



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO



**ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA
EXTRUSORA EN CVG ALCASA**

ASESORES

TUTOR ACÁDEMICO:

MSc. Ing. Jairo Pico

TUTOR INDUSTRIAL:

Ing. Leosmar Fuentes

AUTORA

Br. Yusleidi Villarroel

C.I: 20.504.293

CIUDAD GUAYANA, 13 DE MAYO DEL 2014



**ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA
EXTRUSORA EN CVG ALCASA**

U
N
E
X
P
O



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO



**ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA EXTRUSORA
EN CVG ALCASA**

Br. Yusleidi Villarroel

**Trabajo de Grado presentado ante
el Departamento de Ingeniería
Industrial como requisito para
optar al título de Ingeniero
Industrial**

MSc. Ing. Jairo Pico
Tutor Académico

Ing. Leosmar Fuentes
Tutor Industrial

CIUDAD GUAYANA, 13 DE MAYO DEL 2014

VILLARROEL BRITO, YUSLEIDI DEL CARMEN

**ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA EXTRUSORA EN
CVG ALCASA**

203 Pág.

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”
Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc. Ing. Jairo Pico

Tutor industrial: Ing. Leosmar Fuentes

Bibliografía **Pág. 147**

Capítulos:

- I. El Problema.
- II. Generalidades de la Empresa.
- III. Marco Teórico.
- IV. Marco Metodológico.
- V. Análisis y Resultados.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO



ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Trabajo de grado presentado por la ciudadana **Yusleidi del Carmen Villarroel Brito**, con cédula de identidad N^o **20.504.293** titulado **“ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA EXTRUSORA EN CVG ALCASA”**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

Ciudad Guayana, 13 DE MAYO DEL 2014

Ing. Mónica Torres
JURADO

MSc. Ing. Andrés Eloy Blanco
JURADO

MSc. Ing. Jairo Pico
TUTOR ACADÉMICO

Ing. Leosmar Fuentes
TUTOR INDUSTRIAL



DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicárselo principalmente **a Dios**, por darme la fuerza para lograr cada uno de mis objetivos y no dejarme sola en este difícil camino.

A mi madre **Isaira Brito**, por ser mi amiga, compañera y confidente, por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida, ya que este logro no es solo mío sino de ella. También **a mis hermanos** por su cariño y su apoyo.

A mi familia, por su cariño incondicional y querer lo mejor para mí, en especial a mi abuela **María Brito**, por sus buenos consejos que me ayudaron a ser mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTO

Hoy me llena de emoción y gratitud, saber que he logrado un gran avance en el transcurrir de mi vida junto con mis seres más queridos que me han llenado de dicha con su amor, cariño y apoyo; por esta razón quiero agradecerle principalmente **a DIOS** por darme la vida, salud, sabiduría y por siempre estar ahí cuidándome y guiándome por el buen camino.

A mi madre Isaira Brito, por ser una mujer luchadora que con su dedicación y confianza en mí ha logrado lo que soy hoy, por su amor incondicional, su cariño y por estar siempre a mi lado.

A Luis Miguel Martínez y Alessio Tortora por el apoyo en todo momento, por su paciencia y brindarme todos sus conocimientos para ser más llevadera la ejecución del trabajo.

A la **UNEXPO**, por ser mí casa de estudio y permitirme fortalecer mis destrezas y ampliar mis conocimientos.

A mi **Tutor Académico** Jairo Pico, porque ha sido una gran ayuda y guía.

A mi **Tutor Industrial** Leosmar Fuentes, por su exigencia.

A la Empresa CVG ALCASA por brindarme la oportunidad de realizar la pasantía en sus instalaciones, permitiéndome adquirir experiencia para mi formación como futuro profesional.

A todos mil gracias.....



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO



**ANÁLISIS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA EXTRUSORA
EN CVG ALCASA**

Autora: Yusleidi Villarroel

Tutor Académico: MSc. Ing. Jairo Pico

Tutor Industrial: Ing. Leosmar Fuentes

Fecha: 13 de Mayo del 2014

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito fundamental el análisis de la puesta en marcha de la planta extrusora en CVG ALCASA, con la intención de evaluar la producción en las líneas de 7 y 8 pulgadas, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos. Para esto fue necesario estudiar a fondo los procesos en cada una de las áreas y los agentes que influyen de forma directa e indirectamente provocando variaciones en la producción, obteniendo como resultado que las fallas en los equipos y la manipulación del operador son los factores que tienen mayor grado de incidencia. Además, se determinó la cantidad necesaria de los insumos utilizados en los procesos dependiendo de la capacidad de diseño. El estudio se hizo mediante un diseño de tipo no experimental apoyado en una investigación de campo, descriptiva, evaluativa, exploratoria y mixta, puesto que, abarcó la descripción y evaluación de la situación actual de la planta. La recolección de los datos para el diagnóstico se basó en la observación directa, la aplicación de entrevistas no estructuradas y consulta en diversas fuentes de información, así como la aplicación de un cuestionario al personal de las líneas de producción.

Palabras claves: Extrusión, capacidad de producción, parámetros, matrices, proceso operativo, indicadores.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación o Importancia.....	7
1.4. Delimitación o Alcance.....	8
CAPÍTULO II	9
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	9
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	9
2.1.1. Reseña Histórica.....	10
2.1.2. Ubicación Geográfica.....	11
2.1.3. Misión.....	12
2.1.4. Visión	12
2.1.5. Estructura Organizativa.....	12
2.1.6. Metas de la Empresa	15
2.1.7. Objetivos de la Empresa	15
2.1.8. Función	16
2.1.9. Política de Calidad	16
2.2. PROCESO PRODUCTIVO	17
2.2.1. Descripción del Proceso Productivo.....	17
2.2.2. Áreas involucradas en el Proceso Productivo	18



2.2.3.	Flujograma del Proceso Productivo de CVG ALCASA.....	19
2.2.4.	Productos que Fabrica la Empresa	20
2.3.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	20
2.3.1.	Planta Extrusora.....	21
2.3.1.1.	Objetivo de la Planta Extrusora.....	22
2.3.1.2.	Funciones de la Planta.....	22
2.3.1.3.	Descripción de la Gerencia de Extrusión	22
2.3.1.4.	Descripción por Superintendencia	23
2.3.1.5.	Estructura Organizativa de la Planta Extrusora	24
CAPÍTULO III.....	25
MARCO TÉORICO	25
3.1.	Extrusión.....	25
3.1.1.	Tipos de Extrusión.....	25
3.1.2.	Herramental de Extrusión.....	26
3.1.3.	Cilindros de Extrusión y las Aleaciones del Aluminio	28
3.1.4.	Variables y Parámetros del Control de Proceso.....	30
3.1.5.	Clasificación y Tipología de los Perfiles	31
3.2.	Seguimiento de Trabajo.....	32
3.2.1.	Ventajas de la técnica de seguimiento del trabajo	32
3.2.2.	Desventajas de las técnicas de seguimiento del trabajo	33
3.3.	Producción.....	33
3.3.1.	Capacidad de Producción	34
3.4.	Ergonomía	34
3.4.1.	Objetivos de la Ergonomía	35
3.4.2.	Ciencias Aplicadas a la Ergonomía.....	35
3.4.3.	Factores de Riesgo de Trabajo	36
3.5.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	38
CAPÍTULO IV	39
MARCO METODOLÓGICO.....	39

4.1. Tipo de Investigación	39
4.1.1. Descriptiva	40
4.1.1. Exploratoria	40
4.1.2. Evaluativa.....	40
4.1.3. Mixtas.....	41
4.1. Diseño de Investigación.....	41
4.2. Población y Muestra	41
4.2.1. Población	42
4.2.2. Muestra	42
4.3. Técnicas y/o Instrumentos de Recolección de Datos	43
4.3.1. Revisión Documental	43
4.3.2. Observación	43
4.3.3. Entrevistas	44
4.3.4. Cuestionario	44
4.3.5. Recursos.....	44
4.4. Procedimiento de Recolección de Datos	45
4.5. Procesamiento de la Información	47
4.6. Análisis de la Información	48
CAPÍTULO V	49
ANÁLISIS Y RESULTADOS	49
5.1. Descripción del Proceso Operativo General de la Planta Extrusora y por Subprocesos	49
5.2. Diagnosticar la situación actual de la planta a través de los indicadores de proceso.....	90
5.3. Analizar el comportamiento de la producción de la planta extrusora.....	121
5.4. Determinar los requerimientos de los insumos de producción.....	133
5.5. Proponer un plan de acción para la planta extrusora	139
CONCLUSIONES.....	143
RECOMENDACIONES.....	145



BIBLIOGRAFÍA	147
ANEXOS	149
Anexo A: Formato del Cuestionario	150
Anexo B: Máquina Empacadora Automática	151
Anexo C: Formato	152
APÉNDICES	153
APÉNDICE A: CARACTERÍSTICAS DE LOS PERFILES	154
APÉNDICE B: DIARIO DE PRODUCCIÓN	159
APÉNDICE C: DIARIO DE PRODUCCIÓN	165
APÉNDICE D: PRODUCCIÓN POR TURNO 2	170
APÉNDICE E: PRODUCCIÓN POR TURNO 2	173
APÉNDICE F: PRODUCCIÓN DE LAS MATRICES KG/H POR DÍA	176
APÉNDICE G: FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN	195
APÉNDICE H: RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: CVG ALCASA.....	9
Figura 2: Ubicación Geográfica de la Empresa CVG ALCASA.....	12
Figura 3: Estructura Organizativa de la Empresa	13
Figura 4: Vista Aérea de CVG ALCASA	18
Figura 5: Flujograma del Proceso Productivo de CVG ALCASA	19
Figura 6: Productos Elaborados por la Empresa CVG ALCASA.....	20
Figura 7: Estructura Organizativa de la Planta Extrusora	24
Figura 8: Proceso de Extrusión Directa	26
Figura 9: Proceso de Extrusión Indirecta	26
Figura 10: Composición del Herramental de Extrusión	27
Figura 11: Diferencia del Proceso de Extrusión	28
Figura 12: Flujograma del Proceso Operativo de la Presa de 7" y 8"	55
Figura 13: Posición de los Operadores.....	57
Figura 14: Movimientos Manuales de los Correctores	58
Figura 15: Operadores de Montacargas (OP. Auxiliares)	61
Figura 16: Flujograma del Proceso Operativo del Área de Embalaje	65
Figura 17: Movimientos Manuales de los Operadores.....	66
Figura 18: Identificación de los Bultos	69
Figura 19: Almacenamiento de los Perfiles Embalados	70
Figura 20: Flujograma del Proceso Operativo de la Planta de Pintura	74
Figura 21: Carga Postural de los Operadores.....	82
Figura 22: Iluminación de Área	86
Figura 23: Luminarias Fuera de Servicio	87
Figura 24: Luminaria Incorrecta	88
Figura 25: Línea de Extrusión de 7"	91
Figura 26: Línea de Extrusión de 8"	92
Figura 27: Planta de Pintura	95
Figura 28: Materiales Utilizados para Embalar	107



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cilindros utilizados para el Proceso de Extrusión.....	28
Tabla 2: Aleaciones y Series del Aluminio	29
Tabla 3: Desplazamientos del Personal y Riesgos de las Línea 7” y 8”	56
Tabla 4: Desplazamientos del Personal y Riesgos del Área de Matricería ..	57
Tabla 5: Implementes de Seguridad para el Personal de Producción.....	59
Tabla 6: Insumos y Materiales para el Proceso de Extrusión.....	60
Tabla 7: Desplazamientos del Personal y Riesgos del Área de Empaque...66	
Tabla 8: Implementos de Seguridad para el Personal de Empaque	68
Tabla 9: Insumos y Materiales para el Proceso de Embalaje.....	69
Tabla 10: Desplazamientos del Personal y Riegos del Área de Pintura.....	75
Tabla 11: Implementos de Seguridad para el Personal de Pintura	76
Tabla 12: Insumos y Materiales para el Proceso de Pintura	77
Tabla 13: Resumen de la Evaluación de los Puestos de Trabajo	79
Tabla 14: Aspectos a Evaluar.....	80
Tabla 15: Variables Antropométricas	81
Tabla 16: Movimientos Repetitivos para la Formación de Paquetes.....	85
Tabla 17: Parámetros de Iluminación del Área	87
Tabla 18: Evaluación del Puesto. Estación de Embalaje Previo	89
Tabla 19: Capacidad de Producción de la Planta Extrusora	97
Tabla 20: Parámetros de Producción de la Prensa 7” y 8”.....	99
Tabla 21: Catálogos de Matrices.....	100
Tabla 22: Estructuras de la Planta Extrusora	101
Tabla 23: Aplicación de los Parámetros de Producción	106
Tabla 24: Características de la Formación de los Bultos	108
Tabla 25: Parámetros de Producción de la Planta de Pintura	111
Tabla 26: Capacidad de las Cestas de la Planta de Pintura	114
Tabla 27: Parámetros de Producción de la Planta de Pintura	115
Tabla 28: Variables Operacionales de las Líneas de Producción	119



Tabla 29: Variables Operacionales del Pretratamiento	120
Tabla 30: Variables Operativa de la Pintura en Polvo	121
Tabla 31: Factores que Inciden en la Producción	130
Tabla 32: Cantidad Requerida de los Insumos.....	138

ÍNDICE DE GÁFICAS

Gráfica 1: Producción Mensual de la Línea de 7". Turno 2.....	122
Gráfica 2: Producción Mensual de la Línea de 8". Turno 2.....	124
Gráfica 3: Producción Total por Matriz.....	127
Gráfica 4: Producción Total vs Producción de Diseño	128
Gráfica 5: Porcentaje de Utilización de las Matrices	129
Gráfica 6: Frecuencia de Fallas por Grupos	130
Gráfica 7: Promedio de Respuestas del Personal	131
Gráfica 8: Resultado Final de las Encuestas	132



INTRODUCCIÓN

Actualmente la tendencia mundial conlleva un reto principal para todas las empresas, deben incrementar su productividad, eficiencia, eficacia y efectividad, para lograr ser cada vez más competitivas, rentables y productivas, llevando a las mismas a posicionarse en los primeros lugares de producción y venta, a menor costo y maximizando la utilización de sus recursos. Es por ello, que CVG ALCASA se esfuerza por el desarrollo de nuevas tecnologías y la optimización de las existentes a los fines de adaptarse a las nuevas políticas técnico-económicas impulsadas por la globalización.

Uno de los proyectos más importantes dentro de esta empresa reductora y que recientemente CVG ALCASA instaló, es el proyecto de la planta de extrusión con el fin de darle valor agregado al aluminio primario producido por la planta de Fundición, a través de la fabricación de perfiles de aluminio extrudido, partiendo de los cilindros de 7 y 8 pulgadas, dicha planta cubriría lo correspondiente a las políticas emanadas del gobierno nacional de la Gran Misión Vivienda Venezuela.

El proceso de extrusión de aleaciones de aluminio ha cobrado gran auge en el ámbito regional y mundial y, se utiliza para la fabricación de perfiles que tienen diversas aplicaciones en el sector de construcción, transporte y la industria, en general. Los clientes esperan que los productos de cualquier tipo, entre éstos, los perfiles extrudidos cumplan con normas de calidad. Para ello, es necesario evitar interrupciones de producción no planificadas y mantener un ritmo estable y continuo en el proceso. Además, es necesario hacer énfasis en la importancia de contar con el personal calificado, la herramienta, los manuales técnicos y los repuestos adecuados para dar el mantenimiento a la maquinaria.

Así mismo la Coordinación General de Proyectos y las Superintendencias de Administración Tecnología y Proyectos se está encargando del proyecto de inversión de la planta extrusora, donde se involucra el proceso operativo, los equipos e insumos para determinar la incidencia de cada uno, así como la capacidad de producción; además de verificar si los costos pueden cumplir con la finalidad de la empresa.

