para el proceso se utiliza la prensa extrusora que junto a otros elementos complementarios forma una unidad capaz de hacer realidad las ideas de diseñadores, arquitectos e ingenieros.

Para el proceso de extrusión son de mucha importancia las temperaturas tanto del tocho como de la matriz, las presiones que se utilizan y la velocidad con que voy a extruir, con la combinación de estas variables se obtiene el perfil extruido. El proceso de extrusión empieza con el cargue de lingotes en la mesa la cual va suministrando material a la banda el material según el requerimiento del horno. El horno de calentamiento de lingotes aplica heterogéneamente temperatura al lingote entre 460° y 510°C para dejar el material maleable y fácil de comprimir, previamente el herramental y la matriz se calientan a una temperatura de 250°C Y 480°C respectivamente.

Se monta el herramental y matriz a la maquina según orden de producción y se pide el tocho según calculo previo según el kg/m de la matriz, número de salidas, largo de la mesa y factor de lingote. El lingote es transportado por la bandeja hasta la parte inferior de la prensa donde es quemado con acetileno, después sube el cargador y el embolo se dirige hacia adelante introducción el tocho previamente cortado al liner. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

En este momento se genera la deformación del tocho, también conocida como desaire ya que el tocho se acomoda al diámetro del liner previamente a extruirse, el embolo retrocede y en este momento sale las posibles acumulaciones de aire que pueda tener el tocho desde fabricación, esta pueden presentar defectos en el producto final. El embolo vuelve hacia adelante e inicia con la extrusión, donde alcanza su presión máxima o pico, en este momento el perfil que tiene el diseño de la matriz emerge lentamente hasta la sierra de puller que se encarga de cortar las primeras puntas para dejarlas uniformes.

El puller toma el perfil y dependiendo de la velocidad que la maquina pueda ejercer se va a desplazar el puller hasta el tope máximo permitido por la medida previa con que se corta el tocho. En este momento termina el ciclo de extrusión, el embolo retrocede al igual que el portacontainer para que la cizalla pueda cortar el sobrante del tocho anterior o descarte que es donde se

acumularon las impurezas del material. Y queda preparado para un nuevo ciclo.

El perfil es deslizado a lo ancho de la mesa para recibir enfriamiento por medio de aire para que pueda adquirir la dureza especificada, cuando ha perdido temperatura se somete al proceso de estirado donde se le busca rectitud al material y se alivian tensiones, paso siguiente se realiza el proceso de corte según la medida requerida por el pedido, las medidas pueden variar entre 1500mm y 7000mm. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

El material es depositado en carros de colores dependiendo del acabado, crudo cuerpos grises, cuerpos verdes para material anodizado y cuerpos cremas para material de pintura.

El siguiente proceso que reciben los perfiles es el de tratamiento térmico que consiste en el calentamiento y posterior enfriamiento del material para lograr modificar sus propiedades mecánicas, estructura metalografía y eliminar tensiones residuales, en este proceso se logra un aumento de la resistencia y dureza del producto.

Después de que recibe el tratamiento térmico el material es transportado a las plantas de acabados o a empaque cuando es material crudo.

3.2.2 Planta anodizado.

“El anodizado es un procedimiento electrolítico en el que el material actúa de ánodo en un circuito eléctrico adecuado de manera que se oxida y el óxido resultante es decorativo o protector”. (Bilurbina, Liesa e Iribarren 2003, pág. 123)

En la compañía se tiene una planta de anodizado vertical con una capacidad instalada de procesar 12600 kg por día, lo cual garantiza la demanda del mercado.

Cabe resaltar que los productos que pasan por esta estación tienen una posibilidad más alta de sufrir rechazos de calidad, este factor se puede dar gracias al proceso de anodizado como tal ya que al tratar de quitar capas al material puede relevar imperfectos, los acabados que ofrece la empresa son. Tonos naturales, tono champaña como, existe el tono que se asimila al bronce, el tono negro y el tono gris plata.

3.2.3 Planta pintura

Planta con capacidad instalada de 12000 kg por día, este consta de una cabina automatizada de pintura electroestática y horno de secado lo cual garantiza dar

un acabado uniforme y duradero. En esta planta se laboran 2 turnos por la baja demandan que por temporadas representa este tipo de acabado.

Los tonos o acabados que se producen en la planta se identifican como, los blancos brillante y mate, gris, negro mate, bronce.

3.2.4 Planta de empaques.

El material crudo no recibe ningún acabado en general después del temple solo se empaqueta y se despacha, este maneja el tono normal del aluminio brillante y es muy utilizado para partes de estructura que no quedaran como caras visibles. Cabe resaltar que resulta un producto mucho más económico si se compara con la misma referencia en otro acabado.

En área de empaque se realiza la adecuada selección y paletización de los pedidos cumpliendo especificaciones internas y de calidad que garanticen que el producto que llegue al cliente cumpla necesidades. Las especificaciones internas para el empaque en la empresa se basan en la forma de empaque de las unidades buscando que sufran fricciones entre sí, que el paquete cumpla un peso específico, que se detecten piezas defectuosas y que el pedido cumpla con las unidades solicitadas por el cliente. Este es el proceso final en la compañía antes de ser entregado al cliente final. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión),

Los materiales de empaque que se utilizan en este proceso van desde plástico stretch, plástico negro hasta papel kraft, hay referencia que por su forma o uso deben de ir empacadas aparte de los materiales anteriormente mencionados con cartón para que se conserve mucho mejor el producto.

3.3 Programación de la producción

Actualmente la programación de la producción se realiza de la siguiente manera.

Se reciben los pedidos por parte del área de comercial, se asigna fecha de entrega dependiendo de la cantidad de proceso que tiene en el momento la planta, tanto por empaque como por acabados, los pedidos que ingresan tiene una base mínima de 150 kg. En este momento se tiene un número específico de pedidos por cliente y en los casos de pedidos de varias referencias por cliente se le asigna una línea que empieza a contar a partir del 1. Cuando se tiene los pedidos con fecha asignada el tiempo de entrega al cliente es de 8 días.

El auxiliar de programación saca la información del sistema de los pedidos por procesar y la trata de armar dependiendo de cuantos más pedidos de esta misma referencia existen, para de esta manera tratar de optimizar, así se le asigna un lote el cual puede llevar varios pedidos para varios acabados.

La programación de la producción actualmente se realiza teniendo en cuenta las capacidades de las plantas de acabados para procesar. Los mantenimientos preventivos programados para las máquinas y plantas de acabados que para el caso de la empresa es dos veces por mes, prensa 02 y 03 descritas en la tabla 3, planta de anodizado y planta de pintura. Otro punto que se tiene en cuenta es el tamaño del proceso actual en la planta, este se entiende como todo el material extruido y que no se ha empacado aun. Después se toman los pedidos por fecha de entrega y se tratan de agrupar para formar lotes de producción. Se tiene en cuenta que se trabaja 3 turnos 28 días al mes. Las capacidades para procesar de los recursos son.

Tabla 4. Capacidad plantas.

Capacidades	Prensa 02	Prensa 03	Temple	Anodizado	Pintura	Empaque
Kilogramos día	17439	17541	34980	12958	8778	32618

Fuente: Capacidad producción

3.3.1 Asignación de máquina.

Teniendo los lotes de producción definidos y estructurados y los lotes que se programaron y no se han cumplido se empieza con la conformación de los turnos de producción que se arman para que los kilos pedidos totales estén entre un rango de 5500kg y 7000kg, que es el promedio que me pueden generar la extrusoras por un turno de 8 horas. Los turnos elaborados pueden contener desde 1 o 2 referencias hasta 15 a 18, todo depende de los tamaños del pedido. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

Los tamaños de pedidos siempre estarán asociados a la demanda actual, en ocasiones se pueden tener solo 80 toneladas para cumplir y asignar como se pueden tener casos en los que se tiene más de 290 toneladas, cuando la planta cuenta con pedidos de tal magnitud las eficiencias de la planta mejoran ya que se tiene lotes de mayor tamaño en los que se puede tener mejor velocidad, kilogramo turno y recobrado.

También se debe de tener en cuenta la disponibilidad de contenedores desocupados que me garantice depositar el material adecuadamente para poderlo identificar durante su estadía en la planta. En el momento de armar los turnos el auxiliar programa los tres turnos del día siguiente para garantizar que

se tendrá un flujo constante. Al otro día se vuelve a generar lotes de pedidos nuevos, lotes que no se cumplieron por motivos de aseguramiento de matrices o suplementarios, estos últimos son pedidos que no se alcanzaron a cumplir por motivos de defectos en las matrices o piezas defectuosas.

El siguiente factor tenido en cuenta y el que más influye en la asignación de máquinas es la disponibilidad de matrices, en el siguiente cuadro se observan los posibles estado en que se puede encontrar una matriz la cual será una de mis restricciones para asignación de maquina con las matrices que están matriculadas por prensa.

Tabla 5. Estado de matrices.

Letra	Estado	Descripción
D	Disponible	Esta lista para su programación en prensa, se puede disponer de ella.
A	Alistamiento	En este caso la matriz ya salió de prensa y se encuentra en el área de limpieza, de este estado puede pasar a los estados siguientes.
C	Corrección	La matriz presento problemas en el momento de extrusión y será intervenida.
N	Nitruración	Es este caso la matriz recibe un tratamiento superficial para adquirir dureza
B	Reparación	La matriz será máquina para corregir alguna deformación
I	Inhabilitada	La matriz cumplió su vida útil y está en proceso de dar de baja.
F	Fabricación	En este tipo de caso la matriz esta en producción en las instalaciones del proveedor.

Fuente: propia

El área de matricería presta el servicio mantenimiento de todas las matrices de la empresa, ellos se encargan de su control, corrección y disponibilidad de copias. El funcionamiento se entiende bajo el siguiente diagrama de flujo donde se muestra como es el recorrido de una matriz desde que se baja de la maquina hasta que vuelve a quedar en el estante disponible para su nueva programación.

Ilustración 12. Flujo matriceria



Fuente: propia.

Las matrices que pasan a un proceso diferente a estar disponibles se pueden demorar entre 1 y 3 días en volver a su estado normal, en este punto juegan factores como la tarea de corrección y reparación que se debe ejecutar, la cantidad de matrices por realizar nitruración y un poco más complejo es la disponibilidad de más copias de la misma referencia cuando es una matriz inhabilitada y de copia única la cual se puede demorar hasta 10 días en su fabricación.

Después de la programación de referencia se realiza un seguimiento de pedidos diarios lo que ayuda a planear la programación y realizar trazabilidad de los pedidos que están próximos por cumplir fecha de entrega. (EMMA Y CIA. Presentación Extrusión)

4 MARCO TEORICO

4.1 Programación de la producción.

La producción es la parte de una organización que se encarga del diseño, ejecución y seguimiento de un bien, esta tiene unas entradas que pueden ser materias primas, recursos humanos entre otros y por medio de un conjunto de bienes y servicios logra que un sistema transforme y convierta las entradas iniciales agregando valor a un producto final.