En el presente trabajo de investigación se presenta el análisis de la puesta en marcha de la planta extrusora en CVG ALCASA así como generalidades de esta planta que serán bien definidas en el mismo.

El desarrollo del presente trabajo se va a estructurar de la siguiente manera: en el capítulo I se va a explicar la problemática existente, el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación o importancia y la delimitación de la investigación. El capítulo II corresponde a las generalidades de la empresa, donde se mostrará la descripción, funcionalidades y generalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado. El capítulo III está representado por el marco teórico donde se plasma la información teórica necesaria para la elaboración de este trabajo de investigación. En el capítulo IV está plasmado los aspectos procedimentales, aquí se va a describir la metodología, en este se explican el tipo de diseño de la investigación, unidad de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento y análisis de la información. El Capítulo V va a incluir el análisis y resultados de los objetivos específicos planteados en el capítulo I. Finalmente se presentaran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos producto de los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se describió la problemática en la cual se fundamentó la investigación, asimismo los objetivos que direccionan el estudio, la justificación del mismo y el alcance de su ejecución.

1.1. Planteamiento del Problema

CVG ALUMINIO DEL CARONÍ, S.A. (CVG ALCASA) es una empresa del estado, titulada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), la cual se encuentra en el sector aluminio nacional e internacional como uno de los mayores productores del metal. Fue constituida en 1960 y queda oficialmente inaugurada el 12 de Octubre de 1967 donde inicia sus operaciones, convirtiéndose en la primera planta reductora de aluminio en el país, con una capacidad inicial de producción en su primera etapa de 10 mil toneladas métricas de aluminio primario anuales.

Para satisfacer la demanda del mercado nacional, enmarcado en la política de sustitución de importaciones para ese momento, CVG Alcasa realiza grandes inversiones para la ampliación de la empresa, obteniendo la

fase II, III, IV; además de la construcción de la tercera línea de reducción logrando así aumentar la producción de aluminio. La empresa posee varias áreas operativas fundamentales las cuales son: planta de carbón, planta de reducción, planta de fundición y planta de laminación, cabe destacar que la planta de carbón no está en funcionamiento.

Actualmente CVG ALCASA cuenta con una nueva planta para la fabricación de perfiles de aluminio, esta lleva por nombre PLANTA EXTRUSORA ubicada donde estaba la línea de celdas I de reducción de aluminio, esta planta se realizará en dos etapas las cuales son: la primera etapa está compuesta por la línea 7, 8 pulgadas y una segunda etapa de la línea de 10 pulgadas. La planta extrusora de CVG ALCASA es el resultado del proceso de inversión mediante el Fondo Chino-Venezolano representado por la empresa china CHALIECO quien a través del convenio establecido para este fondo, financia el proyecto de la planta extrusora que consta de dos fases de desarrollo o inversión. Cabe destacar que la primera fase de la planta está en su fase de inicio, empezando el arranque operativo para detectar posibles fallas en los equipos y realizar los ajustes necesarios.

La Superintendencia de Administración Tecnológica en conjunto con la Coordinación de Proyecto, se encarga de la inspección del proyecto de la planta extrusora, donde se involucra el proceso operativo, los equipos e insumos para determinar la incidencia de cada uno, así como la capacidad de producción; además de evaluar el conocimiento del personal encargado de realizar las actividades.

La planta extrusora debe establecer las capacidades de producción que se tendrá tanto para la línea 7 y 8 pulgadas; además se deben conocer los parámetros de producción que se tomaran en cuenta para llevar a cabo la producción. A su vez se tendrán en cuenta las variables operativas

principales, para evitar desajustes en el momento de la puesta en marcha del proyecto. En esta fase de inicio se tiene previsto realizar pruebas en las distintas áreas de la planta para detectar posibles fallas, y que el personal pueda tener conocimiento del proceso; en las primeras pruebas se observaron problemas en la programación dificultando la eficiencia de los equipos, que a su vez disminuye el rendimiento de cada equipo, las cuales fueron corregidas por el personal de la empresa PRESEZZI encargada de la ejecución del proyecto.

Todo el personal asignado a esta planta extrusora, era la antigua plantilla que trabajaba durante años atrás en las líneas I y II de reducción permaneciendo distribuidos por grupo como en su etapa anterior, pero en distintos puestos de trabajo, así mismo no se ha establecido la cantidad exacta para cada puesto, por lo que se realizara un análisis de la fuerza laboral para calcular las horas – hombres anuales requerida para toda la planta extrusora, con la finalidad de determinar el personal que se requiere en cada una de las áreas de la planta; así como la realización de un análisis que permita estimar o medir el nivel de dominio y conocimiento por parte de los trabajadores sobre el proceso de extrusión.

La planta extrusora no está en su total funcionamiento debido a que el área de pintura no arrancara su proceso, ya que no cuenta con los insumos necesarios, por ejemplo la pintura electrostática que es indispensable para realizar el acabado a los perfiles; además se debe hermetizar completamente esa área para evitar la contaminación de los perfiles una vez salgan de la etapa de pretratamiento, donde se le realiza la limpieza adecuada a los perfiles eliminándole todas la impurezas que puedan tener.

Actualmente, los equipos no están en su rendimiento de su máxima capacidad, por lo que se obtiene una producción por debajo del diseño a la

que fue creada la planta, debido a que los operadores no cuentan con la capacitación necesaria para manipular de forma correcta cada uno de los equipos presentes en las diferentes estaciones de trabajo.

La problemática planteada puede tener origen debido a las siguientes causas: falta de tiempo por parte del personal de la empresa para cumplir con sus actividades, ya que tienen otras obligaciones, mala planificación para el cierre del área de pintura debido a que no se puede llevar a cabo el proceso al aire libre; falta de registros sobre la información funcional de los equipos, ya que se debe dar a conocer las fallas que puedan presentar durante cada turno para que se puedan tomar las acciones correctas; el personal no se siente familiarizado con el proceso de extrusión.

Así mismo, estas situaciones originan una serie de consecuencias de importancia dentro de la empresa: Costes, tiempo, previsiones, definición de clientes, factores completamente negativos para el funcionamiento de la planta extrusora.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- ❖ Analizar la Puesta en Marcha de la Planta Extrusora en CVG ALCASA

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Describir el proceso operativo general de la planta extrusora y por subprocesos.

2. Diagnosticar la situación actual de la planta a través de los indicadores de proceso.
3. Analizar el comportamiento de la producción de la planta extrusora.
4. Determinar los requerimientos de los insumos de producción.
5. Proponer acciones de mejoras para la planta extrusora.

1.3. Justificación o Importancia

Para CVG ALCASA el logro de sus objetivos es fundamental, esto es posible gracias al desempeño de sus distintas áreas como la creación de la planta extrusora. En esta planta se fabrican perfiles de aluminio, los cuales deben cumplir con las especificaciones establecidas.

El estudio de la capacidad de producción de la planta extrusora es de vital importancia, ya que esta dará una visión global del funcionamiento que se tiene actualmente, se puede evidenciar los diferentes factores que pueden incidir de forma directa e indirectamente en el proceso. Además, se busca obtener mayor conocimiento sobre las diferentes áreas y ver su incidencia dentro de la planta extrusora.

Realizando un registro de información sobre la capacidad de producción, se busca controlar los parámetros de producción para poder alcanzar la capacidad de diseño instalada en cada una de las áreas de la planta, además, controlar el adiestramiento de los operadores así como la entrada de materia prima y los costes de producción.

1.4. Delimitación o Alcance

La investigación se realizó en CVG ALCASA, específicamente en la Planta Extrusora adscrita a la Gerencia de la Planta Extrusora, en donde se realizó una evaluación de la puesta en marcha.

El tiempo para el desarrollo de la investigación fue de cuatro (4) meses, desde el diecinueve (19) de agosto hasta el trece (13) de diciembre del presente año, en el turno 2 en horario comprendido de 7:00 AM a 3:00 PM

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se presenta las generalidades de la empresa, el cual contiene la, del área donde se llevó a cabo la pasantía, los diversos procesos, descripción de la empresa.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

CVG ALCASA, es una empresa del estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Fue constituida en 1960 y oficialmente inaugurada en 1967. Actualmente, ALCASA tiene una capacidad instalada de aluminio primario de 210.000 toneladas métricas anuales (produciendo actualmente 160.000 toneladas métricas). (Ver figura 1)



Figura 1: CVG ALCASA

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.1.1. Reseña Histórica

CVG Aluminio del Caroní S.A., CVG Alcasa, fue constituida en diciembre de 1960, con el objetivo de producir aluminio primario y sus derivados. El 14 de octubre de 1967, la empresa inicia operaciones, convirtiéndose en la primera planta reductora de aluminio en el país, con una capacidad inicial, en su primera etapa, de 10.000 toneladas métricas anuales de aluminio primario.

Al año siguiente y, continuando con su proceso de expansión, avanzó hacia la segunda etapa de su Fase II, elevando su capacidad a 22.500 TM/año, dando inicio a su complejo de Laminación en las plantas de Matanzas (estado Bolívar) y Guacara (estado Carabobo).

Para satisfacer la demanda del mercado nacional, enmarcado en la política de sustitución de importaciones para ese momento, CVG Alcasa acomete la construcción de su fase III de ampliación, que le permite elevar su capacidad instalada de producción a 50.000 tm/año. Posteriormente da inicio a la fase IV de su ampliación, con la construcción de una tercera Línea de Reducción, logrando ubicar su capacidad nominal de producción en 120.000 tm/año de aluminio primario, y la expansión de sus plantas de Laminación.

Un nuevo proyecto de ampliación de sus capacidades pone en marcha CVG Alcasa a mediados de los años 80, lo que sería su fase VI, proyecto que incluía la expansión de su planta de Laminación Guayana, así como la construcción de una IV y V Línea de Reducción, para elevar su capacidad instalada a 400.000 tm/año. CVG Alcasa logra construir solamente su IV Línea de reducción instalando además las áreas de servicios requeridas para soportar las capacidades de cinco líneas, pero con una producción de

210.000 tm/año, lo que por supuesto produjo un desequilibrio en sus capacidades operativas y financieras.

Actualmente, luego de haber recibido las aprobaciones correspondientes por parte del Ejecutivo Nacional, CVG Alcasa ha puesto en marcha su proyecto de expansión operativa para la construcción de su V Línea de Reducción, sobre la cual ya ha dado sus primeros pasos, lo que le permitirá a mediano plazo alcanzar su punto de equilibrio operativo, así como una capacidad instalada de producción en el orden de las 400.000 tm/año de aluminio.

Gracias al trabajo constante y a la dedicación de los alcasianos, la reductora estatal ofrece a sus clientes productos de aluminio primario de alta pureza, que se clasifican en:

- Lingotes de 22,5 kg., Pailas de 454 kg. y 680 kg., Cilindros aleados y Planchones para laminación, Aluminio laminado en forma de Rollos, Láminas y Cintas.

2.1.2. Ubicación Geográfica

La Región Guayana es el centro de la industria del aluminio en Venezuela, ésta región privilegiada está localizada al sur del río Orinoco, con una extensión de 448.000 km² que representa exactamente la mitad del territorio venezolano. En ella se encuentra ubicada la empresa CVG ALCASA específicamente en la zona Industrial Matanzas en el margen derecho del río Orinoco, en la parte sur-oeste de Ciudad Guayana, Estado Bolívar, ocupando una superficie total aproximada de 174 hectáreas. (Ver figura 2).

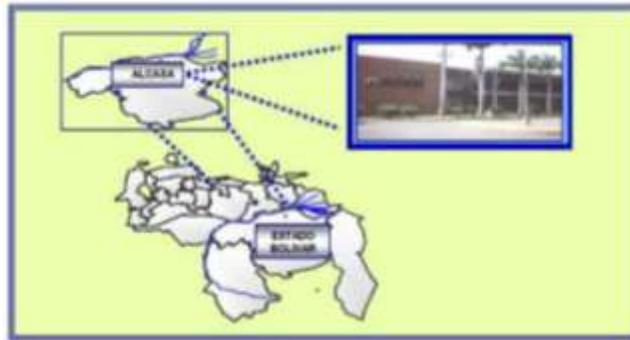


Figura 2: Ubicación Geográfica de la Empresa CVG ALCASA

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.1.3. Misión

Producir, transformar y comercializar en forma eficiente los productos de aluminio garantizando el suministro de materia prima al sector transformador nacional, fomentando la diversificación productiva con mayor valor agregado, defendiendo la soberanía productiva y tecnológica.

2.1.4. Visión

Posicionar a CVG Alcasa como promotor del desarrollo endógeno, impulsando la industria del aluminio, permitiendo diversificar y transformar la materia prima en productos terminados, que aporten al sostenimiento socio-económico del país, a través de empresas de producción social, bajo las premisas del nuevo modelo productivo que apunta al Socialismo del Siglo XXI.

2.1.5. Estructura Organizativa

La Estructura Organizativa de CVG ALCASA, vigente desde el mes de mayo del 2012 es el siguiente: (ver figura 3).

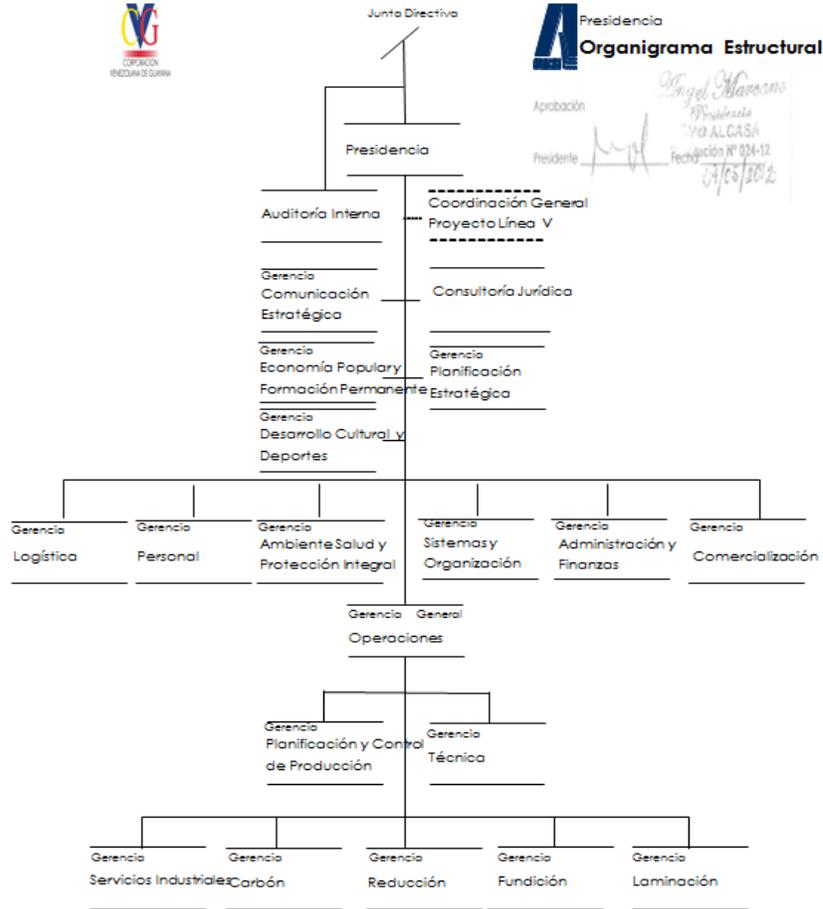


Figura 3: Estructura Organizativa de la Empresa

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.1.5.1. Descripción de las Gerencias que conforman la Gerencia General

I. Gerencia General de Operaciones de CVG ALCASA

Es una unidad adscrita a la Vicepresidencia de Operaciones, la cual tiene como misión garantizar la producción de aluminio primario y sus aleaciones, en condiciones de eficiencia y productividad, definidas conforme a los planes y metas de la corporación.