Uno de los aspectos que más influyen en la organización de una empresa es la programación de la producción. Siguiendo un ordenamiento lógico, la programación de la producción debe ser un paso posterior a la planeación. Con la programación se determina cuándo se debe iniciar y terminar cada lote de producción, qué operaciones se van a utilizar, con qué máquina y con qué operarios.

Como opina (Velasco, 2013, pág. 24)

La programación de la producción cuenta con unas entradas y unas salidas. Las entradas se pueden caracterizar por contener planificación de necesidades de productos acabados y subproductos, también de solicitudes provenientes de controles de stock. También se consideran entradas aquellas órdenes de producción que se les realiza un adecuado seguimiento y se pueden detectar paros, rechazos por calidad y anomalías sufridas en su recorrido.

Las salidas pueden ser las actividades o recomendaciones que se generan y están relacionadas con información detallada de tiempos que se deben invertir y las secuencias de actividades que debe de seguir el producto en una línea.

Esta función es la base del sistema de planeación ya que en esta etapa se buscan beneficios para el proceso donde se analizan lotes más económicos según sus tamaños y fechas de entrega.

(Chapman, 1993, pág. 187) Analiza en su obra que.

Existen dos formas básicas para establecer tiempos en la programación de la producción. Uno de estos se conoce con programación inversa, la cual se inicia con el cálculo de las actividades inmediatamente la tarea anterior termina, esta utiliza la información del tiempo de espera para retroceder y así determinar en qué momento llegara la tarea al próximo área o subproceso y cuando se finalizara. El segundo lo conoce como programación directa y funciona en contra de la primera programación descrita. Su tiempo de inicio es cuando la actividad es liberada del proceso de producción, después se utilizan estimados de tiempo de espera. De esta forma con este método se calcula con que

tiempo llegara el producto al subproceso siguiente y cuánto tiempo se demorara en estar cumplido así se estimara la totalidad de tiempo en que se ejecutara todo el trabajo.

De esta manera se puede considerar a la programación de la producción como la actividad encargada de asignar actividades específicas de los productos a fabricar teniendo en cuenta las estaciones en las que debe de estar que recursos y en qué cantidad se utilizaran y los tiempos de inicio y terminación de las actividades así como las fechas de entrega de los productos. (Velasco, 2013, pág. 25)

La programación de la producción es considera una activad demasiado importante en el momento de lograr una acertada y confiable asignación de tareas y actividades en una empresa cuando se busca una adecuada utilización de los recursos optimizando tiempos de entrega y utilización de mano de obra, en la compañía se pueden utilizar y revisar teorías relacionadas con este tema buscando lograr una mejor confiabilidad en las fechas de entrega de los pedidos

4.2 **Capacidad Instalada**

Cabo, N. Chamorro, O. Fontalvo, T. defiende que.

La máxima capacidad real de trabajo y considera las disminuciones de tiempo previstas para el mantenimiento preventivo de los medios de trabajo.

Capacidad disponible es con la que realmente trabaja una empresa ya que reconoce las deficiencias con que normalmente labora la organización. Adicionalmente se establecen las condiciones de producción que dependen de la política interna y de la administración de recursos de manufactura, así como las normas de trabajo y la jurisprudencia en que se circunscribe. Capacidad necesaria es la que se requiere para cumplir con un programa o plan de producción determinado. Este plan normalmente se trabaja con los pronósticos de ventas. (pág. 183)

Este concepto hace referencia a la infraestructura con que cuenta una organización para el desarrollo de productos o bienes. El tamaño está relacionado proporcionalmente con la cantidad de productos terminados que puede suministrar en un periodo determinado de tiempo. En los sistemas de producción es indispensable el uso de recursos físicos, humanos, tecnológicos, infraestructura, máquinas y equipos, estos son indispensables para el procesamiento y transformación de los productos. Esa cantidad de infraestructura constituye la capacidad instalada y, como es obvio, una mayor infraestructura conduce a mayor capacidad instalada y, por supuesto, mayor cantidad esperada de producción.

El uso de la capacidad instalada depende de las cantidades producidas, es decir, de la ocupación de la infraestructura para generar los bienes o servicios para los cuales fue diseñada. Mayores niveles de producción implican el uso de

un mayor nivel de capacidad instalada. Así, se habla generalmente en la industria o en el uso de la infraestructura pública.

La capacidad instalada de una organización o empresa se puede representar monetariamente con valores de inversión y en la disponibilidad de producción o a través del cumplimiento de lo que se puede procesar o atender como unidades, kilogramos, toneladas metros, entre otros.

La capacidad instalada corresponde a la capacidad máxima disponible permanente mientras la capacidad utilizada es la fracción de la capacidad instalada que se está utilizando. (Miranda, 2005, pág. 119)

4.3 **Plan maestro de producción**

Se puede decir que el plan maestro de producción es la desagregación del plan agregado de producción, y aunque esta no es una relación abstracta, tan sólo es una alternativa propia de la planificación jerárquica, y vale la pena aclarar, no existe mayor unanimidad en esta asociación. Recordemos que en Planeación Agregada los objetivos son sustentar decisiones de nivel táctico, mientras el Plan Maestro de Producción establece decisiones operativas que tienen como horizonte el siguiente período de planificación, y a lo sumo considera un par de períodos más tan sólo para asegurar una disponibilidad estimada de recursos.

Santos, J. (2007). Subraya.

Una vez determinado el plan maestro, es preciso comprobar si se dispone de capacidad para llevarlo a cabo, lo que se conoce como planificación aproximada de la capacidad o Rough-Cut. Para ello pueden emplearse herramientas, como las listas de capacidad o los perfiles de recursos. En ambas técnicas se analiza la carga que provocará el plan en los recursos clave si se ejecutara el Plan Maestro. Para ello, es necesario saber qué componentes será necesario fabricar y cuánto tiempo se tarda en hacerlo. (pág. 29)

Companys, R. Follonosa, J. (1999 pág. 29) piensa que.

Las modalidades y procedimientos a utilizar concretamente en la elaboración del plan maestro son función del tipo y problemática de la empresa y del sistema productivo considerado.

Companys, R. Follonosa, J. opinan al respecto.

El MPS o plan maestro de producción es una decisión de tipo operativa, respecto a los artículos y cantidades que deben ser fabricados en el siguiente período de planificación. Sus características son:

Determina qué debe hacerse y cuándo. Se establece en términos de productos específicos y no en familias. Es una decisión de lo que se va a producir, no un pronóstico más.

Serrano I, Torre I, Eguren j. (2010), dicen que.

El plan maestro de producción es una decisión operativa de la dirección respecto a los artículos y cantidades que deben ser fabricados en el siguiente período de planificación. Suele incluir un anticipo de los siguientes períodos de planificación básicamente para asegurar la disponibilidad de los materiales y utillajes necesarios. Para que una compañía de manufactura satisfaga a sus clientes con un tiempo de envío menor al tiempo de antelación total (total lead time) por medio de la lista completa de materiales, es necesario que una parte del proceso de manufactura haya iniciado antes que llegue la orden del cliente. Para aplicaciones prácticas computarizadas, las técnicas básicas más empleadas son los sistemas de requerimiento de materiales y de nivel de reposición. (pág. 15,16)

Planeación de la producción y control

Chapman, S. (2006). Argumenta.

El punto de inicio de prácticamente todos los sistemas de planificación se da a partir de la demanda real o esperada de los clientes. Sin embargo, en casi todos los casos el tiempo necesario para generar y entregar el producto o servicio excederá la expectativa del cliente. Si se quiere evitar que esto suceda, la producción tendrá que dar principio antes de que se conozca la demanda real del consumidor. Así, la producción deberá iniciar a partir de la demanda esperada o, en otras palabras, de un pronóstico de la demanda. En este capítulo analizaremos alguno de los principios y métodos fundamentales de pronóstico para los sistemas de planificación y control. (pág. 17)

Chose R, Jacobs R, Aquilino N. (2009), sostienen que:

Los objetivos de la programación del centro de trabajo son: cumplir los plazos, minimizar el tiempo de demora, minimizar tiempos o costos de preparación,

minimizar el inventario de los trabajos sin terminar, y maximizar el aprovechamiento de máquinas y trabajadores (pág. 626)

La planeación es la función administrativa que determina anticipadamente cuáles son los objetivos que deberán alcanzarse y qué debe hacerse para lograrlos de la mejor manera posible. La planeación está volcada hacia la continuidad de la empresa y se centra en el futuro. Su importancia radica en esto: sin la planeación la empresa queda pérdida en el caos. Así, a partir de la elaboración de los objetivos que deberán alcanzarse la planeación determina a priori qué se debe hacer, cuándo, quién debe hacerlo y de qué manera. Así, la planeación se hace en base a planes. Un conjunto de planes forma la planeación.

Chose R, Jacobs R, Aquilino N. (2009). Opinan que los planes pueden ser.

Planeación, organización, dirección, control. La planeación busca establecer, que debe hacerse, cuando hacerlo, el control es la función administrativa que consiste en medir y corregir el desempeño para asegurar que los planes sean ejecutados de la mejor manera posible. La tarea del control es verificar si todo se hace de conformidad con lo que fue planeado y organización, de acuerdo con las órdenes dadas, para identificar los errores o desviaciones, con el fin de corregirlos y evitar su repetición.

El control se puede entender como: Medir desempeño – comparar con lo planeado. Corregir desempeño – identificar errores u observaciones.

La finalidad de la planeación y control de la producción es aumentar la eficiencia y eficacia del proceso productivo de la empresa. Es, por lo tanto, una doble calidad; actuar sobre los medios de producción para aumentar la eficiencia y vigilar que los objetivos de producción se alcancen en su totalidad para aumentar la eficacia.

Chose R, Jacobs R, Aquilino N. (2009), defiende el argumento de.

Para programar y controlar una operación deben ejecutarse las funciones siguientes.

Asignar pedidos, equipo y personal a centros de trabajo y otras ubicaciones especificadas. Básicamente, se trata de planeación de capacidad de corto plazo. Determinar la secuencia de realización de los pedidos es decir establecer las prioridades laborales. Iniciar el desempeño del trabajo programado. Es lo que normalmente se llama despachar los pedidos. Control del taller o control de actividades de producción que involucra

Revisión del estatus y control del progreso de los pedidos conforme se trabajan. Expedición de pedidos retrasados y muy importantes. (pág. 625)

Asignación fechas de entrega.

Salazar, B. (2012). Dice que:

La programación a corto plazo puede considerarse como el último eslabón de la planeación de la producción; esta etapa consiste a grandes rasgos en ajustar tareas u operaciones particulares a personas y máquinas específicas. Su horizonte de tiempo está dado en días, horas y minutos; razón por la cual requiere del profesional que la desarrolle, pericia, dinamismo, y practicidad en su ejecución.