II. Gerencia de Servicios Industriales

Garantizar a las áreas operativas y administrativas de la planta, el suministro de fluidos industriales, así como un eficiente apoyo técnico mediante la planificación, supervisión, control y evaluación de las actividades destinadas a mantener.

III. Gerencia de Carbón

Administrar eficientemente las actividades operativas y de mantenimiento, que garanticen la disponibilidad de los equipos, la producción y suministro de ánodos horneados y pasta catódica en las mejores condiciones de calidad.

IV. Gerencia de Reducción

Producir y transferir aluminio líquido en condiciones competitivas de calidad, oportunidad, cantidad, seguridad y costo en un ambiente de mejoras continuas.

V. Gerencia de Fundición

Administrar eficientemente las actividades operativas que garanticen la transformación del aluminio líquido, procedente de reducción y el sólido reciclado en productos de fundición, conforme a los planes de producción y ventas de la empresa, en las mejores condiciones de productividad y competitividad.

VI. Gerencia de Laminación

Administrar las actividades operativas que garanticen la elaboración de productos laminados de aluminio, a fin de satisfacer los requerimientos del mercado en las mejores condiciones de productividad y competitividad.

2.1.6. Metas de la Empresa

Las metas que se plantea la empresa son:

- Contribuir al progreso del país mediante: el impulso eficiente de la producción de aluminio, con dominio autosuficiente de su tecnología, uso óptimo de los recursos nacionales, y el estímulo al desarrollo de industrias conexas de insumos y derivados del aluminio.
- Satisfacer oportunamente los requerimientos prioritarios del mercado venezolano y propiciar el desarrollo de mercados extranjeros estratégicos para el país.
- Administrar de manera eficiente y rentable, todos sus recursos dentro de las limitaciones que le pueda imponer su condición de empresa estatal básica para el desarrollo nacional.

2.1.7. Objetivos de la Empresa

Para lograr cumplir las metas la empresa se plantea los siguientes objetivos:

- **Mercadeo:** Desarrollar, consolidar y mantener los mercados en el ámbito nacional e internacional, a través de la identificación y aprovechamiento de las necesidades de los clientes actuales y potenciales.
- **Tecnológicas:** Dominar y desarrollar la tecnología de la producción de aluminio y sus derivados, para satisfacer las necesidades del mercado y las expectativas del mismo.

- **Proyectos:** Ejecutar planes de inversión aprobados con la oportunidad, costo y alcances exigidos.
- **Administrativos:** Conforman una estructura y sistema de información a la toma de decisiones oportunas y confiables.
- **Productivo:** Alcanzar el nivel óptimo de producción respondiendo a las exigencias del mercado, de acuerdo a la capacidad de la planta y a las normas de calidad establecidas, obteniendo las mejores condiciones de rentabilidad.

2.1.8. Función

Producir y comercializar productos de la industria del aluminio en forma competitiva, satisfaciendo a sus clientes, con producto de muy alto valor, a sus accionistas, con altos dividendos; y a sus trabajadores desarrollándolos y reconociéndoles su inestable contribución en los logros de sus metas propuestas; contribuyendo a la generación de ingresos y al bienestar regional y nacional de la economía y por ende a la nación.

2.1.9. Política de Calidad

El principal compromiso de la empresa CVGALCASA es el de elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de sus clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

2.2. PROCESO PRODUCTIVO

CVG ALCASA es una empresa que está posicionada en el sector aluminio nacional e internacional gracias a la producción del aluminio primario. A continuación se presenta la descripción del proceso y los productos que se fabrican en la empresa.

2.2.1. Descripción del Proceso Productivo

En la producción del aluminio primario, la energía eléctrica es recibida por dos grandes subestaciones donde es convertida en corriente alterna a corriente continua, para su utilización directa en las celdas electrolíticas. La alúmina es extraída de la bauxita mediante el proceso Bayer, que consiste en someter con una solución de soda cáustica, a elevada presión y temperatura logrando separar el óxido de aluminio de otros elementos presentes en la bauxita (este proceso es realizado por la empresa BAUXILUM).

La alúmina es depositada en tolvas que alimentan a las Líneas de Reducción y estas a su vez alimentan a cada una de las celdas electrolíticas. Para producir el aluminio como producto semielaborado es necesario que la alúmina sufra un proceso de reducción, que consiste en descomponerla en aluminio y oxígeno, este proceso es llevado a cabo en dichas celdas electrolíticas. Cabe mencionar que cada celda está conformada por tres partes principales: el ánodo, el cátodo y el baño electrolítico.

El procedimiento en si para obtener aluminio es el siguiente: se cuenta con una fuente generadora de potencia que envía a la sala de celdas la corriente eléctrica a través de las barras distribuidoras, esta corriente pasa por los flexibles rumbo al puente para distribuirse a través de los ánodos para

continuar por el baño que contiene a la alúmina disuelta en la criolita fundida, la cual se descompone en iones de aluminio y oxígeno.

Por efecto del paso de corriente del ánodo al cátodo, los iones de aluminio son reducidos a aluminio metálico, mientras que los iones de oxígeno se combinan con el carbón de los ánodos formando dióxido de carbono y monóxido de carbono. La electricidad después de pasar por el baño sigue su camino a través del metal para finalmente salir por las barras, pasando luego a través de los flexibles rumbos a la barra distribuidora que lleva la electricidad a la celda siguiente.

2.2.2. Áreas involucradas en el Proceso Productivo

CVG Aluminio de Caroní, S.A. (ALCASA) está constituida por diversas instalaciones industriales que permiten obtener aluminio de la más alta calidad. La planta consta de cuatro líneas de producción de aluminio primario, una planta de carbón (producción de ánodos), las secciones de envarillado, reacondicionamiento de crisoles, reacondicionamiento de celdas, fundición, y la planta de laminación. Además cuenta con instalaciones auxiliares como el muelle. (Ver figura 4)



Figura 4: Vista Aérea de CVG ALCASA

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.2.3. Flujoograma del Proceso Productivo de CVG ALCASA

CVG ALCASA opera un proceso integrado de fabricación de ánodos, reducción, fundición y laminación de aluminio en diversas instalaciones industriales que permiten obtener aluminio de la más alta calidad a costos competitivos. A continuación se presenta el flujoograma del proceso productivo de CVG ALCASA (ver figura 5).



Figura 5: Flujoograma del Proceso Productivo de CVG ALCASA

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.2.4. Productos que Fabrica la Empresa

La producción de aluminio en CVGALCASA se hace en forma de lingotes tipo estaca y tipo paila, cilindros de extrusión, planchones para laminación, bobinas, láminas, cintas y planchas. Algunos de los productos que se elaboran en la empresa se muestran a continuación (Ver figura 6).

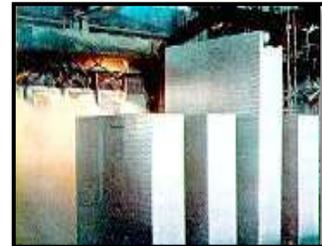
CILINDRO PARA EXTRUSIÓN



CILINDROS TIPO PAILA



PLANCHONES



BOBINAS



LINGOTES TIPO ESTACA

Figura 6: Productos Elaborados por la Empresa CVG ALCASA

Fuente: Intranet CVG ALCASA

2.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El lugar donde se fue asignado es a la Gerencia Técnica, específicamente en la Superintendencia de Administración Tecnológica, conjuntamente se realizara el trabajo es en la Planta Extrusora.

2.3.1. Planta Extrusora

La instalación de una Planta de Extrusión en CVG Alcasa es una idea sobre la cual se ha trabajado y fue planteada oficialmente principios del 2010, ya que las líneas I y II fueron cerradas el pasado 28 de diciembre 2009 a raíz de la crisis energética por la que atravesó el país a finales del 2009, esto permitió establecer el desarrollo de un proyecto que mantuviese los puestos de trabajo que existían en estas líneas, para lo cual se planteó desarrollar un proyecto para la producción de perfiles extruidos, que ayuden a satisfacer la demanda nacional y contribuyan con el desarrollo nacional en obras de infraestructuras, obras sociales e industriales. Este proyecto será desarrollado por los trabajadores de estas áreas, con el apoyo de las demás unidades de planta y con la adquisición de tecnologías actualizadas para la producción de perfiles extruidos.

La Planta de extrusión representa un medio o una herramienta para alcanzar los planes de construcción, debido a que los perfiles arquitectónicos forma parte importante del material necesario para la construcción de obras de infraestructura, dentro de las cuales destacan la construcción de viviendas, planteles educativos, centros deportivos, centros de atención primaria y especializada en salud, centros de distribución de productos alimenticios, entre otras numerosas aplicaciones de los perfiles en el sector de la construcción; a continuación se mencionan algunos de los planes o misiones que están en ejecución podrían tener un aporte importante.

La propuesta considera una planta extrusora para perfiles de aluminio de uso arquitectónico alimentada por cilindros de 7", 8" y 10" de diámetro, con una capacidad instalada de 40.500 t/año basada en 3 turnos/día y 220 días de trabajo cada año. Para alcanzar la capacidad productiva y la tipología de perfiles solicitadas se prevén tres líneas de producción cada una equipada

con una prensa hidráulica de extrusión, alimentada por cilindros de aluminio primario, precalentados en un horno puesto a la entrada de la prensa.

2.3.1.1. Objetivo de la Planta Extrusora

Aumentar el valor nominal del aluminio primario a través de un proceso de transformación de primario a productos terminados, elevando así su valor, diversificando los productos y alcanzando nuevos mercados.

2.3.1.2. Funciones de la Planta

Transformación de cilindros de aluminio en perfiles de aluminio a uso doméstico y comercial, dándole a esta variada gama de productos características específicas a pedido, entre las que podemos mencionar: el tratamiento térmico, el anodizado de perfiles y pintura a través del sistema de pintura en polvo.

2.3.1.3. Descripción de la Gerencia de Extrusión

El área de la planta de extrusión es un área nueva dentro de CVG ALCASA, ya que es producto de los acuerdos binacionales entre Venezuela y China, esta planta cuenta con dos prensas de extrusión una de 7 pulgadas ubicada en la sala “D” y otra de 8 pulgadas ubicada en la sala “B” ambas interconectadas a través de un transferidor en la sala “C” donde se encuentran los hornos de endurecimiento de perfiles, la planta en general cuenta con tres (3) departamentos o superintendencias como son: Superintendencia de Mantenimiento, Superintendencia de Producción, Superintendencia de Acabado y empaque.

2.3.1.4. Descripción por Superintendencia

I. Superintendencia de Mantenimiento

Es la encargada de realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de cada uno de los equipos de esta área, a su vez se encarga de realizar los trabajos de inspección y retinas de mantenimiento de los cuales se obtienen los análisis de las condiciones y comportamiento de los equipos.

II. Superintendencia de Producción

Es la encargada de la transformación de los cilindros de aluminio provenientes del área de Fundición II, en perfiles a pedido elevando considerablemente el valor del metal y transformándolo en productos terminador con alto valor agregado.

Esta superintendencia cuenta con las siguientes áreas: hornos de precalentamiento, cizalla de barras, Brazo transportador, carro de posicionamiento, prensa de 7 pulgadas, rodillos principales, mesa de transportación #1, Rodillos transferidores, mesa de transportación #2, Rodillos de Transportación a sierra, Sierra de corte, área de cestas, transferidor de perfiles y horno de endurecimiento de perfiles.

En esta área encontramos también con el taller de matrices, sandblasting y nitrurado de matrices, área donde se realiza el mantenimiento y registro de cada una de las matrices con las que se elaboran los perfiles.

III. Superintendencia de Acabado y Empaque

Esta es el área que recibe los perfiles ya endurecidos en el horno por parte de la superintendencia de Producción, ella se encarga de llevar los perfiles ya tratados térmicamente a través de una serie de tanques con sustancias

químicas especiales para limpiar la superficie de los perfiles los cuales son sumergidos en varios tanques para su limpieza, una vez pasado este proceso los perfiles continúan su recorrido mediante cadenas transportadoras que los llevan hacia el horno de secado siguiendo a la estación de pintura en polvo donde una serie de inyectores disparan una pequeña capa de pintura sobre los perfiles para luego pasarlos por el horno de calentamiento o de fijación de pintura una vez culminado el proceso los perfiles son llevados al área de embalaje y despacho donde son almacenados y posteriormente cargados para su despacho.

2.3.1.5. Estructura Organizativa de la Planta Extrusora

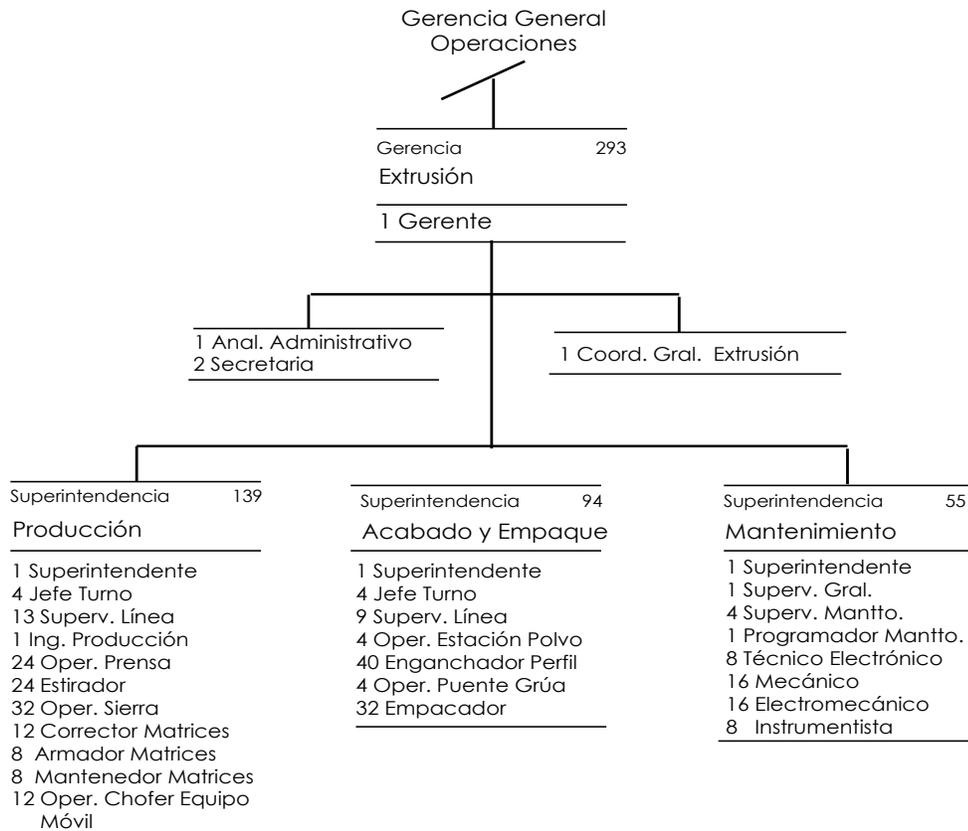


Figura 7: Estructura Organizativa de la Planta Extrusora

Fuente: Intranet CVG ALCASA

CAPÍTULO III

MARCO TÉORICO

En este capítulo se plasmó la información teórica necesaria para la elaboración de este trabajo investigativo, inicialmente hace referencia a los sistemas de información y posteriormente la terminología necesaria para la elaboración del presente trabajo.

3.1. Extrusión

Es un proceso tecnológico que consiste en dar forma o moldear una masa haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta para conseguir perfiles de diseño complicado.