Etapa de la Planificación de la Producción que tiene como objetivo elaborar un calendario indicando las fechas en que deben realizarse las operaciones correspondientes a cada pedido, de forma que se cumplan las fechas de entrega planificadas.

Salazar, B. (2012). Piensa.

Las técnicas utilizadas en la programación a corto plazo se pueden clasificar en Programación hacia adelante: Esta programación se inicia tan pronto como se conocen los requerimientos de producción, utilizarla implica en gran medida desconsiderar la fecha de entrega, y es utilizada usualmente en procesos que trabajan sobre pedido, en los que la entrega se requiere lo antes posible, por ejemplo en restaurantes, centros de belleza, hospitales, talleres satélite dedicados a la maquila, etc.

Programación hacia atrás: Esta programación inicia con la fecha de entrega del pedido, su principal consideración es cumplir con los plazos de entrega pactados o establecer plazos alcanzables. La dinámica de esta programación consiste en programar en primer lugar la operación final, y sucesivamente las operaciones que la anteceden en orden inverso.

Para programar y controlar una operación deben ejecutarse las funciones siguientes:

Asignar pedidos, equipo y personal a centros de trabajo y otras ubicaciones especificadas. Básicamente, se trata de planeación de capacidad de corto plazo

Determinar la secuencia de realización de los pedidos, es decir, establecer las prioridades laborales.

Iniciar el desempeño del trabajo programado. Es lo que normalmente se llama despachar los pedidos

Control del taller (o control de actividades de producción) que involucra, revisión del estatus y control del progreso de los pedidos conforme se trabajan. Expedición de pedidos retrasados y muy importantes.

Las herramienta de análisis que puede proporcionar esta teoría de lean puede servir mucho en el desarrollo de una nueva propuesta de programación para la empresa ya que se llegaría a la disminución de algunos tiempos de cambios de matriz donde el operario por desconocimiento del proceso y por error humano puede causar que el tiempo de cambio entre lote y lote se demore más. Actualmente el cambio de referencia en el proceso es una actividad que lleva el más mínimo de tiempo, este se realiza como una operación externa e inmediatamente cuando se termina la producción de un lote se hace un movimiento de cambio y se continúa con la operación.

Partiendo del análisis de las diferentes categorías incluidas en el marco teórico se puede resaltar el trabajo de varios autores en cada una de estas ya que formaron parte de grandes trabajos investigativos para poder respaldar sus teorías.

Uno de los libros referenciados, Gestión de la Producción: una Aproximación Conceptual. Servirá como una muy buena base de datos ya que este es desarrollado por varios investigadores colombianos. En este libro se pueden extraer teorías y conceptos relacionados con dirección de la producción, planeación agregada y programación maestra, programación y control de la producción, estudio de trabajo entre otros, los cuales le darán soporte teórico al trabajo.

Otro referente importante en el mundo sobre el estudio de trabajo y tiempos es sin duda el libro, Introducción al Estudio del Trabajo de la OIT, ya que esta obra se caracteriza por ser la base de investigación y trabajos a nivel mundial, en esta podemos encontrar teorías relacionadas con productividad y calidad, estudio de trabajo y productividad, enfoque al estudio del trabajo, estudio de métodos.

El libro Control Calidad de Besterfield, D, aportara muy buenas conceptualizaciones al trabajo las cuales hacen referencia a temas como introducción a la calidad, administración de la calidad total, fundamentos de estadística, técnicas adicionales de control estadístico. En este libro se cubren conceptos de control estadístico de calidad, de una manera fundamental, pero exhaustiva, el cual utiliza un método práctico y muy actualizado.

También se soportara la investigación en documentos encontrados en internet tales como revistas y la página ingeniería industrial la cual comparte teorías relacionas con la rama de la ingeniería industrial también se resalta el contenido que puede suministrar la revista Virtualpro Procesos Industriales, ya que contiene temas como publicación virtual académico-científica, indexada a nivel Latinoamérica. Presenta la información de una forma innovadora a través de documentos hipertexto, multimedia e interactivos que complementan el

proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes programas académicos relacionados con procesos industriales.

Todas las teorías anteriormente relacionadas serán las que sirvan de apoyo y sustentación para la elaboración del presente trabajo.

5 DISEÑO METODOLOGICO

5.1 TIPO DE ESTUDIO

5.1.1 Investigación aplicada tecnológica

El tipo de investigación que se aplicara en el desarrollo del proyecto será de investigación aplicada tecnológica ya que esta se entiende como la que genera conocimientos o métodos dirigidos que sirven para ser aplicados a procesos productivos tanto como para mejorarlos o volverlos más eficientes.

Dado el caso del tipo de investigación que se está buscando desarrollar esta metodología es la más adecuada y la que más acopla para dar cumplimiento a los objetivos generales y específicos que son la razón de ser del presente proyecto.

5.1.2 Diacrónica

Según su tiempo será de este tipo ya que tomara como punto de referencia hechos o datos históricos, esta no comienza desde un punto base si no que toma situaciones del pasado y datos históricos. En el caso de la presente investigación tomara como base de partida datos de variables de las anteriores extrusiones de las mismas referencias durante los últimos tiempos.

5.1.3 Enfoque

El tipo de enfoque del proyecto será de tipo mixto, ya que se analizaran datos de registros históricos previamente guardados en el sistema de información que servirán para el previo análisis de los casos estudiados.

5.2 ETAPAS DEL PROYECTO

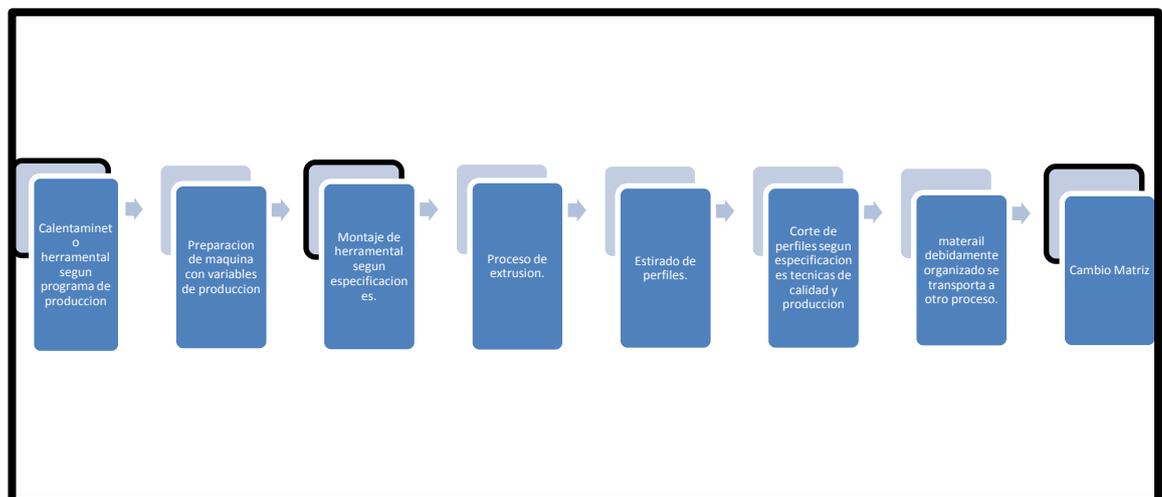
Para el desarrollo del proyecto se utilizarán una serie de herramientas y metodologías propias de la ingeniería industrial, las cuales buscan proporcionar una manera adecuada de interpretar, analizar y tomar decisiones en la programación actual de la producción.

Etapa 1. Diagramas de procesos.

Particularmente en el proyecto en ejecución los diagramas de procesos que se realicen serán de gran ayuda técnica y visual. Se puede empezar por realizar diagrama general del proceso productivo del aluminio en la planta teniendo en cuenta el producto desde que entra como materia prima hasta que sale como producto final hacia el cliente.

También se pueden realizar diagramas donde se ejecuten las tareas que analizaremos a fondo como el proceso de extrusión desde que la matriz es llevada con un programa de producción pasando por su calentamiento hasta llegar a los perfiles previamente extruidos y cortados bajo los parámetros de calidad y orden de producción establecidos por la empresa y el cliente final.

Ilustración 13. Diagrama proceso.



Fuente: propia

Etapa 2. Recolección de datos Históricos

Para el desarrollo de este paso se tomara como fuente de datos los registros que se guardan en el momento que se trabajan las matrices en la prensa, estos por medio de un sistema de PLC quedan registrados en el sistema y para

visualizarlos se utiliza la herramienta tecnología, SAP Bussines Objects que es una solución de inteligencia de negocios que sirve para mejorar todos los procesos de una empresa ya que podemos generar un gran variedad de informes, reportes y consultas que sirven para su posterior análisis y toma de decisiones.

El tipo de información de la que podemos disponer es una combinación de variables de extrusión que cuando se sincronizan de la manera adecuada pueden generar los resultados y máximo aprovechamiento esperado.

Tabla 6. Referencias extruidas.

Referencia	Total	Prensa 1250		Prensa 1600	
		Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total	Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total

Fuente: Propia

También se tomara inventario de las referencias existentes en la compañía donde se totalizaran y depuraran dadas las características de estas para poder designar cuales pertenecen a cada máquina.

Tabla 7. Inventarios matrices.

Referencia	Copia	Prensa	Bocas	Tipo Matriz	Kg Metro Nominal
------------	-------	--------	-------	-------------	------------------

Fuente: Propia

Etapa 3. Análisis de datos

A medida que se obtenga la depuración de datos estos se tabularan en tablas de Excel diseñados para la organización de estos generando así una más fácil interpretación de los mismos. Los datos que se analizan deben de ser de la misma referencia en particular comparándola entre las dos máquinas, de esta manera lograr establecer donde es mejor trabajar para que genere más rendimiento y rentabilidad.

Para el análisis se recolectaran los mismos en un periodo que comprenderá los meses de del año 2015, ya que si se toman datos de años anteriores se podrán

evidenciar cambios en diseños de matrices, cambios en partes de las maquinas o mejoras ejecutadas durante años posteriores, de esta manera se tendrán una asertividad más alta.

Tabla 8. Análisis recobrado.

Referencia	Kilos extruido total	Prensa 1250	Prensa 1600	Kg Metro Nominal	Bocas	Kg Metro Nominal real	Recobrado técnico P1600	Recobrado técnico P1250	Diferencia recobrado
------------	----------------------	-------------	-------------	------------------	-------	-----------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------

Fuente: propia

Los datos se deben de comparar teniendo en cuenta condiciones como: que sean las mismas referencias, que tenga el mismo número de bocas, que se extruyeron en máquinas diferentes para poder realizar el comparativo.

Otro factor importante que se tendrá es los rechazos por calidad que la producción de la matriz haya generado. Este es muy importante porque podemos decir que una referencia está diseñada para obtener un buen recobrado, pero el recobrado a prensa no fue el esperado por los rechazos por calidad. Este será un factor vital para escoger matrices óptimas según su máquina.

Cuando se obtengan datos de cuáles son las referencias que son más productivas en las dos máquinas se puede diseñar una propuesta para la programación de producción el cual sugiera incluir estas referencias optimas en el programa para lograr mejores resultados teniendo en cuenta las capacidades.

6 RESULTADOS

6.1 Recolección de datos Históricos

La recolección de datos se inició con la verificación de las referencias que se extruyeron durante el año 2015 entre los meses de enero y noviembre, estas representaron un total de 1170 referencias diferentes, en este listado se pudo verificar que hay referencias que se vendió desde 1 kg, que fueron muestras para cliente de futuros proyectos nuevos hasta referencias que se extruyeron 302078 kilogramos en un año.

Tabla 9. Referencias más extruidas.

Referencia	Total	Prensa 1250		Prensa 1600	
		Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total	Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total
Y45	302079,49	126429,61	150454,67	126377,00	151624,82
Y41	255872,58	160157,37	187701,93	56305,20	68170,65
W51	244540,77	162737,04	193073,20	41594,42	51467,57
H62	178298,41	97209,69	124299,63	43755,29	53998,78
A23	172093,38	88496,17	106830,30	53485,06	65263,08
R7	155887,99	28571,36	37056,04	96039,48	118831,95
T3	151406,50	57447,26	74957,30	63283,88	76449,20
P12	145777,39	70597,57	83644,76	52667,98	62132,63
T2	142297,30	10002,38	15555,34	99353,44	126741,96
C90	140800,59	44386,64	53845,51	71866,24	86955,08
C57	139328,75	21617,46	28179,30	90902,16	111149,45

Fuente: propia

En la anterior tabla se observa el comportamiento de las 10 referencias más extruidas durante el año 2015, en ella se deprecian los kilogramos aplicados los cuales se entienden como todo el material aplicado en las máquina. Los kilogramos extruidos se entienden como los kilos buenos sacados en la máquina, también se ve una sumatoria total de los kilos totales aplicados.

En la siguiente tabla se recuerdan términos importantes para la comprensión de teorías.

Tabla 10. Términos importantes.

Resumen términos	
Matriz	Una matriz es un cuerpo cilíndrico de acero H13 que es mecanizado según la geometría que se desea extruir. Es resistente a las variaciones de temperatura, y soporta grandes cantidades de presión.
Copia de matriz	Cada matriz cuenta con un número de identificación para poder distinguirla y controlarla de las mismas referencias, se puede tener una matriz con varias copias, estas pueden variar según el nivel de rotación del diseño
Salidas de matriz	cantidad de orificios que genera una matriz en el momento de extrusión, según el kilogramo metro nominal de cada referencia variara el número de salidas de esta
Kilogramo metro nominal	Es el peso que representa un perfil por una longitud de un metro
Kilogramo metro nominal real	Es el peso que representa un perfil por metro y multiplicado por el número de salidas que tenga la matriz.
Recobrado Técnico	Es el porcentaje ideal de material conforme con que se debería trabajar todas la referencias, este se representaría dejando un desperdicio aproximado del 12%
Recobrado a Prensa	El porcentaje real de material bueno que sale de la prensa hacia otros lados, en este se tiene en cuenta un porcentaje más de chatarra generada por operación y proceso de un 6 % aproximadamente
Brazos traslape	Brazos móviles de la mesa de manejo que cumplen la función de transportar el material entre mesas.

Fuente: Propia

De la tabla del inventario matrices, se cargaron varios datos de mucha importancia, en esta se analizó todas las referencias que tiene existencia en la

empresa independientemente de su nivel de rotación, se tuvo en cuenta el número de la copia de cada una para tratar de diferenciarla en cuanto a número de salidas de cada matriz, en ciertas referencias iguales puede variar el número de salidas, en este caso se tuvo en cuenta la más estándar. El siguiente factor fue el kg/mt nominal de cada una de ellas, el cual sirvió para realizar el análisis de recobrado. Después se verificó que todas las matrices cumplieran la condición de que fueran de diámetro de 9” que para que trabajen en las dos máquinas y que sus aleaciones no sean diferentes a la AA6063.

Tabla 11. Inventarios matrices.

Referencia	Copia	Prensa	Bocas	Tipo Matriz	Kg Metro Nominal
A2	18	0003	2	S	0,243
A34	1	0002	1	T	0,787
A11	38	0003	1	S	0,759
A37	10	0003	2	S	0,299
A12	68	0002	1	S	0,424
A099	15	0002	1	S	0,851
C46	5	0002	1	S	0,876
H71	4	0002	4	S	0,198
C48	21	0003	4	S	0,335
H72	2	0002	2	S	0,549

Fuente: Propia

En la tabla anterior muestra las referencias con su número de copia de control, este varía según el número de matrices de la misma referencias que han existido, hay casos que van desde la copia uno hasta más de 130 copias, cabe resaltar que no necesariamente todos los números de copias están habilitadas, estas ya han salido de circulación pero el número se conserva para llevar un mejor control. También se deprecia la prensa a la cual está inscrita, cada copia de matriz pertenece a una maquina en particular, esto se lleva para un mejor control. Se observa también el número de bocas o salidas con que cuentan cada matriz, estas pueden variar desde 1 hasta 12 salidas. También se evidencia si la matriz es sólida o tubular como se describe anteriormente, por ultimo tenemos el kilogramo metro nominal el cual multiplicado por el número de salidas de la matriz se obtiene el kilogramo metro nominal real; se puede entender como el kilogramo metro de un perfil el peso de cualquiera de los perfiles por metro lineal.

6.1.2 Rechazo por calidad.

Algunas de las referencias que se programan en las maquinas pueden tener la eventualidad de generar más chatarra en cierta prensa, esta se puede dar a factores asociados a diferencias de las mismas, en prensa 1600 por ser la mesa de manejo más larga se torna en ocasiones más complicado manejar los perfiles que en ocasiones son hasta de 44 metros y pueden causar golpes, torceduras o twist. Se pueden evidenciar casos en los que trabajando perfiles con kilogramos metro muy pequeños se pueden tener problemas por la manipulación de los mismos a lo largo de la mesa y por el diseño de esta. Un ejemplo son los brazos de traslape los cuales están en constante movimiento y este tipo de referencias se puede enredar con facilidad. Hay casos similares en los que por el diseño antiguo de la mesa de manejo de prensa 1250 se puede tener problemas por la generación de golpes y fricciones.

En la siguiente tabla se evidencia la cantidad y porcentaje de kilos rechazados en extrusión por cada referencia en entre enero y noviembre de 2015; este será uno de los factores determinantes para la selección adecuada de las referencias, en esta se muestran las 10 primeras referencias del listado.

Tabla 12. Rechazos por calidad.

Referencia	Suma total	Prensa 1600		Prensa 1250	
		Kg Chatarra	% Chatarra	Kg Chatarra	% Chatarra
Y45	302079,49	24025,06	15,97%	25247,82	16,65%
Y41	255872,58	27544,56	14,67%	11865,45	17,41%
W51	244540,77	30336,16	15,71%	9873,15	19,18%
H62	178298,41	27089,94	21,79%	10243,49	18,97%
A23	172093,38	18334,13	17,16%	11778,02	18,05%
R7	155887,99	8484,68	22,90%	22792,47	19,18%
T3	151406,50	17510,04	23,36%	13165,32	17,22%
P12	145777,39	13047,19	15,60%	9464,65	15,23%
T2	142297,30	5552,96	35,70%	27388,52	21,61%
C90	140800,59	9458,87	17,57%	15088,84	17,35%
C57	139328,75	6561,84	23,29%	20247,29	18,22%

Fuente: Propia

En la tabla 13 se relaciona el nombre de los defectos causales de producto no conforme por calidad, estos pueden ser causados por operaciones

inadecuadas y relacionadas con las máquinas, cabe resaltar que la totalidad de kilogramos de chatarra relacionados en la tabla anterior no se deprecia con los códigos de defectos. En la cantidad de kilogramos evidenciados en los datos se relacionan defectos como bombas, golpes, fricciones, torcidas entre otros y también tienen participación los defectos que toda referencia generara como descartes y despuntes.

Tabla 13. Listado defectos.

Defectos	
1	BOMBAS
2	CHATARRA POR MANTENIMIENTO
3	CORTES
4	DESGARRE O RASGADURA
5	EMPATE
6	ENSAMBLADAS o ENGRAFADAS
7	FALLA DE MATRIZ
8	FALTANTE
9	FRICCION
10	FUERA DE TOLERANCIA(DIMENSIONAL)
11	GOLPE
12	HUELLA DE EXTRUSION
13	MANCHA DE GRAFITO
14	ONDULADO
15	PICK UP
16	PIEL NARANJA EXTRUSIÓN
17	PLANEIDAD
18	RAYA DE MANEJO
19	RAYA DE MATRIZ
20	TORCIDAS
21	TWIST
22	VENA DE MATRIZ
23	VIBRADO
24	DESPUNTE
25	DESCARTE "AREPA"

Fuente: Propia

Para la delimitación de las matrices para la programación de la producción se centrara en el análisis de las referencias que tuvieron ventas superiores a 1000 kg anuales, otra delimitación que se realiza fue que sean matrices que solo se trabajen con aleación 6063, ya que en prensa 1250 son muy pocos los eventos en los que se trabajan aleaciones diferentes a esta, también que sean matrices que estén disponibles en las dos máquinas y que sean matrices de 9" de diámetro, que cumplen el diámetro diseñado en las dos máquinas para el encaje de la matriz, la prensa 1600 tiene capacidad para alojar matrices de 12"

6.1.3 Análisis de datos

Para el cálculo de la capacidad de producción de cada máquina se tiene en cuenta factores como, kilogramos hora esperados por máquina, utilización y días hábiles de extrusión.

Tabla 14. Capacidad mensual extrusión.

Capacidades Prensas		
	Prensa 1250	Prensa 1600
Utilización	86,50%	86,50%
Recobrado prensa	82%	81.5%
Kilogramos hora	840	845
Días extrusión	26	26
Kilogramos día	17439	17541
Kilogramos mes	453414	456066
Capacidad mensual	909480	

Fuente: Plan mensual de extrusión.

La tabla anterior se muestran los indicadores esperados que se deben alcanzar en un mes de extrusión estos son sacados y calculados por la dirección de planta; la utilización se entiende como el tiempo productivo que tiene la máquina, descontando tiempos de paros correctivos por mantenimiento ya que los preventivos se realizan dos veces al mes para cada uno de los recursos, se tiene en cuenta los paros por producción, estos pueden ser reuniones dentro del turno, o falta imprevista de un operario en el grupo de trabajo, también existen los tiempo de paro por matriceria, estos se entienden como los causados por factores de la matriz, matrices mal armadas, o matrices que llegan con orden de prueba para verificar algún tipo de corrección que se realizó posterior a una serie de fallas repetitivas de calidad. El porcentaje estimado de paros es para mantenimiento del 6.5 %, para producción del 4% y para matriceria del 3%.