3.1.1. Tipos de Extrusión

- ✚ **Extrusión Directa:** Éste trabaja colocando la barra en un recipiente fuertemente reforzado. La barra es empujada a través del troquel por el tornillo o carnero. La mayor desventaja de este proceso es la fuerza requerida en la extrusión de la barra. (Ver figura 8).

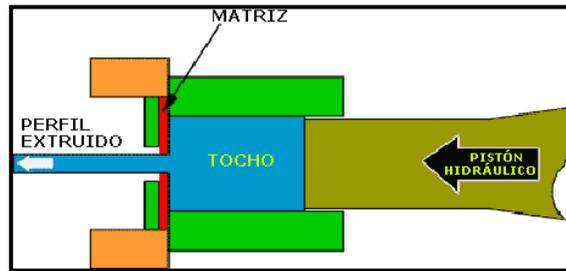


Figura 8: *Proceso de Extrusión Directa*

Fuente: Manual de Entrenamiento

- + **Extrusión Indirecta:** El troquel es sostenido en el lugar por un soporte el cual debe ser tan largo como el contenedor. La longitud máxima de la extrusión está dada por la fuerza de la columna del soporte. Al moverse la barra con el contenedor, la fricción es eliminada. (Ver figura 9).

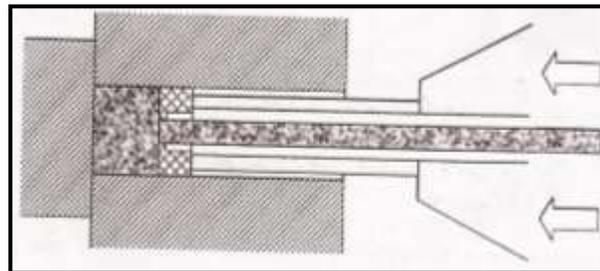


Figura 9: *Proceso de Extrusión Indirecta*

Fuente: Manual de Entrenamiento

3.1.2. Herramental de Extrusión

El herramental está constituido por: troquel + backer + bolster, las cuales son las principales herramientas de la extrusión (ver figura 10). Estas deben ser precalentadas a una temperatura entre 425°C y 450°C por un tiempo mínimo entre 2 y 4 horas.

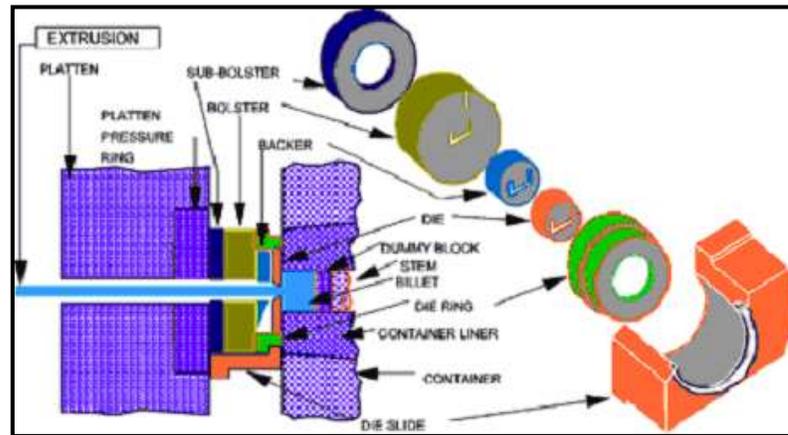


Figura 10: Composición del Herramental de Extrusión

Fuente: Manual de Entrenamiento

Las matrices o troqueles se clasifican de forma similar que el perfil: huecos, sólidos y semi – huecos. Las matrices huecas generalmente están compuestas de dos piezas un macho y una hembra para facilitar el flujo de metal a velocidad uniforme por los diferentes huecos que lo componen. De acuerdo a la forma de llenado de la matriz, existen del tipo recto y del tipo cónico (Macho + Hembra + Rin). El backer evita la deformación del troquel ya que funciona como un anillo de absorción de presión entre la matriz y el bolster; además el bolster es utilizado como porta herramienta entre el castillo de la prensa y el backer.

Cabe destacar que el proceso de extrusión para un perfil hueco es diferente en comparación con un perfil macizo o sólido. Para apreciar el proceso que se lleva a cabo en la prensa ver figura 11.

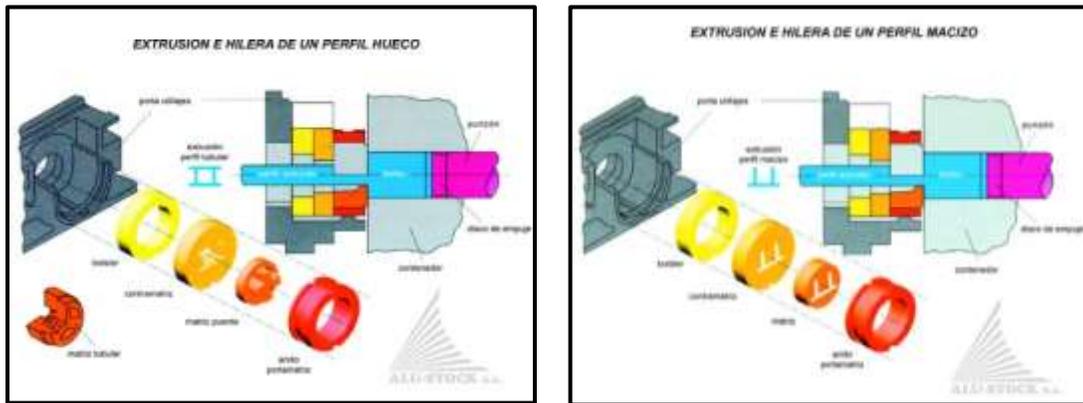


Figura 11: Diferencia del Proceso de Extrusión

Fuente: Manual de Entrenamiento

3.1.3. Cilindros de Extrusión y las Aleaciones del Aluminio

Para la elaboración de los perfiles se utilizarán los cilindros que salen del Área de Fundición y estos poseen las siguientes características (ver tabla 1):

Tabla 1: Cilindros utilizados para el Proceso de Extrusión

PRODUCTOS DE FUNDICIÓN CILINDROS PARA EXTRUSIÓN		DIMENSIONES		
DIAMETROS	LARGOS			
5 1/8"	24"	152"	154"	
	6"			28"
	6 1/8"			144"
7"	18"	220"	28"	
	20"		30"	
	22"		144"	
	24"		220"	
	25"		240"	
8"	220"			
9"	22"	220"	28"	
	24"		30"	
	26"		144"	
	240"		220"	

Ciudad Guayana, Julio 2013

Fuente: Elaboración Propia

Las aleaciones son aquellas obtenidas a partir de combinar aluminio con otros elementos de aleación y tienen como principal objetivo, mejorar las propiedades de dureza y resistencia de aluminio.

Los principales elementos aleantes del aluminio se pueden observar en la tabla 2; además se presenta su respectiva serie, características y uso de cada uno, en el que se determina la aleación utilizada para la elaboración de los perfiles.

Tabla 2: Aleaciones y Series del Aluminio

 ALEACIONES Y SERIES DEL ALUMINIO 		
Serie	Aleante principal	Características y sus usos
Serie 1000	99% al menos de aluminio	Se utilizan principalmente para trabajos de laminados en frío
Serie 2000	Cobre (Cu)	Utilizado para estructuras de aviones.
Serie 3000	Manganeso (Mn)	Se utiliza para fabricar componentes con buena mecanibilidad,
Serie 4000	Silicio (Si)	Utilizada para la fabricación de pistones de motores.
Serie 5000	Magnesio (Mg)	Buena resistencia a la corrosión en ambiente marino
Serie 6000	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)	Apta para perfiles y estructuras.
Serie 7000	Zinc (Zn)	Apto para la fabricación de aviones.
Serie 8000	Otros elementos	Su alta dureza se suele usar en las estructuras de los aviones, equipos móviles y otras partes altamente forzadas
Serie 9000	Sin utilizar	

Fuente: Manual de Entrenamiento

Las aleaciones de aluminio de la serie 6000 (Al-Mg-Si) y en especial la AA 6063, tienen un gran uso en la industria, debido a la gran versatilidad en sus aplicaciones y por su atractiva combinación de propiedades que se obtienen por la aplicación del tratamiento térmico; por ser una aleación termotratable y de endurecimiento estructural, cualidades requeridas para los procesos de extrusión del aluminio, por lo que los cilindros que se utilizarán para el proceso de extrusión serán de aleación AA 6063.

3.1.4. Variables y Parámetros del Control de Proceso

- 1. Presión de Arranque:** Esta depende del diseño de la matriz, relación de extrusión, número de agujeros o bocas, forma del perfil, temperatura del tocho, longitud (extrusión directa) y obviamente de la aleación empleada y su estado estructural.

Los siguientes ejemplos son indicativos de algunas causas de variación de la presión de extrusión para la aleación 6063:

- Tochos homogeneizados requieren entre un 6 a 10% menos de presión de arranque que tochos sin homogeneizado (directo de colada).
 - La presión se reduce 4 a 6% por cada 10°C que se incremente la temperatura de extrusión en el intervalo de 400 a 500°C.
- 2. Velocidad de Extrusión:** Es un parámetro de gran importancia pues está ligado directamente con la productividad. Las mejoras que pueden esperarse para lograr aumentos de velocidad, depende en gran medida de lo complicado que sea el perfil, del diseño de la matriz y de la capacidad de la prensa.

3. Temperatura: La eficiencia de la prensa se incrementa con una medida de temperatura precisa y fiable en los puntos críticos del proceso:

- En la matriz precalentada, antes de su instalación
- En el tocho al incorporarse a la prensa
- En la extrusión a la salida de la matriz
- En la extrusión a la salida del enfriamiento

3.1.5. Clasificación y Tipología de los Perfiles

Los perfiles poseen tres maneras de clasificarse, estas son:

a) De acuerdo a la forma de la sección transversal

- Perfiles huecos: cuando su sección encierra completamente un espacio vacío.
- Perfil semi – hueco: cuando cualquier parte de su sección encierra parcialmente un espacio vacío.
- Perfil sólido: Todo perfil que no encierre totalmente ni parcialmente un espacio vacío.

b) De acuerdo con su aplicación

- Omamental: arquitectura, diseño, decorativa.
- Estructural: construcciones arquitectónicas y obras civiles, carpintería metálica automotriz, naval y aeroespacial.
- Aplicación Industrial: Piezas y componentes mecanizados.

c) De acuerdo a su aspecto superficial

- Perfil anodizado.

- Perfil natural.
- Perfil pintado.

Cabe destacar que en la planta extrusora solo se trabajara según la sección transversal con perfiles huecos, para la aplicación será estructural y para su aspecto superficial se involucran las tres, pero este último varía dependiendo de lo que se necesite.

3.2. Seguimiento de Trabajo

Es un procedimiento de observación continua que permite obtener información de las actividades realizadas por hombre y/o equipos. Su utilización es basada en el conocimiento que se adquiere, por medio de las observaciones realizadas de forma continua, acerca de la relación que existe entre las demoras, los elementos del trabajo y el tiempo total de un proceso. (Rojas 2007).

Para llevar a cabo la técnica de seguimiento del trabajo se debe determinar observando las operaciones y se debe diseñar un formato en el cual se indique las actividades observadas con sus respectivos tiempos de duración. Los resultados del seguimiento del trabajo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de los equipos.

3.2.1. Ventajas de la técnica de seguimiento del trabajo

- Proporciona información detallada de cada una de las actividades que realiza el ente estudiado.

- Esta técnica puede ser aplicada en aquellos estudios que en teoría puedan parecer impracticables

3.2.2. Desventajas de las técnicas de seguimiento del trabajo

- Esta es una de las técnicas más costosas debido a la amplitud que posee.
- Un analista puede estudiar solamente a un (1) operario o equipo a la vez.
- El estudio no puede ser interrumpido una vez que se comience, ya que de seguro, se verán afectados los resultados.

3.3. Producción

Es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado

El estudio de la capacidad es fundamental para la gestión empresarial en cuanto permite conocer y analizar el grado de uso de cada uno de ellos en la organización y así tener oportunidad de optimizarlos. Los incrementos y disminuciones de la capacidad productiva provienen de decisiones de inversión o desinversión (p. ej.: adquisición de una máquina adicional).

Cuando una línea de producción está formada por varias máquinas o estaciones de trabajo, la capacidad de producción de la planta está

determinada por la máquina o la estación más lenta (la que tenga una menor capacidad de producción).

3.3.1. Capacidad de Producción

La capacidad de producción es la medida de la producción manufacturera durante cierto período de tiempo. La capacidad puede revisarse para una sola línea de producción, un grupo de líneas de producción similares (también conocido como centro de trabajo), una planta de producción completa o una corporación como un todo. De manera similar, la capacidad puede verse en muchos aspectos diferentes.

Según (BARG 2005), la capacidad de producción es la cantidad de recursos que entran y que están disponibles con relación a los requerimientos de producción durante un periodo de tiempo determinado. Incluye insumos, productos, una dimensión temporal parámetros de medición acordes a cada caso y parametrización de uso eficiente e ineficiente.

3.4. Ergonomía

Según Pierre Cazamian (1975) en su Tratado de Ergonomía, define ergonomía como: “El estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas. La ergonomía es, pues, conocimiento y acción: el conocimiento es científico y se esfuerza en procurar modelos explicativos generales; la acción trata de adaptar mejor el trabajo a los trabajadores”.

3.4.1. Objetivos de la Ergonomía

- Seleccionar la tecnología mas adecuada al personal disponible.
- Controlar el entorno del puesto de trabajo.
- Detectar los riesgos de fatiga física y mental.
- Analizar los puestos de trabajo para definir los objetivos de la formación.
- Optimizar la interrelación de las personas disponibles y la tecnología utilizada.
- Favorecer el interés de los trabajadores para la tarea y por el ambiente de trabajo.

3.4.2. Ciencias Aplicadas a la Ergonomía

- Anatomía (Antropometría, Biomecánica): trata la forma y la estructura de los distintos órganos y el organismo en su conjunto.
- Fisiología (Consumo Energético, Entorno Físico): estudia el funcionamiento de los sistemas fisiológicos y de todo el organismo.
- Psicología (Actitudes, Aptitudes, Carga Mental): trata las leyes del comportamiento y la actividad de los seres humanos.
- Ingeniería (Planificación, Diseño): ayuda a planificar y a diseñar el puesto y el centro de trabajo.
- Organización (Métodos y Tiempos, Comunicaciones): contribuye a elevar la productividad del trabajo a mantener la salud y al desarrollo del individuo.
- Pedagogía (Adiestramiento, Formación, Participación): esta llamada a contribuir en el proceso de perfeccionamiento de la formación.

3.4.3. Factores de Riesgo de Trabajo

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

1. **Postura:** Es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachada se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones. Generalmente se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones.
2. **Fuerza:** Las tareas que requieren fuerza pueden verse como el efecto de una extensión sobre los tejidos internos del cuerpo, por ejemplo, la compresión sobre un disco espinal por la carga, tensión alrededor de un músculo y tendón por un agarre pequeño con los dedos. Generalmente a mayor fuerza, mayor grado de riesgo.
3. **Repetición:** La repetición es la cuantificación del tiempo de una fuerza similar desempeñada durante una tarea. Los movimientos repetitivos se asocian por lo regular con lesiones y molestias en el trabajador. A mayor número de repeticiones, mayor grado de riesgo. Por lo tanto, la relación entre las repeticiones y el grado de lesión se modifica por otros factores como la fuerza, la postura, duración y el tiempo de recuperación.
4. **Duración:** Es la cuantificación del tiempo de exposición al factor de riesgo. La duración puede verse como los minutos u horas por día que el trabajador está expuesto al riesgo. La duración también se puede ver como los años de exposición de un trabajo al riesgo.