Los kilogramos hora se entiende como la velocidad con que la maquina produce material, el número que aparece en la tabla es velocidad neta, quiere decir que serían kilos bueno por hora que género.

Los recobrados a prensa se esperan que este entre el 81% y 82%, este se depreciaría como 8 % despunte, 4% descartes y entre un 6% y un 7% de chatarra generada en el proceso de extrusión.

Los días hábiles de extrusión pueden variar según el mes en que se encuentre, pero lo más común son 26 días producibles, teniendo en cuenta que se saca 2 días de mantenimiento y dos domingos de descaso.

6.2 RECOBRADO A PRENSA

Se puede entender como recobrado al material recuperado que se obtiene al final de algunas de las estaciones. En la empresa se manejan varios tipos de recobrados que sirven para medir y controlar la eficiencia de cada una de las áreas y por ende los buenos resultados de la empresa.

Existen el reobrado técnico, de gran importancia y que se describirá en el punto 6.3, está el recobrado de cada una de las áreas como el de anodizado, y pintura, está el recobrado a prensa y el recobrado a empaque.

Todos manejan la misma manera de medirse rigiendo bajo unos porcentajes esperados de perdida. El recobrado a prensa es el material que se aplicó en la maquina descontándole el material que se pudo perder en el proceso de operación de la misma, este se rige por unos porcentajes de perdida esperados de 4% descarte, 8% despunte y un 6% de chatarra generada en el proceso por factores de mala operación y problemas con la máquina.

El recobrado de las áreas de acabados se rige bajo los mismos parámetros, se calcula de acuerdo al material que se despacha desde el área de prensa y se calcular esperando perder un 4% en estas áreas.

El recobrado a empaque que es el más importante de toda la empresa se calcula descontando todo el material que se perdió en el proceso global. Con este se mide la competitividad y los buenos resultados de la compañía porque es el producto que finalmente se factura.

Tabla 15. Recobrado por áreas.

Recobrado Global						
Aplicado	Recobrado técnico		Recobrado prensa	Recobrado acabados	Recobrado empaque	Recobrado Global esperado.
Perdida		12%	6%	4%	2%	
Recobrado	100%	88%	82%	78%	76%	76%

Fuente: Propia

En la tabla 15 se muestran los porcentajes ideales de desperdicio que se deberían tener en las áreas de trabajo, también se muestra un recobrado global esperado del 76% que sería el óptimo para una empresa extrusora de aluminio.

6.3 RECOBRADO TÉCNICO

Para el desarrollo de este ejercicio el cual tiene como propósito verificar el recobrado técnico que debería generar una matriz según su kilogramo metro dependiendo de la maquina donde se trabaje, se tuvieron en cuenta los siguientes factores supuestos.

Tabla 16. Análisis recobrado técnico.

Despunte	Peso tocho	Peso con arepa	Tamaño tocho	% Recobrado técnico P1600	Paro mesa	Ideal
----------	------------	----------------	--------------	---------------------------	-----------	-------

Fuente: propia

Recobrado técnico optimo: debe ser el 88% del material extruido, el resto es un 8% de despuntes y un 4% de descarte, pueden haber referencias que no lo alcancen a cumplir por sus pesos y diseños complejos, el porcentaje de recobrado descrito se rige bajo parámetros internacionales.

El recobrado técnico se puede entender bajo el siguiente ejemplo.

Ilustración 14. Formula cálculo recobrado técnico.

$$\text{Recobrado técnico} = \frac{40 \text{ Kg} - 1.6 \text{ kg} - 3.2 \text{ kg}}{40 \text{ kg}} = .88$$

Fuente: Propia

Bajo esta fórmula se puede entender más fácil el concepto del recobrado técnico, en él se toma como ejemplo un lingote con peso de 40 kilos y dependiendo de este se sacados porcentajes del 4% y 8% mencionados y explicados en el párrafo anterior, la resta de todos los datos se divide por el mismo peso de tocho y este sería el resultado de recobrado.

Longitud del perfil: se asumió que para todos los cálculos el tamaños de perfil que sacaría por extrusión sería de 6 metros, básicamente porque es la medida más comercial que maneja el mercado.

Despunte: El despunte es la longitud extra que le debo dejar al perfil por las deformaciones que le voy a ocasionar en el proceso de extrusión cuando el puller hala el material a los largo de la mesa, y cuando le realizo el proceso de estirado, en esta operación el perfil total extruido puede perder un aproximado de 30 centímetros en cada punta, también se den tener presente el empate del perfil total, este es la unión del lingotes extruido más el nuevo lingote. En el caso de estudio se tiene un despunte estándar de 2 metros, cabe resaltar que

los despunte en algunas referencias pueden variar según su la geometría del perfil ya que se pueden causar aplastamientos más grandes.

Ilustración 15. Despunte.



Fuente: Propia

Descarte: Es un rechazo normal del proceso de extrusión, en este quedan depositados los contaminantes, óxidos y compuestos intermetálicos de la Shell zone, este siempre queda pegado al final de la extrusión y se corta.

Ilustración 16. Descarte.



Fuente: Propia

Longitud de paro: las tres prensas extrusoras que posee la compañía tiene capacidades y medidas de mesas diferentes, en cada uno de los casos se trabajó como supuesto la máxima longitud de mesa a la cual puede desplazar el perfil. Para el caso de prensa 1 es de 26 metros, prensa 1250 de 38 metros y prensa 1600 de 44 metros.

Longitud de tocho máximo: esta medida está limitada por el tamaño del liner, ya que se debe tener en cuenta que en el momento de la deformación del aluminio el tocho debe quedar dentro de las medias de dicho elemento de la máquina. La longitud máxima por maquina son, prensa 660 puede alojar un tocho de 470 milímetros, prensa 1250 puede contener uno de 630 milímetros y prensa 1600 uno de 670 milímetros.

Con los datos obtenidos se calculó el recobrado técnico que generan las matrices que pueden estar en 0,1 kilogramo metro nominal y 7 kilogramo metro nominal, en las tres máquinas que posee la compañía, cabe resaltar que en la empresa no existen matrices con pesos tan altos pero los cálculos se realizan con un estimado de pesos entre estos rangos.

6.3.1 Recobrados técnicos prensa 1250.

Factores según máquina y supuestos. Estos servirán para el cálculo de la fórmula de recobrado técnico.

Longitud perfil: 6 metros

Despunte: 2 metros

Descarte: 25 mm que representan 1,27 kg

Factor peso: 0,0511

Longitud paro: 38 mt

Tocho máximo: 630 mm

Como se analiza el recobrado en la prensa 1250 se puede trabajar con el lingote máximo y utilizando lo óptimo de la mesa con matrices cuyo kilogramo metro nominal tenga hasta un máximo 0,8 kg/mt nominal, este significa que con matrices superiores a esta medida se empezara a utilizar menos la mesa de manejo.

El recobrado varía según el kg/mt nominal, para matrices con 0,1 kg/mt nominal se obtiene un recobrado de 70,6% a medida que el kg/mt nominal aumenta los recobrados también. Sobre el recobrado técnico ideal se encuentra matrices con kg/mt nominal entre 0,5 y 1,2 kg/mt nominal. Cuando el kg/mt nominal va aumentando el recobrado va disminuyendo, lo ideal sería que las matrices que se trabajen en la prensa se encontraran entre estos rangos para obtener un máximo beneficio pero este puede depender de la demanda de los clientes y sus requerimientos.

6.3.2 Recobrados técnicos prensa 1600.

Factores según máquina y supuestos, estos servirán para el cálculo de la fórmula de recobrado técnico.

Longitud perfil: 6 metros

Despunte: 2 metros

Descarte: 25 mm que representan 1,665 kg

Factor peso: 0,0666

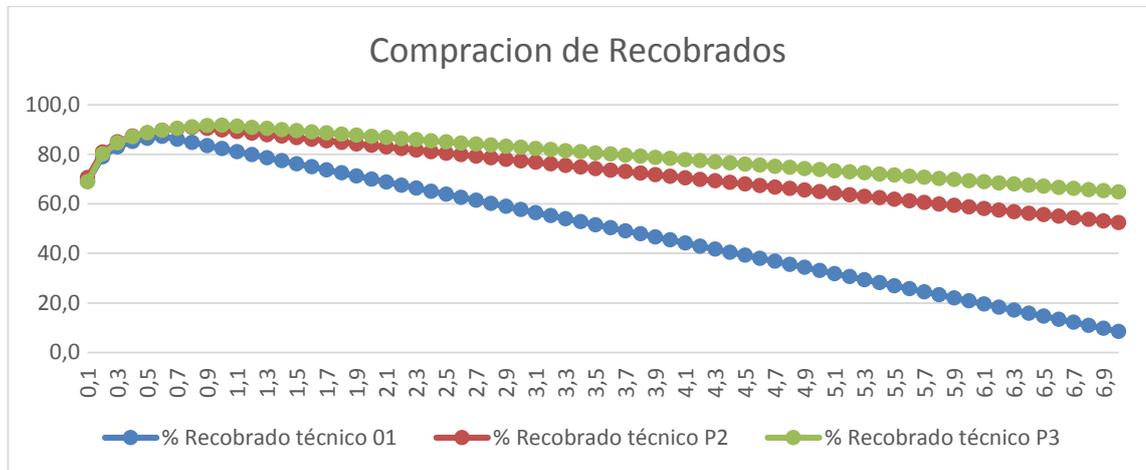
Longitud paro: 38 mt

Tocho máximo: 670 mm.

Para esta máquina se utiliza el máximo lingote permitido y aprovechando el máximo de la mesa de manejo, se puede ver como el rango óptimo de kg/mt nominal donde genera mejor recobrado técnico se encuentra en 0.5 y 1.8, representando márgenes de 88.6% y 91.7% aproximadamente.

6.3.3 Comparación Recobrados

Ilustración 17. Comparación recobrados técnicos.



Fuente: Recobrados prensa. Fuente propia.

Como observa en el gráfico los recobrados superiores al 88% se concentran en los kg/mt nominales que están entre el rango de 0,5 y 1,8, se puede evidenciar que el margen es más amplio para la prensa 3 la cual tiene más capacidad.

A medida que el kg/mt nominal aumenta el recobrado tiende a disminuir, este tiene gran asociación al despunte, se puede entender que el despunte que se

dejó a una referencia debe de estar entre las medias esperadoras de 2 mt aproximadamente en el cual aumentara el peso cuando se tiene un mayor kg/mt nominal, también afectaría factores como la capacidad de la máquina para trabajar con el tocho de longitud máxima y el tamaño de la mesa.

Un caso similar pasa cuando en las 2 máquinas se trabajan referencias con el kg/mt nominal muy bajo, la diferencia se centra en que el desperdicio no lo dejare en despunte si no en el peso del descarte.

En este orden de ideas lo ideal sería programar todas las referencias en la prensa 1600 si se tuviera en cuenta el recobrado técnico como único factor ya que esta máquina tiene más confiabilidad en cuanto a recobrado, pero se deben tener en cuenta otros factores demasiado importantes como la capacidad de producción de cada una de las prensas, que se mostró en la tabla 14 ya que se puede restringir la cantidad de matrices que se pueden programar por maquina si estas superan la capacidad instalada. Otros factores que se van a analizar son el historial de kilogramos rechazados por calidad en la máquina y las matrices disponibles en ambas.

6.4 ANÁLISIS RECOBRADO

Esta tabla se considera la herramienta más importante del presente trabajo, en ella se realizó el análisis de los recobrados técnicos, a prensa y la delimitación de las referencias que entran en el estudio, para la construcción de esta se utilizaron datos y soportes de las tablas de datos anteriormente relacionadas, el primer paso que se desarrollo fue filtrar las referencias que más se extruyeron en 2015, y delimitarlas por las que tuvieron registros superiores a los 1000 kilogramos anuales, lo que arrojó un resultado de 307 matrices, a estas referencias se les realiza delimitación cumpliendo que las matrices estén disponibles para trabajar en la prensa 1250 y prensa 1600, que sean de 9" de diámetro ya que el diseño del portamatriz de prensa 1250 está limitado a trabajar con esta medida y que solo se realicen pedidos de estas en aleación 6063 que es la más comercial y para diámetro de lingote de prensa 1250 solo se funde en esta aleación por condiciones especiales de la planta.

Tabla 17. Análisis recobrados a prensa.

Referencia	Suma total	Prensa 03						Prensa 02					
		Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total P3	Kg Chatarra	% Chatarra	% Recobrado técnico P03	Recobrado a Prensa P03	Kg Netos Extruidos	Kg Aplicados Total P2	Kg Chatarra	% Chatarra	% Recobrado técnico P02	Recobrado a Prensa P02
Y45	302079,49	126429,61	150454,67	24025,06	15,97%	88,64	84,03%	126377,00	151624,82	25247,82	16,65%	88,68	83,35%
Y41	255872,58	160157,37	187701,93	27544,56	14,67%	91,08	85,33%	56305,20	68170,65	11865,45	17,41%	90,86	82,59%
W51	244540,77	162737,04	193073,20	30336,16	15,71%	89,71	84,29%	41594,42	51467,57	9873,15	19,18%	89,63	80,82%
H62	178298,41	97209,69	124299,63	27089,94	21,79%	90,38	78,21%	43755,29	53998,78	10243,49	18,97%	87,89	81,03%
A23	172093,38	88496,17	106830,30	18334,13	17,16%	90,48	82,84%	53485,06	65263,08	11778,02	18,05%	90,33	81,95%
R7	155887,99	28571,36	37056,04	8484,68	22,90%	89,04	77,10%	96039,48	118831,95	22792,47	19,18%	86,03	80,82%
T3	151406,50	57447,26	74957,30	17510,04	23,36%	89,04	76,64%	63283,88	76449,20	13165,32	17,22%	86,03	82,78%
P12	145777,39	70597,57	83644,76	13047,19	15,60%	91,54	84,40%	52667,98	62132,63	9464,65	15,23%	90,38	84,77%
T2	142297,30	10002,38	15555,34	5552,96	35,70%	91,54	64,30%	99353,44	126741,96	27388,52	21,61%	90,38	78,39%
C90	140800,59	44386,64	53845,51	9458,87	17,57%	90,48	82,43%	71866,24	86955,08	15088,84	17,35%	90,33	82,65%
C57	139328,75	21617,46	28179,30	6561,84	23,29%	91,08	76,71%	90902,16	111149,45	20247,29	18,22%	90,86	81,78%
T1	132329,07	20381,05	27262,97	6881,92	25,24%	91,08	74,76%	84826,70	105066,10	20239,40	19,26%	90,86	80,74%
H85	114106,78	11155,66	13800,78	2645,12	19,17%	90,48	80,83%	80890,89	100306,00	19415,11	19,36%	90,33	80,64%
J68	111658,90	54332,66	67436,61	13103,95	19,43%	90,38	80,57%	37380,05	44222,29	6842,24	15,47%	87,89	84,53%
E20	110742,80	64378,58	78691,91	14313,33	18,19%	91,08	81,81%	27162,54	32050,89	4888,35	15,25%	90,86	84,75%

Fuente: Propia

En la tabla 17 solo se muestran las primeras 15 referencias del caso de estudio, este análisis se realizó para las 307 referencias seleccionadas las cuales representaron un total de 8798474 kilos aplicados.

Para sacar el kilogramo metro se toma el que tiene cada matriz por una unidad de perfil, para tener el real se multiplica por el número de salida que esta pose y de esta manera realizar el cálculo real del recobrado, este se explica en la siguiente ilustración.

Ilustración 18. Formula cálculo kilogramo metro.

$$\frac{\text{Kilogramo}}{\text{Metro}} = \frac{0,433 \text{ Kg/metro nominal.} \times 2 \text{ salidas}}{1 \text{ salida}} = 0,866 \text{ kg/metro}$$

Fuente: Propia

En este caso se explica con la referencia H60. El kilogramo metro es utilizado en la empresa para el cálculos de recobrados y el tamaño de tocho en el momento de iniciar la extrusión de un lote.

Para obtener el recobrado técnico se tuvieron los factores completamente explicados en la sección 6.2, se resalta que este sería el ideal para que todas la matrices que se trabajan lo cumplieran siempre sin tener en cuenta factores como los rechazos por calidad.

Para la obtención del recobrado a prensa se tiene en cuenta tres factores muy importantes tales como, kilogramos aplicados los cuales son los totales ingresados en la máquina, para el caso de análisis los totales en todo el 2015 para cada una de las prensa, el siguiente factor tenido en cuenta para el análisis fue los kilogramos extruidos, estos se entienden como el total de material bueno que se envió desde la prensa hacia las otras áreas del proceso, ya sean acabados o empaque final. El tercer factor analizado fue la diferencia entre los dos datos explicados anteriormente, este es la chatarra que se generó en la prensa por rechazos de calidad.

Ilustración 19. Calculo recobrado prensa.

$$\frac{\text{Recobrado total de una referencia}}{\text{referencia}} = \frac{56305,2 \text{ kilos}}{68170,65 \text{ kilos}} \times 100 = 82,5\%$$

Fuente: Propia

En la ilustración 19 se muestra como se saca el recobrado total de una referencia, en este caso se están tomado los datos de la referencia Y41 para la cual se extruyeron 56305.2 kilos y se aplicaron 68170.65 kilos en un periodo de 11 meses del año 2015 para un recobrado del 82.5%. Cuando una matriz se comporta con este recobrado se puede entender que es muy bueno para los resultados de la empresa.

Los datos para sacar el recobrado a prensa consta de división de los kilos buenos enviados desde esta área por los kilogramos aplicados a la máquina, en este punto se hace una aclaración importante acerca de los recobrados técnicos y a prensa, el primero solo se asume que se perderán ciertos porcentajes en descarte y despunte propios del proceso, el segundo empieza a sumar desde el resultado de porcentaje de estos dos desperdicios, entonces el otro porcentaje es lo que no se tendría planeado perder, pero se efectúa por rechazos por calidad. Los porcentajes aproximados que se deberían ejecutar son, descartes 4%, despunte 8% y chatarra proceso 6%, estos nos arrojaría un recobrado a prensa ideal del 82%.

Ilustración 20. Formula cálculo recobrado a prensa.

$\text{Recobrado a prensa} = \frac{40 \text{ kg} - 1.6 \text{ kg} - 3.2 \text{ kg} - 2.4 \text{ kg}}{40 \text{ kg}} = .82$
--

Fuente: Propia

Para realizar un ejemplo ilustrativo de cómo se saca el recobrado a prensa de una referencia se utilizó el ejemplo de la imagen anterior, este se puede explicar de la siguiente manera, los datos se pasan a kilos, 40 kilos representa el tamaño de un tocho para prensa 1600 de 600 milímetros, del peso total de un tocho de estas características se empiezan a restar los porcentajes anteriormente relacionados de desperdicios, después el resultado se divide por el peso total y este dará como resultado el recobrado a prensa esperado.

Sabiendo que en las dos máquinas se tiene condiciones óptimas de trabajo para obtener recobrado a prensa buenos se debe realizar la delimitación de estas para la propuesta de programación de producción. Se tiene en cuenta la capacidad de producción de cada recurso; la prensa 1600 tiene una capacidad de procesar 17541 kg por día y la prensa 1250 procesa 17438 kg día, para un

total de 34980 kilogramos aproximadamente entre las dos y 909480 kilogramos mes. Como se evidencia en la tabla 14.

6.4.1 Referencias Óptimas Recurso.

Como se evidencia a continuación el parámetro tenido en cuenta para programar las referencia por prensa es el “recobrado a prensa” ya que según el análisis de la tabla 17, existen casos donde la referencia puede generar un muy buen recobrado técnico (teórico) en una maquina pero el “recobrado a prensa” que finalmente es la producción real que se obtiene en el proceso es menor que el teórico.

A continuación se muestran ejemplos de análisis realizado de acuerdo a los datos representados en la tabla 17.

Tabla 18. Análisis referencia Y45.

Referencia	Recobrado técnico P1600	Recobrado técnico P1250	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1600	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1250
Y45	88,6	88,7	15,97%	84,03%	16,65%	83,35%

Fuente: Propia

Como se evidencia en la tabla la referencia Y45 que fue la de más alta extrusión en el año anterior cumple según lo calculado con un mejor recobrado técnico en la prensa 1250, pero según el recobrado a prensa el porcentaje de rechazo de esta referencia en al año fue mucho más alto en prensa 1250 con un 16.6% en comparación con el 15.9% para la prensa 1600. Los recobrados a prensa fueron de 83.3% y 84% respectivamente, en este caso se cumple la condición de obtener un recobrado técnico “teórico” en prensa 1250 y alto y un recobrado a prensa alto en la prensa 3.

Tabla 19. Análisis referencia H62.

Referencia	Recobrado técnico P1600	Recobrado técnico P1250	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1600	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1250
H62	90,4	87,9	21,79%	78,21%	18,97%	81,03%

Fuente: Propia

En el caso de la referencia H62 se presenta un caso en el que el recobrado técnico en prensa 1600 es del 87.9%, mientras que el recobrado a prensa represento más beneficio en la prensa 1250 con un 81.03%, esto significa que se debe programa en la prensa 1250.

Tabla 20. Análisis referencia A2.

Referencia	Recobrado técnico P1600	Recobrado técnico P1250	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1600	% Chatarra	Recobrado a Prensa P1250
A2	87,1	87,3	14,74%	85,26%	18,23%	81,77%

Fuente: Propia

En el caso ilustrado anteriormente se muestra como la referencia A2 tiene un recobrado técnico superior en prensa 1250 y también un recobrado a prensa alto en la prensa 1250, en este caso se debería tomar la decisión de programar la referencia en esta máquina para obtener el mejor beneficio.