-
5. **Iluminación:** Con la industrialización, la iluminación ha tomado importancia para que se tengan niveles de iluminación adecuados. Esto ofrece riesgos alrededor de ciertos ambientes de trabajo como problemas de deslumbramiento y síntomas oculares asociados con niveles arriba de los 100 luxes.

 6. **Ruido:** El ruido es un sonido no deseado. En el ambiente industrial, este puede ser continuo o intermitente y presentarse de varias formas como la presión de un troquel, zumbido de un motor eléctrico. La exposición al ruido puede dar como consecuencia zumbido de oídos temporal o permanente, paraacusia o disminución de la percepción auditiva.

3.5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ✚ **Aleación:** Es una combinación, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.

- ✚ **Aluminio:** Es uno de los metales más comunes, pero su obtención industrial es reciente. Se emplea mucho en la fabricación de utensilios domésticos, su densidad permite obtener aleaciones muy ligeras.

- ✚ **Anodizado:** Es el proceso electrolítico de pasivación utilizado para incrementar el espesor de la capa natural de óxido en la superficie de piezas metálicas.

- ✚ **Backer:** Pieza metálica hueca con una abertura mayor al diámetro de desalajo que tiene el troquel para permitir el paso libre de los perfiles.

- ✚ **Balance de Línea:** Es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso.

- ✚ **Bolster:** Es un bloque cilíndrico concéntrico de mayor diámetro y largo que el troquel y el backer.

- ✚ **Extrusión:** Es un proceso tecnológico que consiste en dar forma o moldear una masa haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta para conseguir perfiles de diseño complicado.

- ✚ **Matrices:** Es la pieza que está en contacto con el container a través de la cual se extruye el aluminio y da la forma a la sección del perfil.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen los métodos, instrumentos y los procedimientos realizados que explican la procedencia de la información y la base de datos necesaria para desarrollar los objetivos de la presente investigación.

4.1. Tipo de Investigación

Según ROSA ROJAS DE NARVÁEZ (1997) “En la sección denominada tipo de estudio se indica: ¿Qué tipo de estudio o de investigación fue desarrollado?. Y se justifica el tipo de estudio o investigación realizado desde el punto de vista teórico y desde la perspectiva del problema de investigación y los objetivos del estudio”.

De acuerdo a la metodología elaborada para llevar a cabo el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados, la investigación se base en un estudio no experimental y se considera descriptiva, exploratoria, evaluativa y mixta.

4.1.1. Descriptiva:

Narváez (1997) comenta que “Describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual, la composición o los procesos de los fenómenos, para presentar una interpretación correcta” (Pág. 35). De esta manera, se considera que es un estudio descriptivo, debido a que permite describir minuciosamente el proceso de extrusión que actualmente se emplea en la planta extrusora, tomando en cuenta cada una de las áreas involucradas.

4.1.1. Exploratoria:

Según Narváez (1997) los estudios de tipo exploratorio buscar “Averiguar ¿Qué está pasando? ¿Cuáles factores están afectando?” (Pág. 35). Para la evaluación de la puesta en marcha de la planta extrusora, es necesario realizar búsquedas acerca de las características y propiedades de los materiales presentes en el proceso; además se debe identificar los factores que puedan ocasionar una disminución en la producción, tanto de los equipos como del personal encargado; así como del lugar de trabajo.

4.1.2. Evaluativa:

Narváez (1997) dice que el estudio de tipo evaluativo se encarga de “Investigar y evaluar patrones y secuencias de crecimiento o cambio en función del tiempo en que ellos ocurren” (Pág. 36). Se dice que es de tipo evaluativo, puesto que, se evaluaron los procesos que se realizan en la planta extrusora durante un lapso de tiempo, tomando como estudio la producción y el adiestramiento de los operadores.

4.1.3. Mixtas:

En relación a los estudios de tipo mixtos, Narváez (1997) los define como “La aplicación simultanea de datos primarios y secundarios” (Pág. 39). La investigación se considera mixta, ya que algunos datos se obtuvieron a través de un seguimiento durante un turno de trabajo y otros fueron dados por el personal de Planificación y Control de la Producción.

4.1. Diseño de Investigación

Para el tipo de investigación planteada anteriormente, el diseño de investigación es de campo. Según ROSA ROJAS NARVÁEZ (1997) “La investigación de campo se realiza observando el grupo o fenómeno en su ambiente natural y permite investigar las prácticas, comportamientos, creencia y actitudes del individuo o grupos, tal como se presenta en la vida real” (Pág. 36), El diseño se considera de campo ya que fue realizada directamente en la empresa, lo cual hizo posible el contacto directo entre el investigador y el problema; además la gran parte de la información fue recabada a través de la observación directa y seguimiento al proceso operativo, y entrevistas no estructuradas, elaboradas al personal que trabaja en las diferentes estaciones de trabajo, no se manipularon las variables, sino, que se establecieron las condiciones reales a las cuales opera la planta extrusora, para luego ser analizados.

4.2. Población y Muestra

Dentro de una investigación es importante establecer cuál es la población y si de esta se ha tomado una muestra, cuando se trata de seres vivos, en

caso de objetos se debe establecer cuál será el objeto, evento o fenómeno a estudiar.

4.2.1. Población

La población o universo es cualquiera conjunto de unidades o elementos como personas, fincas, municipios, empresas, etc., claramente definidos para el que se calculan las estimaciones o se busca la información. Deben estar definidos las unidades, su contenido y extensión.

Tamayo (2004) define población: “como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. La población objeto para este estudio, estuvo constituida por todas las áreas que conforman a la Planta Extrusora de la empresa CVG ALCASA en su 1º etapa.

4.2.2. Muestra

Cuando es imposible obtener datos de todo el universo (población) es conveniente extraer una **muestra**, subconjunto del universo, que sea representativa. En el proyecto se debe especificar el tamaño y tipo de muestreo a utilizar: estratificado, simple al azar, de conglomerado, proporcional, sistemático, etc.

Según Tamayo (1998) “Cuando un investigador realiza en ciencias sociales un experimento, una encuesta o cualquier tipo de estudio, trata de obtener conclusiones generales acerca de una población determinada. Para el estudio de ese grupo, tomará un sector, al que se conoce como muestra”. Para efectos de la presente investigación, la muestra coincidió con la

población, ya que, se analizaron las actividades que se realizan en cada una de las áreas de la planta extrusora.

4.3. Técnicas y/o Instrumentos de Recolección de Datos

Se emplearon diferentes técnicas e instrumentos para la obtención de la información, entre las técnicas más importantes se encuentran:

4.3.1. Revisión Documental

En relación a la revisión documental Hernández (2000) comenta que, “son referencias que nos proporciona información para el análisis y tratamiento del problema planteado” (Pág. 44). Esta técnica fue aplicada al realizar búsquedas de las características de diseño de la planta extrusora en los diferentes Manuales; además se obtuvo información utilizada para realizar las bases teóricas y fundamentar la investigación presentada.

4.3.2. Observación

En relación a la técnica de observación UPEL (1995) la define como “Aquella que se percibe directamente en el lugar donde se está presente el problema y proporciona una idea clara y concisa de la situación para un posterior análisis con la finalidad de idear una posible solución a la problemática” (Pág. 175).

Mediante este instrumento se logró la visualización general y familiarización de las actividades realizadas en la empresa, especialmente en la planta extrusora, ya que a través de la aplicación de esta técnica fue posible obtener información objetiva y se pudo visualizar el proceso

productivo de extrusión identificando fallas presentes en los equipos; además de conocer el lugar de trabajo y el personal que allí trabaja mediante visitas a las diferentes estaciones de trabajo.

4.3.3. Entrevistas

El tipo de entrevista aplicada fue no estructurada, realizadas al personal que trabajo en las diferentes estaciones, así como a, los departamentos que tienen afinidad con la planta extrusora y al personal Italiano, de forma que puedan suministrar información precisa y detallada del funcionamiento de la Planta Extrusora.

4.3.4. Cuestionario

El tipo de cuestionario aplicado fue directo y estructurado, con preguntas para selección múltiple de respuestas, realizado por los operadores de las diferentes estaciones de trabajo, con la finalidad de obtener una visión global acerca del dominio adquirido durante el curso sobre el conocimiento operativo de la planta extrusora.

4.3.5. Recursos

4.3.5.1. Recurso Humano

- Tutor Industrial
- Tutor Académico
- Personal Operativo

4.3.5.2. Equipos de Protección Personal

- Botas de Seguridad

- Lentes de Seguridad
- Camisa
- Pantalón
- Casco
- Mascarillas
- Tapones de Oído

4.3.5.3. Materiales

- Hojas
- Lápices y bolígrafos
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Celular
- Grabadora

4.4. Procedimiento de Recolección de Datos

Para la elaboración de este trabajo fue necesario describir un procedimiento integrado por una serie de tareas relacionadas secuencialmente, cuya agrupación en etapas permitió desarrollar con eficiencia dicho informe, las cuales se mencionan a continuación:

1. Recopilación y revisión de información sobre las actividades y el proceso que se realiza en la planta extrusora, con el fin de tener noción del proceso que se lleva a cabo en la planta.
2. Recorrido por la planta extrusora, para observar de forma directa el proceso y conocer las áreas que la conforma, para poder diagnosticar la situación actual.

3. Búsqueda de información del proceso de extrusión por la intranet de la empresa.
4. Reuniones con el personal de la planta, tales como: gerentes, electricistas, personal de mantenimiento y el personal de la empresa italiana PRESEZZI EXTRUSION, para recopilar información que no puede ser apreciada a simple vista.
5. Realización de entrevistas no estructuradas a las diferentes personas vinculadas en todo el proceso de extrusión para obtener información de cada una de las operaciones desarrolladas.
6. Elaboración de diagramas para cada una de las áreas que facilitaron el estudio de los procesos de forma más clara.
7. Búsqueda de los manuales relacionados con el diseño de instalación de la planta extrusora.
8. Elaboración de tablas con los parámetros de producción y de las variables operativas; así como de los insumos utilizados en los procesos.
9. Seguimiento al proceso de extrusión y al proceso de embalaje.
10. Identificación de fallas presentes en los equipos durante el proceso de extrusión.
11. Entrevistas al personal italiano para conocer de forma más clara las causas de las fallas y las acciones que tomaron para solucionarlas.
12. Elaboración de una base de datos en el programa Excel que permitió determinar la capacidad de producción por día y por tipo de perfil.

13. Elaboración de gráficas para determinar el comportamiento de la producción real con lo programado.
14. Realización del cuestionario a los operadores para evaluar el dominio sobre el conocimiento general de la planta y por cada estación de trabajo.
15. Análisis de la información recabada.
16. Elaboración de diagramas del personal para cada área.
17. Evaluación del puesto de trabajo y de posibles lesiones al personal.
18. Análisis de los resultados.
19. Establecer conclusiones y recomendaciones en todos los aspectos estudiados.
20. Elaboración del informe de trabajo de investigación.

4.5. Procesamiento de la Información

El procesamiento de la información se llevara a cabo de forma manual y mecánica.

- De forma manual para la organización y estructuración del trabajo de investigación, así como la realización del cuestionario realizado para los operadores.
- De forma mecánica para el análisis de los datos, para este caso se hizo uso del paquete estadístico Excel 2007, en el cual se tabularon

los valores obtenidos durante el seguimiento de la producción y de los resultados del cuestionario, que posteriormente sirvieron para la elaboración de gráficas, en las que se muestran el comportamiento de la producción durante el lapso de prueba.

4.6. Análisis de la Información

La información obtenida se analiza por medio de la elaboración de tablas y gráficos, en los cuales se analizan comparaciones entre los valores de programación y los reales de la producción por tipo de perfil, además de comparar el diseño de instalación con lo producido durante una hora de trabajo, esto con la finalidad de identificar las variantes que pueden afectar la producción de manera directa y aquellas que intervienen de forma indirecta. En relación al análisis de la información, Bijarro (2007) comenta que “El análisis y la interpretación de los datos permiten establecer la relación, entre el problema científico, el marco teórico, la hipótesis planteada y el objetivo” (Pág. 95).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados de los objetivos formulados en el trabajo de investigación, para ser analizados y proponer posibles soluciones. A continuación se expone el desarrollo de los objetivos planteados:

5.1. Descripción del Proceso Operativo General de la Planta Extrusora y por Subprocesos.

El proceso operativo general de la planta extrusora en CVG ALCASA abarca 4 áreas importantes que son: la línea de 7 pulgadas, la línea de 8 pulgadas son el inicio de proceso de la planta, ya que aquí se realiza la extrusión del aluminio para obtener los perfiles, la siguiente es el área de embalaje donde se embalan con cartón o plástico para que no se deterioren y por último tenemos la planta de pintura para realizar el pintado de los perfiles.

A continuación se describe el proceso general de la planta, en esta se describe simultáneamente la línea de 7 y 8 pulgadas, con la salvedad que las variables operativas y de funcionamiento varían en las diferentes líneas.

5.1.1. Descripción del Proceso General.

El proceso comienza con la carga de los lingotes de aluminio en la Mesa de Carga de lingotes, que mueve los lingotes a través de cadenas transportadoras que los soportan, vertiéndolo de este modo en el siguiente equipo del proceso productivo que es el Dispositivo de Empuje, que se encarga de empujar los lingotes hacia el Horno de Calentamiento, donde el lingote es sometido a calor progresivo hasta llevarlo a una temperatura de entre 400 °C y 480 °C dependiendo del tipo de perfil que se quiera extruir.

Seguidamente, parte del lingote sale del horno hacia la Cizalla Horizontal de Alta Temperatura que corta el lingote a una longitud, dependiendo del peso del perfil a fabricar, el cual es llamado tocho y este es tomado por la Pinza Transportadora que lo lleva a una distancia aproximada de 2 m de manera aérea hacia la Prensa, este es el principal equipo del proceso; aquí el tocho es mantenido a la misma temperatura con la que salió del horno mientras es extruido por la prensa, a través de una Matriz que es la que le da forma al perfil de aluminio que se desee producir (cada matriz corresponde a un solo tipo de perfil, por tanto existen diferentes tipos de matrices), mientras el perfil es extruido, es pasado a través de un camino de rodillos por la Campana de Enfriamiento, donde es enfriado por aire para reducir su temperatura para dar dureza y evitar la deformación del mismo.

El proceso continua por el camino de rodillo donde están dispuestos ventiladores en la parte inferior para seguir el enfriamiento, aquí también el

perfil es tomado por una Máquina Sierra Extractor o Puller transportador, que se encargan del transporte del perfil hacia la Mesa de Rodillos, así mismo la mesa de rodillos se encarga de llevar los perfiles a través de un sistema motorizado por cadena que mueven los rodillos, hasta unas mordazas tipo dedo el perfil en cada extremo y con una tensión hasta de 35 T que estiran el perfil para liberar sus tensiones internas; dicho perfil pasara ahora a través de la mesa de rodillos que lo lleva a la Máquina de Sierra de Acabado donde el perfil es cortado a la longitud deseada.

El siguiente proceso ordena y apila los perfiles, en una cesta de acero la cual es llevada por una Grúa Tipo Puente al camino de rodillos motorizados, esta se introduce al Horno de Endurecimiento que tiene una capacidad de 12 cestas. El proceso es de 5 horas a una temperatura de 180°C, para una aleación como la que se trabaja actualmente 6063 por medio de un sistema de recirculación de aire caliente para sellar la estructura atómica formada internamente en los perfiles.

Seguidamente, las cestas con los perfiles que salen del horno son transportados al Desapilador de Perfiles colocado en el área del empaque quien trabaja de modo inverso al apilador de perfiles, es decir, saca o desapila los perfiles y los coloca en un camino de rodillos para ser embalados con papel o plástico, ambos procesos por maquinas automatizadas dispuestas en la línea de embalaje. Al ser embalados, los perfiles son llevados al lugar de almacenamiento para su posterior venta. Es importante mencionar que si el cliente quiere los perfiles pintados, éstos al salir del horno de endurecimiento pasan a la planta de pintura, son embalados y posteriormente a su almacenamiento.

➤ Diagrama de Proceso General

A continuación se presenta el diagrama de proceso que se rige en la planta extrusora, por medio de este se pueden observar las distintas actividades realizadas para la fabricación de perfiles y por las diferentes áreas que debe pasar.

Diagrama: Proceso

Proceso: Fabricación de Perfiles

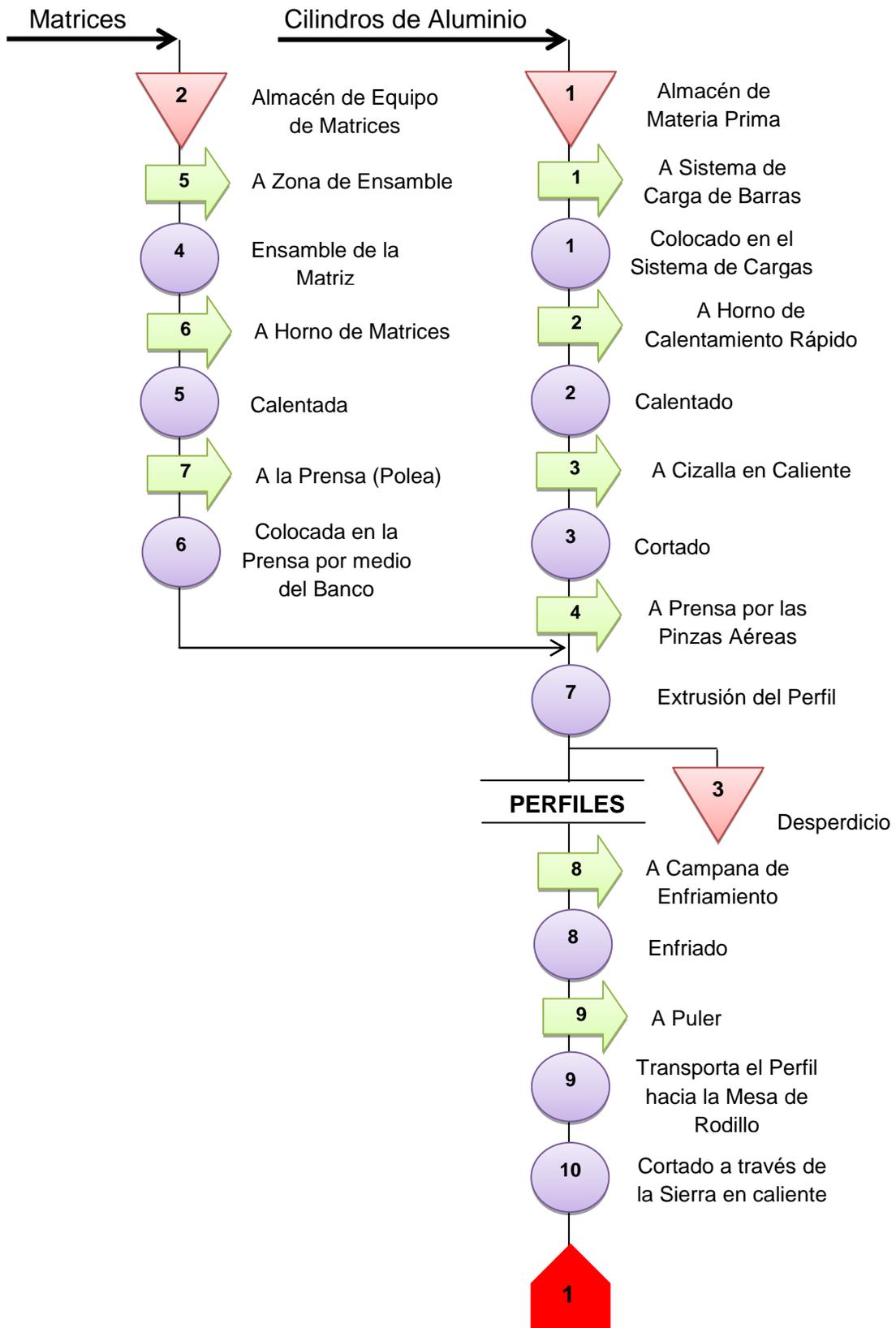
Inicio: Cilindros de Aluminio en Almacén

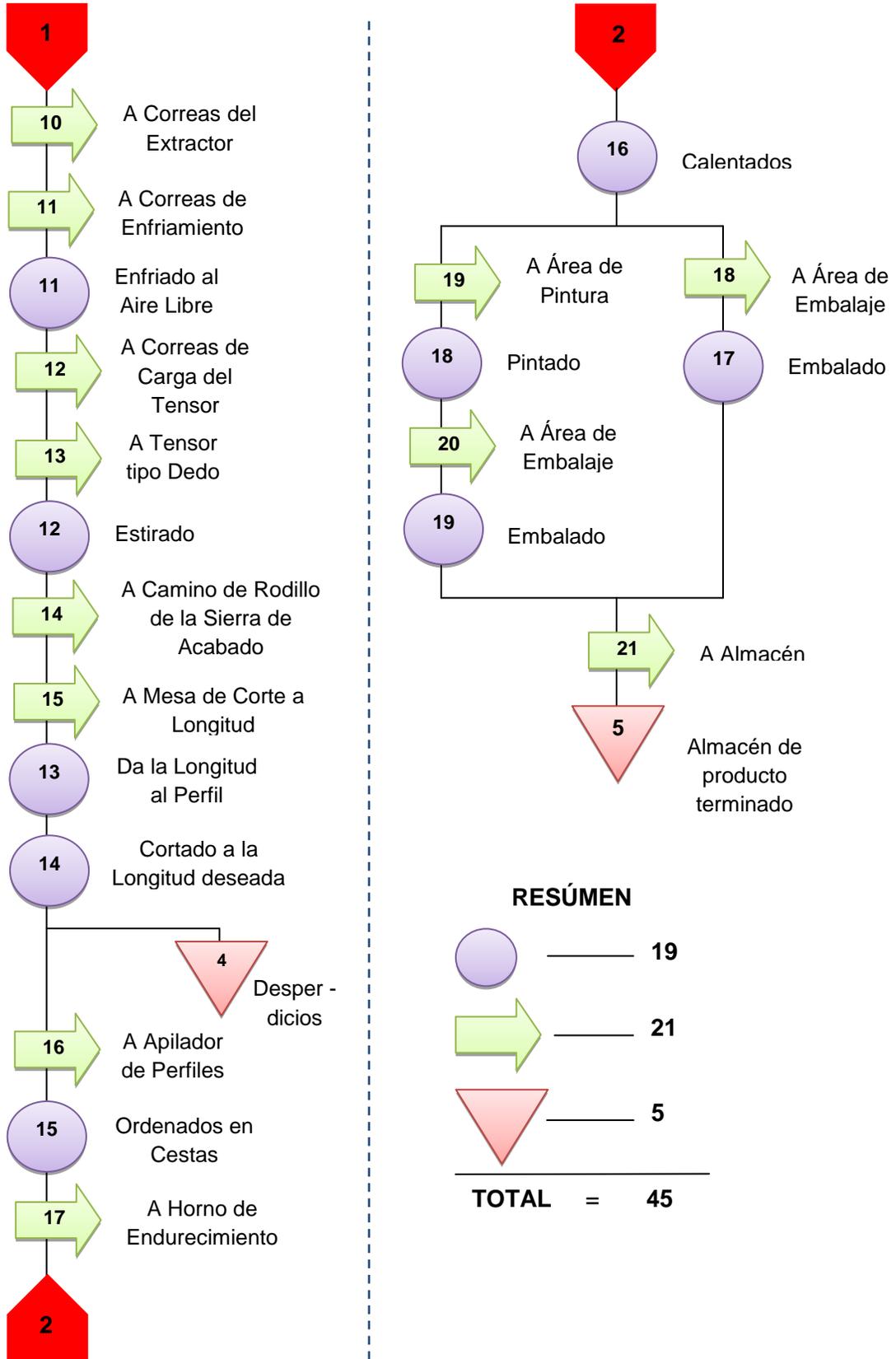
Fin: Perfiles en almacén

Método: Actual

Fecha: 29/08/2013

Seguimiento: Material





Una vez descrito el proceso de extrusión e identificado los equipos que se encuentran involucrados en dicho proceso, se presenta el flujograma correspondiente (ver figura 12).

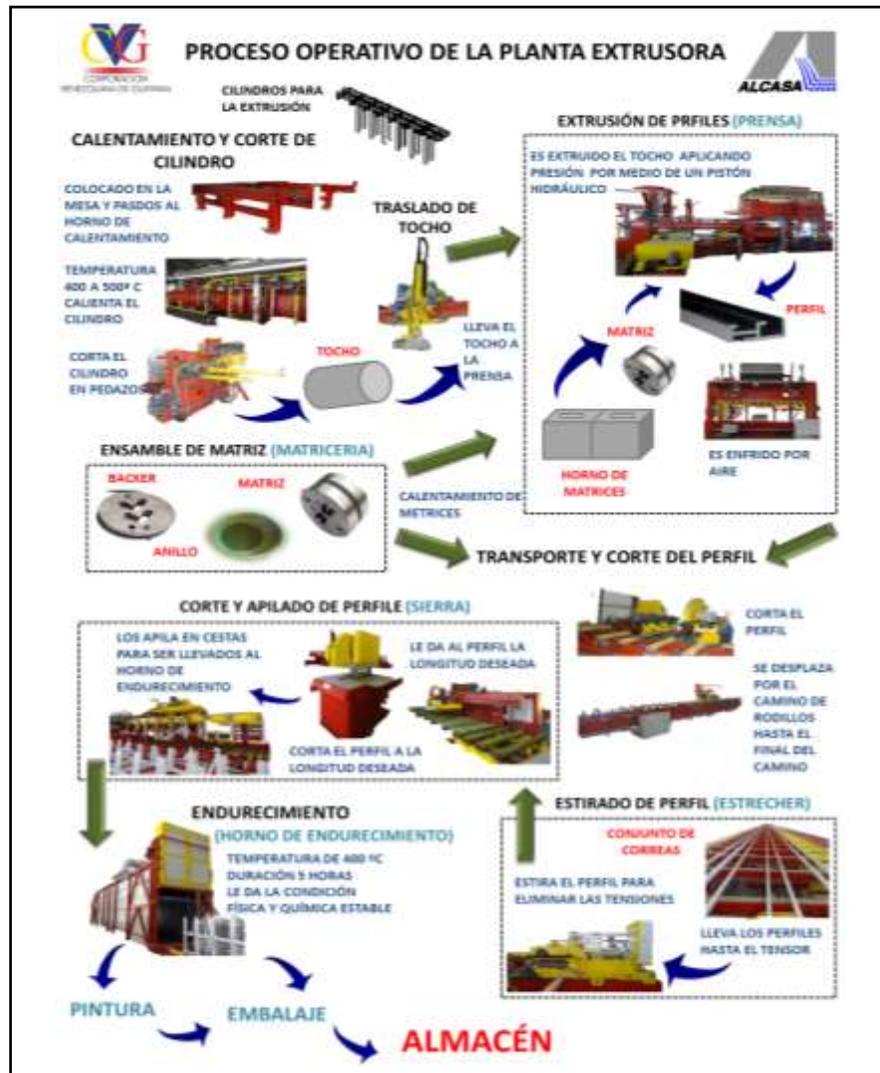


Figura 12: Flujograma del Proceso Operativo de la Presa de 7" y 8"

Fuente: Elaboración Propia

Una vez descrito el proceso general, se evalúan los puestos de trabajo de cada una de las estaciones, teniendo en cuenta los desplazamientos que realiza el personal; así como los riesgos o lesiones a los que están expuestos (ver tabla 3).

Al momento de realizar las actividades en cada una de las estaciones de las diferentes áreas, los operadores deben estar de manera permanente durante la ejecución, ya que las éstas requieren de la visualización y supervisión de manera continua.

Tabla 3: Desplazamientos del Personal y Riesgos de las Línea 7” y 8”

Estación de Trabajo	Desplazamientos del Personal	Riesgo o Lesiones
Prensa	El operador de prensa se desplaza del pulpito de la prensa hasta la salida del túnel de la prensa.	Quemaduras Virutas en los Ojos Cortes en los dedos
	Se desplaza a los hornos de Matrices	
	Se desplaza al puller sierra para recoger las puntas del perfil	
Estreche	El op. Principal se desplaza al horno de matrices	Quemaduras
	El op. Auxiliar no se mueve de su puesto de trabajo	
Sierra	El operador no se mueve de su sitio de trabajo, permanece en el panel	Viruta en los ojos Cortes en las manos
Transferidor	El operador se desplaza del transferidor de 7 y 8 pulgadas con la carga hacia el horno. Debe estar cerca de las cestas	No se presenta ningún riesgo
Horno	Si es 1 operador, se debe desplazar tanto en la entrada y salida del horno y entre las cestas, Comprobando la dureza	Quemaduras a la salida del horno
	Si son 2 operadores, cada uno está en un extremos del horno y no se mueven del sitio	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3 se reflejan cada uno de los desplazamientos realizados por el personal de producción, cada uno de ellos distinto al otro, esto debido a la diversidad de funciones y áreas de trabajo que existe en la superintendencia de producción.

La posición que deben tener todos los operadores es una posición de PIE durante el proceso de extrusión (ver figura 13), ya que se requiere de esta posición para manipular de manera más efectiva los equipos, no es conveniente que esta posición varíe, es decir que la posición sea sentada, porque la comprobación de los procesos no sería la correcta.



Figura 13: Posición de los Operadores

Dentro del proceso de extrusión, se encuentra involucrada el área de matricería, parte fundamental del proceso. El área de matricería es la encargada de la limpieza, corrección y acabado de las matrices que serán utilizadas para la fabricación de perfiles.

En la siguiente tabla se describen los desplazamientos del personal por puesto de trabajo.

Tabla 4: Desplazamientos del Personal y Riesgos del Área de Matricería

Estación de Trabajo	Desplazamientos del Hombre	Riesgo o Lesiones
Matricería	Los Operadores de Matricería se desplazan a la prensa verificar los perfiles cuando salen inicialmente	Virutas en los ojos Golpes con grandes pesos
Montadores y Desmontadores	Se desplazan de la limpieza de matrices al cubículo de los correctores Se desplazan de la nitruración al cubículo de los correctores Se desplazan de la Prensa a la limpieza de matrices	Virutas en los ojos Golpes con grandes pesos Quemaduras con sosa caustica Inhalación de Gases Tóxicos

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4 se aprecian los desplazamientos realizados por el personal en el área de matricería, ésta posee dos (2) estaciones de trabajo importantes donde se le da el acabado correcto a las matrices para luego ser utilizada nuevamente. Se puede observar que los Matriceros (Correctores de matrices) solo realizan un desplazamiento fuera de su lugar de trabajo, esto con la finalidad de verificar los perfiles al inicio del proceso de



Figura 14: Movimientos Manuales de los Correctores

extrusión, donde se evalúa la estructura geométrica y las dimensiones de los perfiles obteniendo como resultado los parámetros que permiten determinar la continuidad o paralización del proceso, las demás tareas se llevan a cabo en el lugar de trabajo realizando movimientos manuales (ver figura 14).

Una vez identificado los puestos de trabajo con los respectivos desplazamientos que realizan los operadores y los riesgos o lesiones que pueden sufrir, se mencionan a continuación los implementos de seguridad que deben llevar durante la ejecución de sus actividades con respecto a cada una de las estaciones (ver tabla 5).