Después de realizar el respectivo análisis el cual se realizó para todas las matrices incluidas en la tabla 17 se delimito las referencias del caso de estudio las cuales son las más óptimas para el aumento de los indicadores de extrusión gracias a la optimización de las matrices que generan más beneficios.

Tabla 21. Asignaciones matrices por prensa.

Maquina	Kilos según referencias de análisis	Matrices según referencias de análisis
Prensa 3	327799	133
Prensa 2	472063	174
Total	799862	307

Fuente: Propia

Como se evidencia en la tabla 21 el total de matrices que quedaron asociadas a prensa 1600 fueron 133 para una suma de 327799 kilos mensuales aproximadamente, para la prensa 2 se asociaron 174 matrices para un total de 472063 kilos mes aproximadamente, la sumatoria total de kilos representados en estas 307 matrices es de 799862 kilos mensuales. Para la asignación mensual los kilos aplicados cada referencia se dividió por los meses del 2015 relacionados a los datos tomados, esto arrojo un promedio de cuanto serían los pedidos aproximados por mes de estas referencias.

6.5 Programación según capacidades

Para la propuesta final de programación se tienen en cuenta los kilos representados en las matrices de análisis, los kilos de matrices de aleaciones

diferentes a la 6063, también se tiene en cuenta los kilos que representan las matrices que solo están inscritas en una sola prensa.

En la tabla 21 se muestran las capacidades aproximadas de material a extruir relacionado con el concepto en que se han dividido las matrices, ya sean las de caso de estudio, aleaciones diferentes a la 6063 que es la aleación más comercial y está restringida para trabajar en la prensa 1250 y matrices de cada una de las maquinas exclusivamente.

Tabla 22. Distribución capacidades.

Porcentajes de Capacidad Extrusión		
Concepto	Porcentajes	Kilos
Matrices de Análisis	87,95%	799862
Aleación 6061 exclusiva prensa 1600	2,29%	20852
Aleación 3003 exclusiva prensa 1600	0,55%	5006
Aleación 1350 exclusiva prensa 1600	0,20%	1800
Matrices exclusivas Prensa 1250	3,47%	31550
Matrices exclusivas Prensa 1600	6,13%	55752
Capacidad mensual aproximada	100,59%	909480

Fuente: Plan Mensual Extrusión

Como muestra la tabla 22 la referencia y la representación de sus kilos promedios mensuales quedaron con un porcentaje de participación según la capacidad mensual de extrusión. Se evidencia que las matrices del caso de análisis del presente trabajo están representando más del 87% de la capacidad mensual, lo que puede significar las tareas de mejoramiento en cuanto a estas impactara positivamente los indicadores de la empresa. En esta tabla se muestran los porcentajes de participación de las matrices en comparación con la capacidad mensual de extrusión, están las aleaciones de exclusivas de la prensa 1600 las cuales por ser de lingote de diámetro de 7" solo están fabricadas para este recurso, también se muestran las matrices exclusivas de cada máquina.

En la tabla 23 se muestra el porcentaje que representan las referencias de análisis en cuanto a la totalidad de kilos de capacidad que tiene la planta.

Tabla 23. Porcentajes de matrices analizadas.

Porcentaje matrices análisis		
Capacidad Mensual	909480	Porcentaje
Prensa 1600	327799	36,04%
Prensa 1250	472063	51,90%

Fuente: Propia

Para realizar la programación final de matrices por cada prensa se tiene en cuenta las referencias de mayor recobrado a prensa tuvieron en cada máquina y el factor de la capacidad mensual de cada máquina, en la tabla 24 y 25 se mostrara los kilos que tendría cada máquina para la propuesta de programación.

Tabla 24. Programación prensa 1600.

Programación Prensa 1600 en Kg mes							
Total Kg de las Referencias que se deberían programar	Referencias aleación 6061	Referencias aleación 3003	Referencias aleación 1350	Referencias exclusivas de la prensa	Total	Capacidad Prensa	Disponibilidad después de programar las matrices
327799	20852	5006	1800	57663	413120	456066	42946

Fuente: Propia

Como se muestra en la tabla 24 la prensa 1600 quedaría con una capacidad disponible aproximada de 42946 kilos mensuales, la suma total de los kilos propuestos para programar fueron la sumatoria de los kilos representados en las matrices de estudio, las matrices exclusivas de esta máquina y las aleaciones especiales, la suma total fue de 413120 kilos mensuales, en conclusión las 133 matrices que se proponen para trabajar en esta máquina lo realizarían sin ningún tipo de restricción.

En la tabla 25 se muestra la capacidad y kilos propuestos a programar en la prensa 1250.

Tabla 25. Programación prensa 1250.

Programación Prensa 1250 en Kg mes				
Total Kg de las Referencias que se deberían programar	Referencias exclusivas de la prensa	Total	Capacidad Prensa	Disponibilidad
472063	25411	497474	453414	-44060

Fuente: Propia.

La suma de los kilos propuestos para programar en la prensa 1250 sería 497474 kg. Para las referencias que mayor recobrado a prensa tienen, esto significaría que la capacidad de la prensa 1250 para procesar material mensualmente estaría sobrepasada en un aproximado de 44060 kilos. Aunque en esta prensa la empresa actualmente programa menos material por solo trabajar con una aleación, en el análisis se evidencio algo diferente.

Para quitar la carga de material a la prensa 1250 se toma el listado de referencias del análisis que representaron el recobrado a prensa más bajo, buscando de esta manera que estos kilos pasen a ser parte de la programación de la prensa 1600 y lograr de esta manera que las capacidades de las dos máquinas queden ocupadas totalmente.

El número total de referencias que pasaron a ser parte del listado de prensa 1600 son 27 para una representación total de 43827 kilos mensuales promedio. La repartición de kilos y matrices en las referencias de estudio quedaría de la siguiente manera.

Tabla 26. Asignaciones matrices por prensa.

Maquina	Kilos según referencias de análisis	Matrices según referencias de análisis
Prensa 1600	371626	160
Prensa 1250	428236	147
Total	799862	307

Fuente: Propia

Se puede notar que aunque la prensa 1600 quedo con más matrices asociadas en comparación de la prensa 1250, esta no sobrepasa los kilos totales programados, esto debido a que algunas de las referencias que se proponen trabajar en la prensa 1250 representan muchos kilos promedios mensuales.

En la tabla 27 se enseña como sería la repartición y propuesta final de kilos por maquina cumpliendo la condición de no superar la capacidad mensual de las mismas. En esta se separan por prensa los kilos aproximados a programar por maquina teniendo en cuenta aleaciones especiales que pueden representar 27558 kilos mensuales aproximadamente para prensa 1600, se muestran los kilos que representan las matrices del caso de estudio para las dos prensas, también se evidencian los kilos aproximados que representan las matrices que solo se asocian a una sola máquina.

Tabla 27. Programación propuesta.

Programación Propuesta		
	Programación Prensa 1250	Programación Prensa 1600
Kilos Referencias Análisis	428236	371626
Aleaciones 6061, 1350, 3003	N/A	27558
Referencias exclusivas de cada maquina	25411	57663
Total	453647	456847
Capacidad prensas	453414	456066
Disponibilidad	-233	-781

Fuente: Propia

Siendo esta la programación final propuesta se puede ver como las capacidades de las dos máquinas quedaron ocupadas en su 100%, buscando que los promedios de pedidos mensuales que ingresan se puedan cumplir y un 87% de ellos que son las matrices del caso de estudio puedan contribuir de una manera positiva en el mejoramiento de los indicadores de la empresa.

En las siguientes tablas se muestran el listado de las matrices por prensa y con el recobrado.

Tabla 28. Matrices programación prensa 1600.

Referencia	Recobrado a Prensa P1600	Referencia	Recobrado a Prensa P1600	Referencia	Recobrado a Prensa P1600
H86	87,76%	T65	72,24%	S33	79,16%
A28	87,72%	P40	70,59%	A14	79,08%
H89	87,24%	G90	68,53%	M81	78,98%
P65	86,40%	P53	67,86%	T68	78,87%
Y43	86,32%	P69	65,97%	P47	78,70%
M80	85,90%	A8	48,83%	S29	78,65%
P41	85,59%	H80	82,35%	M86	78,47%
P39	85,39%	S30	82,34%	Z93	78,46%
P62	85,37%	O1	82,30%	O7	78,41%
Y42	85,35%	S31	82,26%	R77	78,40%
Y41	85,33%	O9	82,22%	R80	78,34%
A2	85,26%	M79	82,01%	P42	78,25%
B32	84,88%	T60	81,97%	H16	78,07%
A4	84,72%	M85	81,92%	A3	78,05%
O3	84,69%	A5	81,92%	A20	78,02%
T70	84,69%	J23	81,91%	E73	78,01%
A12	84,64%	A13	81,90%	J21	77,90%
O4	84,63%	E71	81,84%	P52	77,88%
P68	84,42%	M83	81,79%	E72	77,81%
T59	84,42%	P54	81,77%	A7	77,80%
M84	84,29%	M87	81,71%	E70	77,71%
W51	84,29%	T67	81,66%	R79	77,70%
P51	84,28%	R82	81,51%	T66	77,65%
J22	84,23%	S32	81,48%	U9	77,64%
R81	84,10%	I57	81,40%	A11	77,54%
Y45	84,03%	H79	81,40%	P59	77,47%
P50	83,91%	P61	81,40%	L71	77,40%
P66	83,90%	O5	81,37%	H20	77,31%
P55	83,85%	H73	81,21%	A26	77,20%
H76	83,81%	J20	81,11%	H18	77,16%
P43	83,76%	H15	81,00%	R78	77,16%
A24	83,74%	A10	80,87%	A15	77,08%
H75	83,73%	O8	80,86%	H72	76,97%
H81	83,58%	H85	80,83%	T63	76,69%
E74	83,50%	H70	80,52%	Z91	76,67%
A18	83,26%	S34	80,50%	P45	76,51%
A1	83,13%	H87	80,50%	H71	76,42%
H82	83,12%	Z94	80,47%	T62	76,27%
E69	83,08%	A17	80,46%	P56	76,13%
H88	82,94%	O6	80,43%	T64	76,12%
P63	82,90%	P46	80,43%	A9	76,11%
A23	82,84%	O2	80,38%	A6	75,98%
H77	82,82%	P60	80,33%	Z92	75,85%
P49	82,82%	H19	80,22%	D2	75,74%
D1	82,82%	Y44	80,19%	A16	75,74%
H78	82,79%	P64	80,17%	B31	75,37%
A22	82,72%	L70	79,96%	H21	75,21%
P58	82,69%	A25	79,93%	M82	74,27%
H74	82,69%	R83	79,62%	S28	73,84%
P57	82,67%	A27	79,44%	T61	73,78%
A21	82,60%	T69	79,41%	H17	73,65%
M78	82,57%	P48	79,37%	H83	72,75%
P67	82,55%	H84	79,16%	A19	72,64%
				P44	72,34%

Fuente: Propia

En la tabla 28 se muestra el listado propuesto de referencias óptimas para su programación en la prensa 3, son un total de 160 matrices que buscan contribuir al mejoramiento de los indicadores en la empresa buscando que el recobrado general aumente. El recobrado más bajo obtenido en este caso fue del 65.9% para la referencia P69 y el más alto registro fue para la M28 con un 85.9%

Tabla 29. Programación matrices prensa 1250.