Tabla 5: Implementes de Seguridad para el Personal de la Superintendencia de Producción

Implementos	Superintendencia de Producción							TOTAL
	Línea de 7" y 8"					Matricería		
	Prensa	Estreche	Sierra	Horno	Transferidor	Matriceros	Montadores y Desmontadores	
Mascarillas doble filtro								125
Mascarillas blancas								12
Protector auditivo (Audífonos)								150
Protector auditivo (tapones)								146
Guantin puntos PVC								150
Lentes claros transparentes								150
Botas con aislantes antiresbalantes								58
Traje aluminizado								12
Guantes kevlar								28
Visor transparente								8
Respirador combinado de amoniaco								8
Monolentes								8
Botas impermeable caña alta punta hierro								8
Traje impermeable antiquímico								8
Guantes de gomas (nitrilo) caña largo								8
Guantes de Carnaza								76

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 5 se reflejan los implementos de seguridad que deben usar los trabajadores pertenecientes a la superintendencia de producción, además se expone el total de cada uno de los renglones necesarios para la realización de los trabajos y el fiel cumplimiento de los parámetros establecidos para garantizar la seguridad del personal durante sus labores, en ella podemos destacar una variedad de implementos nuevos los cuales se incorporan motivado a la criticidad de algunas actividades que se encuentran inmersa dentro del proceso de extrusión de aluminio.

A continuación se presentan los insumos y materiales requeridos para el proceso de extrusión.

Tabla 6: Insumos y Materiales para el Proceso de Extrusión

Insumos y Materiales	Uso
Cilindros de Aluminio	Utilizados para la extrusión de perfiles
Grafitos	Usados como separadores
Cestas	Utilizados para apilar los perfiles cortados en la sierra y luego ser pasados al horno
Lubricante	Utilizado para evitar la adherencia del metal con las partes móviles de la cizalla y prensa
Separadores	Son utilizados para separar los perfiles en las cestas por camada
Vernier	Instrumentos de medición utilizados para verificar las medidas de los perfiles cuando salen de la prensa y después de ser estrechados
Escuadra de 90°	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6 se evidencian los insumos y materiales necesarios para la extrusión del aluminio en su proceso, ya que, sin ellos el mismo puede estar sometido a paralizaciones temporales o definitivas, tal es el caso de los cilindros de aluminio que son indispensables para el inicio del proceso; así

como las cestas que tienen una incidencia de manera directa debido a que si no hay una disponibilidad antes del comienzo de las actividades genera interrupciones en el proceso.

Además de los operadores por estación, se encuentran operadores de equipos móviles comunes para ambas líneas, que se encargan de movilizar todos los materiales para el proceso (cilindros de aluminio), los desperdicios que se tiene en la cizalla (tochos descartados) y los de la sierra (perfiles con su estructura geométrica deforme), también la movilización de las cestas hasta la posición de espera (ver figura 15), estos deben llevar protectores auditivos, guanti puntos PVC, lentes claros y mascarillas blancas.



Figura 15: Operadores de Montacargas (OP. Auxiliares)

5.1.2. Descripción del Proceso del Área de Embalaje

El proceso del área de embalaje comienza con Desapilador los perfiles de las cestas y las coloca en las líneas de admisión, la maquina tiene la posibilidad de trabajar con dos unidades o líneas independientes, estas dos líneas automáticas llevan el perfil hasta las zonas de embalaje manual, donde los operadores manipulan el perfil de aluminio dependiendo de las especificaciones generadas por el cliente. Cuando llegan los perfiles a este punto se comprueban las especificaciones del cliente la manera de embalar.

Existen dos procesos diferentes de embalaje y que el cliente tiene la opción de determinar la primera es realizar el embalaje por unidad. Se tiene

el perfil en las bandas, se coloca en las correas transportadoras de forma manual a través del personal, y saltan al camino de rodillo inicial hasta la enfajadora (máquina de embalar) donde se embala con papel cartón o con film de plástico o con ambos, repitiendo la secuencia del proceso de la máquina, todo depende de lo que se requiera. Cuando el perfil sale embalado sigue el camino de rodillo hasta llegar a la unidad de descarga, son empujados hasta las dos mesas de descarga, aquí son agarrados de forma manual y colocados en bultos para luego ser guardados en cajas o amarrados con fleje. Como última parte del proceso los bultos son pesados en la balanza para comprobar y etiquetar el peso para luego ser llevados al almacén.

La segunda manera de embalar se realiza para proteger las caras de los perfiles para que no se toquen y se rallen en el traslado, los perfiles colocados en la mesa los operadores toman el papel de la máquina de surtidor de papel automática, colocan los perfiles encima y le hacen el envoltorio de vuelta en ola, es decir, pasa el papel entre las caras de los perfiles para que no haya un roce entre ellos; una vez envueltos con papel se amarran con una cinta adhesiva en los extremos y en el centro de manera tal que cuando el operador accione el sistema de correas transportadoras los perfiles pasen como una sola pieza. El envoltorio se hace con la finalidad de pasar una pieza de perfiles, ya que, hay perfiles muy pequeños y se necesita colocarlos en bultos.

Seguidamente, los perfiles se desplazan por los rodillos y se repite las mismas actividades mencionadas anteriormente. Una última opción que se debe tener presente es que puede haber una salida intermedia antes de llegar a la enfajadora, son sacados antes de llegar a esta, puesto que nuestro cliente en ese momento no necesita de ningún tipo de embalado que se realiza en la enfajadora, una vez listos son pesados y llevados al almacén.

➤ **Diagrama de Proceso del Área de Embalaje**

Diagrama: Proceso

Proceso: Embalaje de perfiles

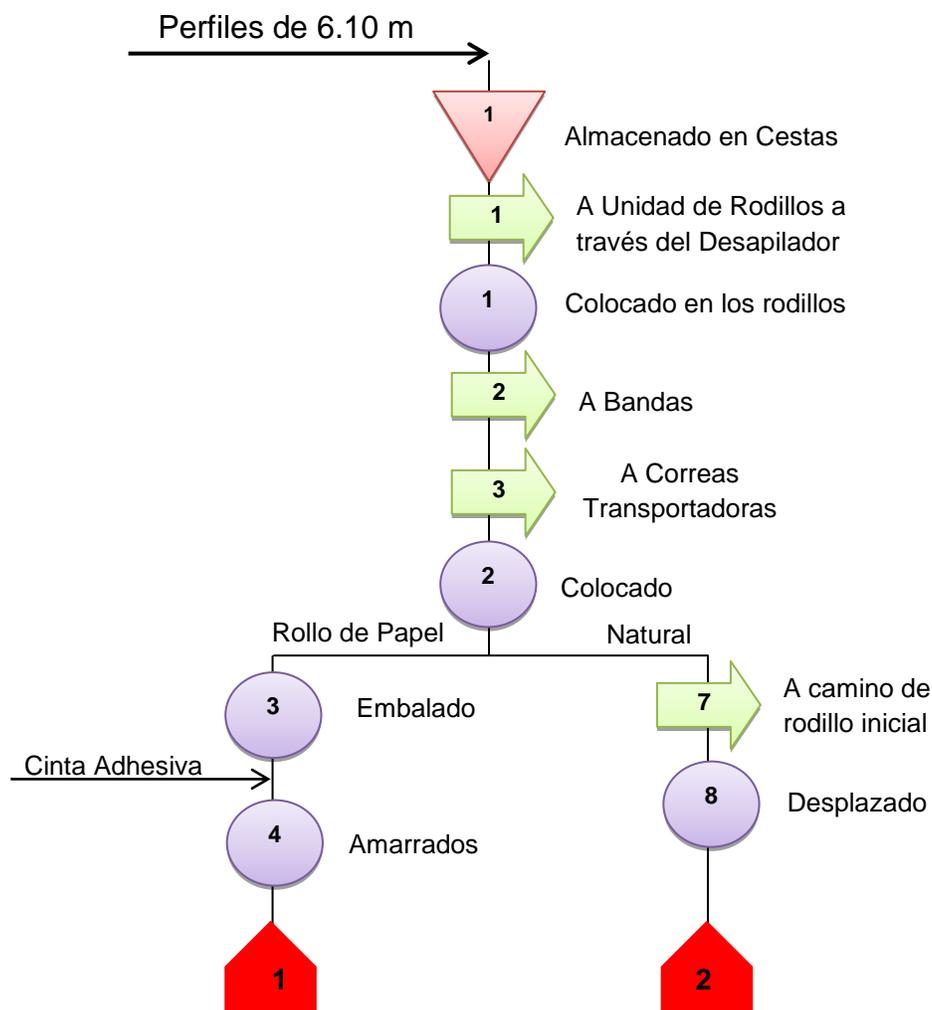
Inicio: Perfiles en cestas

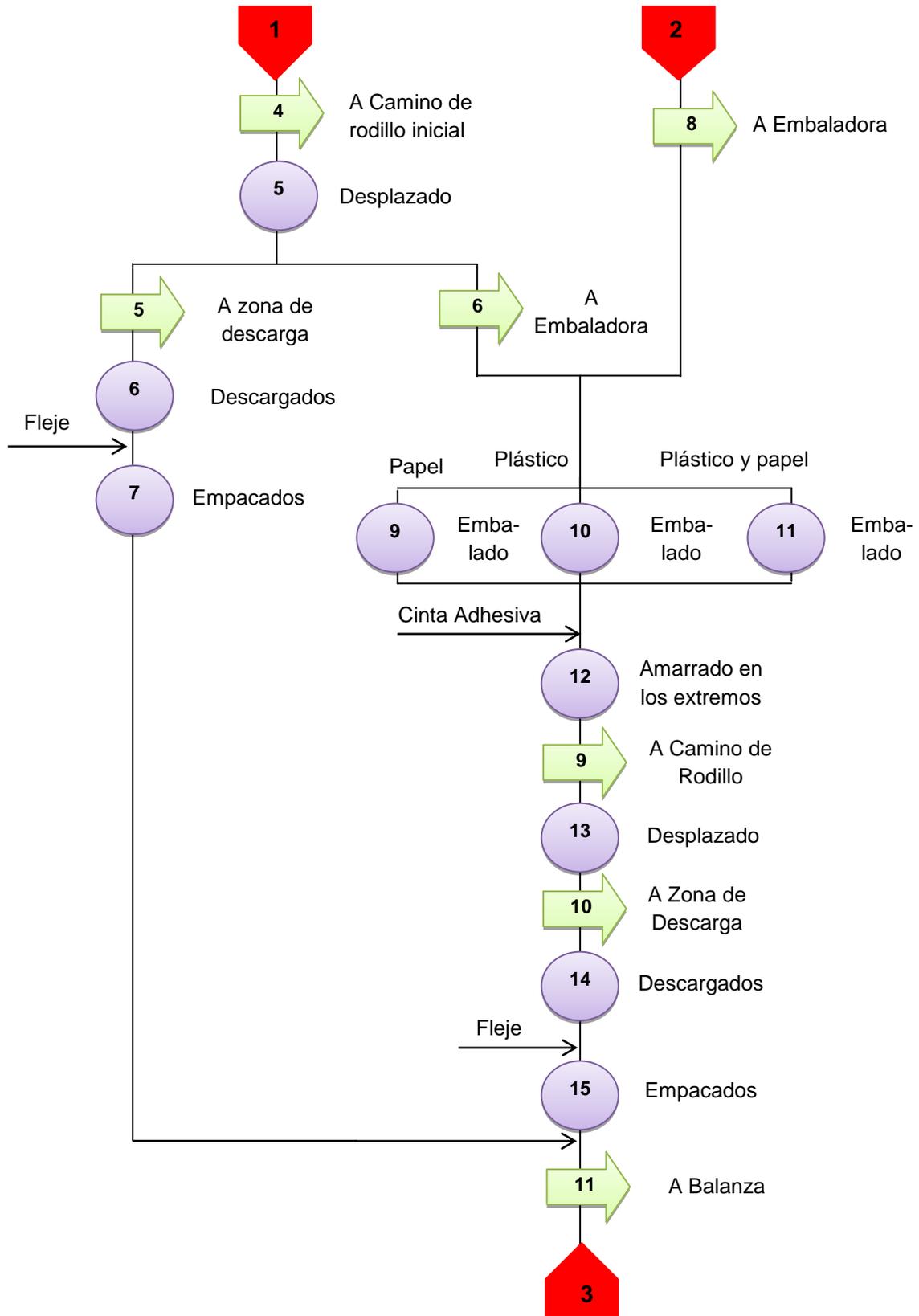
Fin: Perfiles embalados en almacén

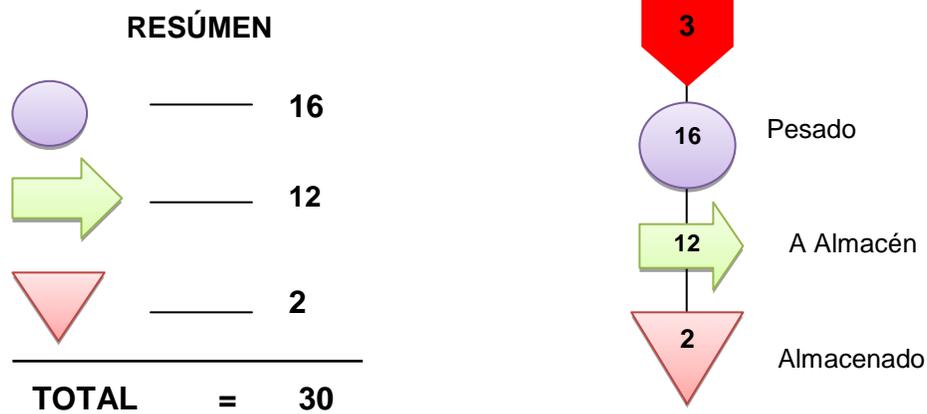
Método: Actual

Fecha: 29/08/2013

Seguimiento: Material







A continuación se presenta el flujograma del área de embalaje (ver figura 16), donde se aprecian las actividades a realizar por estaciones de trabajo.



Figura 16: Flujograma del Proceso Operativo del Área de Embalaje

Fuente: Elaboración Propia

Otra de la superintendencia presente en la planta extrusora es la de acabado y empaque conformada por el área de embalaje y la planta de pintura. Referente al proceso que se realiza en el área de empaque se observan movimientos de tipo manual por parte del personal que trabaja en ella, por lo que no destacan desplazamientos fuera del lugar de trabajo.

Tabla 7: Desplazamientos del Personal y Riesgos del Área de Empaque

Estación de Trabajo	Desplazamientos del Hombre	Riesgo o Lesiones
Grúa	Los operadores de grúas trasladan el material salido del horno hasta los alimentadores, para desencestar los perfiles por el transferidor	Virutas en los Ojos
Área de Embalaje (todas las Estaciones)	Los operadores de cada una de las estaciones del área de embalaje permanecen en su sitio de trabajo, no realizan ningún desplazamiento	Cortes en las Manos
Almacén	Los operadores se desplazan desde la zona de descarga hasta el almacén para llevar los perfiles embalados a través de montacargas	Golpes por caída de material

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 se observan los desplazamientos y riesgos del personal del área de empaque, las actividades que se realizan en cada una de las estaciones no requieren de desplazamientos por parte del personal fuera de su lugar de trabajo, solo se realizan maniobras propias de sus funciones (ver figura 17).