Referencias	Recobrado a Prensa P1250	Referencia	Recobrado a Prensa P1250	Referencia	Recobrado a Prensa P1250
I29	89,31%	E13	83,41%	C57	81,78%
O93	89,15%	P5	83,37%	T2	81,75%
J64	88,28%	C58	83,29%	M30	81,72%
P23	86,70%	P20	83,29%	A32	81,71%
A46	86,64%	P10	83,23%	T4	81,71%
A31	86,12%	A37	83,18%	S82	81,68%
T1	85,96%	C60	83,12%	C51	81,61%
P15	85,91%	T4	83,08%	O94	81,53%
R11	85,87%	H61	83,00%	P26	81,48%
A41	85,77%	C54	82,97%	O91	81,45%
T4	85,76%	P18	82,88%	J65	81,43%
C53	85,71%	A43	82,87%	S80	81,43%
P22	85,65%	O95	82,86%	C47	81,35%
A36	85,57%	A35	82,86%	A39	81,26%
C59	85,50%	T1	82,81%	T1	81,24%
M31	85,34%	T3	82,78%	M25	81,21%
P24	85,29%	R3	82,78%	E23	81,14%
J66	85,17%	A42	82,76%	C55	81,13%
P7	85,16%	M34	82,72%	C48	81,13%
R8	85,14%	C90	82,65%	S79	81,12%
P21	85,01%	E18	82,63%	A30	81,07%
P30	84,95%	S81	82,63%	H62	81,03%
P25	84,94%	P28	82,51%	T3	80,92%
P17	84,84%	T4	82,51%	R1	80,86%
P12	84,77%	C52	82,50%	M32	80,83%
E20	84,75%	R10	82,41%	R7	80,82%
E11	84,63%	T2	82,39%	T1	80,74%
J68	84,53%	A33	82,37%	O92	80,74%
P14	84,44%	A44	82,34%	E24	80,72%
P8	84,44%	P29	82,31%	P16	80,62%
M33	84,36%	T1	82,27%	R9	80,58%
C50	84,34%	M27	82,27%	T1	80,55%
A34	84,29%	C45	82,24%	T4	80,37%
B51	84,24%	E19	82,23%	T3	80,34%
V99	84,16%	E12	82,16%	T3	80,30%
A29	84,15%	J69	82,14%	E16	80,10%
P9	84,13%	E17	82,05%	E14	79,90%
P13	84,01%	R5	82,05%	J63	79,85%
T2	83,98%	T2	82,01%	E22	79,81%
A40	83,92%	E21	81,97%	J67	79,42%

A38	83,89%	T3	81,97%	O90	79,32%
M26	83,88%	B52	81,93%	H60	79,29%
P11	83,76%	A45	81,90%	R2	79,12%
R4	83,75%	C44	81,87%	P27	79,02%
E15	83,75%	T3	81,84%	T4	78,82%
C49	83,65%	S78	81,83%	P6	78,62%
M28	83,56%	M29	81,81%	C46	78,61%
P19	83,50%	O96	81,80%	R6	78,56%
H59	83,42%	T2	81,79%	T2	78,39%

Fuente: Propia

En la tabla 29 se enseña la propuesta de programación de matrices para la prensa 1250, en esta se registran 147 matrices que evidencia recobrados como el más mínimo en el caso de la referencia C46 que se comportó en un 78.6% y uno de los más altos en 89.1 % de recobrado para la referencia O93.

Siendo esta la propuesta final se buscara la posibilidad de seguir trabajando bajo el resultado de este trabajo para de esta manera contribuir al mejoramiento de los indicadores y rentabilidad de la empresa.

En las matrices que se evidencia un recobrado a prensa bajo son futuras oportunidades de mejora para el continuo mejoramiento.

7. CONCLUSIONES

Gracias a la complejidad del proceso de extrusión de aluminio este tipo de industria se debe estar actualizando y tratando de buscar un mejoramiento en sus indicadores globales por medio de herramientas de análisis y con personal idóneo y calificado.

Para lograr un aumento en los indicadores de recobrado se debe procurar realizar la programación de producción rigiéndose bajo los parámetros utilizados en el presente estudio para tratar de obtener el máximo beneficio de estas.

Según el estudio realizado las matrices para obtener un mejor recobrado debería estar en un promedio de kilogramo metro de 0.5 y 1.8 para la prensa 1600 y de 0.6 a 1 para la prensa 1250, en estos rangos se está garantizando que las matrices tengan un excelente desempeño en cuanto recobrado técnico.

El recobrado técnico descrito en la ilustración 17 muestra cual debería ser el máximo beneficio permitido por las referencias dependiendo del kilogramo metro de estas, este dato sirve para realizar un control y comparación cuando se incurra en disminuciones de recobrados, para poder tomar acciones de mejora.

Las matrices del caso de estudio representan más del 87% de los pedidos aproximadamente, esto sugiere que los trabajos de mejoras que se realicen asociados a estas impactaran positivamente el recobrado general.

Se evidencio que hay un porcentaje de matrices que presentan recobrados inferiores al 75% para el caso de la prensa 1250 un 8% aproximado de las referencias lo presentan y para el caso de prensa 1600 un 25% aproximadamente, a estas se les debe analizar para buscar soluciones que puedan mejorar por medio de herramientas de análisis, el indicador de recobrado.

8. RECOMENDACIONES

Las áreas de la compañía se deben enfocar y alinear para buscar el mejoramiento de cada una de estas buscando estrategias que las lleven a triunfar. Las filosofías que se implementan en la empresa y que van de la mano y asesoramiento de TPM son de mucha ayuda y contribución para el mejoramiento de resultados, a estas filosofías y herramientas de análisis se les debe sacar el máximo aprovechamiento para que arrojen resultados positivos.

Cuando ingresen a la empresa matrices de proyectos nuevo se les debe realizar el análisis de recobrado para garantizar que estas, cuando estén en su etapa productiva generen el mayor recobrado posible.

La cantidad de material defectuoso que se presentan en las maquinas representan una oportunidad de mejora buscando un reducción en este porcentaje, este serviría como un posible caso de estudio donde se puedan implementar herramientas de análisis que contribuyan a la mitigación del problema.

Realizar análisis a las matrices de recobrados bajos que quedaron por fuera del caso de estudio por ser de una prensa exclusivamente o se trabajen en aleación diferente a la 6063, ya que aunque no se mencionó a fondo en el presente trabajo las matrices con recobrados bajos impactan negativamente el recobrado final.

Revisar el alto porcentaje de matrices con reobrados inferiores al 75% en la prensa 03, mejorando este indicador sabiendo que ellas hacen parte de las referencias de estudio se obtendrán grandes resultados globales.

9. REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

Becerra F, Cárdenas D, Castrillón O, García A, Ibarra S y Giraldo J. (2008). Gestión de la Producción: una Aproximación Conceptual. Manizales. Unibiblos.

Bilurbina, L. Iribarren, J y Liesa, F. (2005). Corrosión y Protección. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya.

Bronson, R. (1993). Investigación de Operaciones. Mexico. McGraw-Hill.

Chapman, S. (2006). Planificación y Control de la Producción. México D.F. PEARSON EDUCACIÓN.

Chose R, Jacobs R, Aquilino N. (2009). Administración de Operaciones. Mexico. McGraw-Hill

Coca, P. (1992). Manual del Aluminio. Barcelona. Reverte s.a.

Companys, R. (1989). Planificación y Programación de la Producción. Barcelona. Editorial Marcombo.

Companys, R. Follonosa, J. (1994). Nuevas Técnicas de Gestión de Stock. Barcelona. Marcombo s.a

Criollo, R. (1995) Estudio de Trabajo. México. McGraw-Hill

Garcia, R. (1998). Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y Medición del Trabajo. México. McGraw-Hill

Herrera M. (2011). Programación de la Producción. (Versión Electrónica). Revista Virtualpro Procesos Industriales- Bogotá (111) 3

Kanawaty, G. (1996). Introducción al Estudio del Trabajo. Ginebra. Noriega Editores.

Miranda, J. (2001) Gestión de Proyectos. Cuarta Edición. Bogotá. MM.

Niebel, B y Freivalds, A. (2004) Ingeniería Métodos Estándar y Diseños y Diseño de Trabajo. México D.F. Alfaomega.

Salazar B. (2012) Plan maestro de producción. Recuperado de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Salazar, B. (2012) Programación a Corto Plazo. Recuperado de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Santos, J. (2007). Organización de la Producción. Planificación de Procesos Productivos. Gipuzkoa. Pablo Callejo.

Serrano, I. Torre, I. Eguren, J. (2010). Plan Maestro de Producción. (Versión Electrónica). Revista Virtualpro Procesos Industriales- Bogotá (104) 15,16.

Stincer, J. (2012). Introducción a la Ingeniería Industrial. México D.F. Red tercer milenio s.c.

Vollmann, T. Berry, W. y Whybark, C. (2004). Sistemas de Planificación y Control de la Fabricación. Bogotá. McGraw-Hill/Irwin.

EMMA Y CIA. Presentación Extrusión. Medellín.

Castillo Ramirez, Rafael. Elaboración de tubos de aluminio por el procedimiento de extrusión directa. México: Instituto Politécnico Nacional, 2010.

Velasco, S. J., & Campins, M. J. A. (2013). Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control. España: Larousse - Ediciones Pirámide.

Baca, G. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. México: Larousse - Grupo Editorial Patria.

Grichnik, K., & Winkler, C. (2010). La nueva era de la manufactura. México: McGraw-Hill Interamericana.

Castro, Z. C. A., & Véles, G. M. C. (2006). Modelo para la selección de un sistema de la programación de la producción, un enfoque estratégico. Colombia: Red Universidad Eafit.

Smith, Q. R., Correa, E. A., & Aristizábal, J. A. (2006). Un enfoque de análisis multiobjetivo para la planeación agregada de producción. Colombia: Red Dyna.

Sipper, D., & Bulfin, J. R. L. (2011). Planeación y control de la producción. México: McGraw-Hill Interamericana.

Rajadell, C. y Sánchez, G. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos.

Saha, P. K. (2000). Aluminum extrusion technology. Asm International.

Sipper, D., & Bulfin, R. (1999). Planeación y control de la producción. Mc-Graw-Hill.

Pascual, R. C. (1989). Planificación y programación de la producción.

Fernandez, E. (1993). Dirección de la producción.