Figura 17: Movimientos Manuales de los Operadores

Entre las estaciones presentes en esta área podemos mencionar el área del desencestador, área que cuenta con una grúa P&H que permite el traslado de las cestas hasta los alimentadores, donde se retiran los perfiles de las cestas para ser pasados al área de empaque a través de rodillos de transportación, esta área requiere de una mayor permanencia del personal, ya que, deben seleccionar los perfiles y agrupar las piezas por paquetes los cuales se forman dependiendo del número de perfiles y tipo, dentro de este proceso observamos la colocación de papel entre perfiles esto con la finalidad de proteger el material de la fricción que puedan generarse entre ellos por la maniobrabilidad, traslado, carga y descarga de los bultos.

Seguidamente, se tiene el área de embalaje, donde se le da el acabado final, el cual consiste en el recubrimiento de los paquetes con papel cartón o polifilm de plástico (envoplas), finalizando de esta manera el proceso y garantizando la protección de los perfiles de agentes externos.

El área de empaque cuenta con una capacidad de 40 personas ubicada en las diferentes estaciones, de las cuales 36 personas estarán trabajando de manera directa en el proceso y el resto será personal externo; cada uno debe poseer los implementos de seguridad necesarios para el cumplimiento de sus actividades (ver tabla 8).

Tabla 8: Implementos de Seguridad para el Personal del Área de Empaque

Implementos	Área de Empaque		TOTAL
	Todas las Estaciones	Operador de Grúa	
Mascarillas doble filtro			0
Mascarillas blancas			40
Protector auditivo (Audífonos)			0
Protector auditivo (tapones)			40
Guantin puntos PVC			40
Lentes claros transparentes			40
Botas con aislantes antiresbalantes			40
Traje aluminizado			0
Guantes kevlar			0
Visor transparente			0
Respirador combinado de amoniaco			0
Monolentes			0
Botas impermeable caña alta punta hierro			0
Traje impermeable antiquímico			0
Guantes de gomas (nitrilo) caña largo			0
Guantes de Carnaza			0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 8 se reflejan los implementos de seguridad que corresponden al área de empaque, tanto de los operadores de las diferentes estaciones como del operador de grúa, se puede observar que todo el personal del área deben usar los mismos implementos independientemente de la estación a la que pertenezcan.

Cada estación del área de embalaje debe contar con los materiales e insumos necesarios para la ejecución del proceso (ver tabla 9), estos deben estar cerca de las estaciones para evitar interrupciones o atrasos y así disminuir el tiempo de cambio de los insumos.

Tabla 9: Insumos y Materiales para el Proceso de Embalaje

Insumos y Materiales	Uso
Rollos de Papel para Embaladora	Son utilizados para dar el embalaje final a los paquetes
Rollos de plástico retráctil	
Rollos de papel	Se usan para realizar el envoltorio inicial entre los perfiles
Cinta Adhesiva	Utilizados para unir los perfiles al momento de pasarlos al camino de rodillos
Fleje de Plástico	Usados para formar los bultos
Cartón	Se utiliza para formar cajas
Pallets de madera	Se utilizan para formar cajas de madera a través de pallets, con la finalidad de transportar los bultos
Martillo de clavos neumático	
Cúter o cuchillas	
Listones de madera	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9 se observan los insumos y materiales necesarios para el proceso de embalaje, para su protección y traslado de los bultos de perfiles, obteniendo un mejor producto final, tanto en su presentación y requerimientos por parte de los clientes. Actualmente, los paquetes no cuentan con la identificación adecuada (ver figura 18), los bultos son amarrados con flejes de plástico y dejados al aire libre por falta de espacio físico, todo esto hace que se apilen a demasiadas alturas generando deformaciones en los perfiles la cual se debe a la colocación de los mismos uno encima del otro aumentando el peso en los bultos inferiores permitiendo así lo anteriormente citado.



Figura 18: Identificación de los Bultos

Cabe destacar que actualmente la Planta Extrusora no cuenta con el área de almacenamiento (almacén) para el resguardo de los perfiles una vez embalados hasta su despacho, por lo que se está almacenado los bultos temporalmente en las diferentes zonas de la planta (ver figura 19). Algunas de estas zonas no son las adecuadas para el acopio de los bultos, ya que están expuestos a la lluvia ocasionando posibles manchas en los perfiles, además interfiere en el desplazamiento de los equipos móviles.



Figura 19: Almacenamiento de los Perfiles Embalados

5.1.3. Descripción del Proceso de la Planta de Pintura

Después que los perfiles salen del horno de endurecimiento son transportados al área de pintura, donde de forma manual se colocan los perfiles en las cestas de tratamiento, donde se realiza la carga de los perfiles por camadas y filas separadas por varillas de poliuretano para dejar el paso de los tratamientos entre los perfiles. Las cestas son recogidas por un carro puente en las estaciones de carga, las sube y las va pasando por cada deposito (tina), según la secuencia configurada para el tratamiento correspondiente. Las tinas contienen soda caustica, ácido clorhídrico, agua, en cada tina se realiza una limpieza determinada para que la pintura se adhiera mejor al perfil. Este proceso es la etapa de pretratamiento, donde se manipula una cesta a la vez, que completa un ciclo de 25 minutos. Otra cesta mientras en la posición de goteo y una en la posición de secado.

En la siguiente parte del proceso se van colgando de forma manual los perfiles ya tratados anteriormente, en perchas que son tubos de forma

rectangular con ganchos en cada uno de sus dos extremos, en una percha pueden estar de 15 a 20 perfiles; la percha circula por un camino estructural que hace mover la percha a la velocidad que requiere para poder ser procesada en la pintura. Esta estructura pasa por todos los procesos cabina de pintura, donde se le suministra la pintura (pintura de polvo electrostática). En esta cabina se impulsa pintura en polvo a través de las pistolas y electrostáticamente se adhiere al perfil, la pintura que va quedando en el fondo de la cabina se recoge y vuelve a las pistolas. El tiempo que permanece en la cabina de pintura varía dependiendo del perfil que tengamos que procesar.

Cuando termina el proceso de pintado, entra al horno de secado que está conformado por ventiladores que conducen el aire para que se adhiera al perfil, en el horno pueden entrar 9 perchas; después salen del horno y pasan para ser descolgados los perfiles; aquí se descuelgan de forma manual y son colocados nuevamente en cestas o elementos de transporte para terminar el proceso en el área de embalaje y luego a almacén

➤ Diagrama de Proceso de la Planta de Pintura

Diagrama: Proceso

Proceso: Acabado de Perfiles

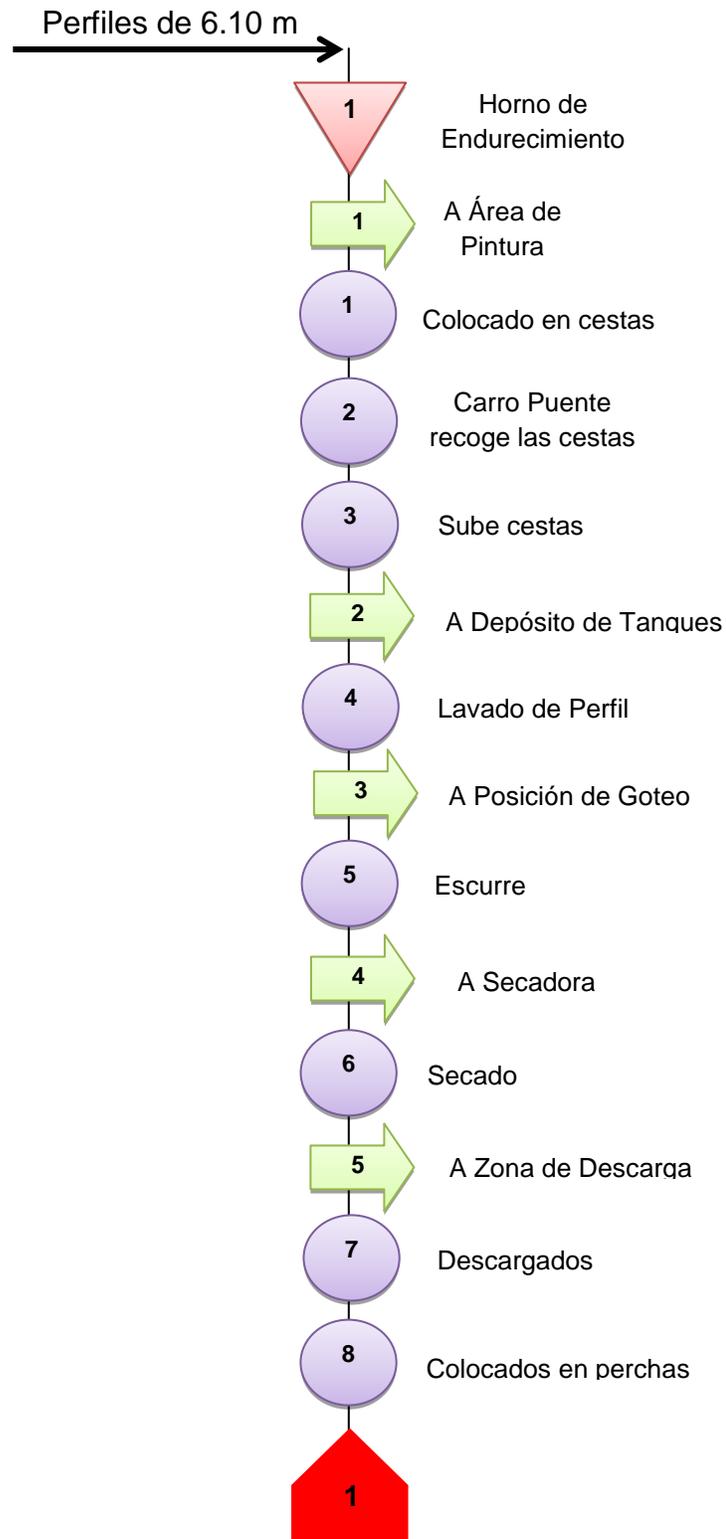
Inicio: Perfiles en cestas

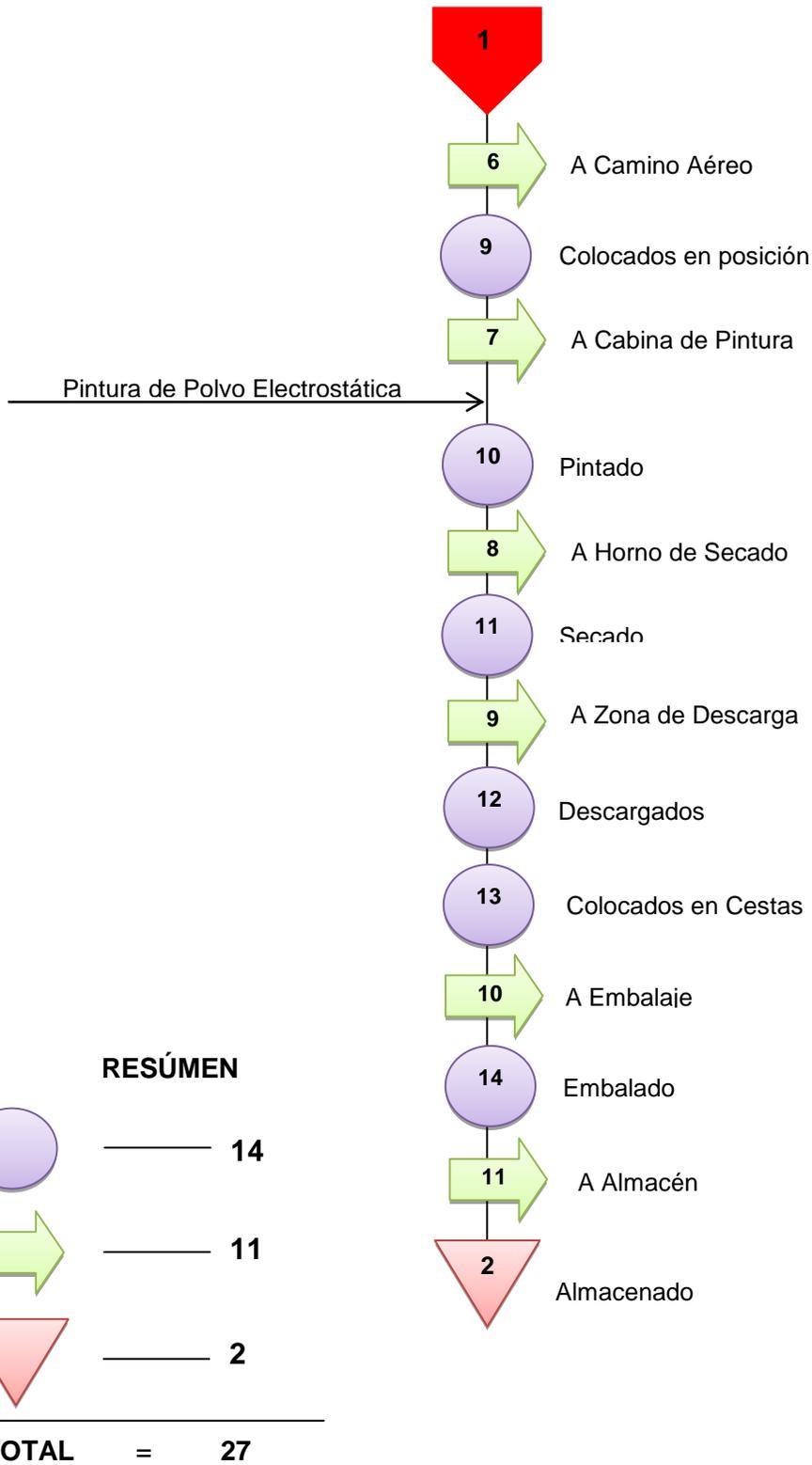
Fin: Perfiles embalados en almacén

Método: Actual

Fecha: 29/08/2013

Seguimiento: Material





Identificado las actividades que se realiza en la planta de pintura, se presenta el flujograma correspondiente donde se evidencia la secuencia que lleva el perfil desde que llega al punto de carga hasta el área de embalaje (ver figura 20).



Figura 20: Flujograma del Proceso Operativo de la Planta de Pintura

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presentan los desplazamientos de la planta de pintura para cada una de las áreas con el personal asignado a cada una de ellas, además de sus riesgos y lesiones a los que están expuestos.

Tabla 10: Desplazamientos del Personal y Riesgos del Área de Pintura

Estación de Trabajo	Desplazamientos del Hombre	Riesgo o Lesiones
Pretratamiento	El operador no se desplaza del su lugar de trabajo	Golpes
Zona de Cuelgue	Se desplazan de la zona de Pretratamiento hasta la zona cuelgue (perchas)	Golpes por caídas de material a diferentes niveles
Zona de Descuelgue	Se desplazan a la zona de embalaje. Descarga las barras pintadas, las coloca en un carro y las lleva para embalar	
Área de Pintura	Se mueven alrededor de todo el proceso a partir de la cabina de pintura, el horno y a su salida. Se desplaza dónde está la pintura en polvo para llevarla y meterla en la cabina	Inhalación de la pintura Irritación de los Ojos

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 10 se reflejan los desplazamientos realizados por el personal del área de pintura y los riesgos que estas conllevan, como se puede apreciar en la tabla el personal del pretratamiento solamente se mueven dentro de su área de trabajo llevando con ellos la dirección del puente grúa para la colocación de las cestas en las tinas.

Para llevar a cabo la ejecución de las actividades de una manera adecuada y sin ningún contratiempo, el personal debe cumplir con los implementos de seguridad necesarios (ver tabla 11).

Tabla 11: Implementos de Seguridad para el Personal del Área de Pintura

Implementos	Área de Pintura			TOTAL
	Pretratamiento	Zona de Cuelgue y Descuelgue	Pintura	
Mascarillas doble filtro				4
Mascarillas blancas				56
Protector auditivo (Audífonos)				0
Protector auditivo (tapones)				8
Guantin puntos PVC				56
Lentes claros transparentes				56
Botas con aislantes antiresbalantes				8
Traje aluminizado				0
Guantes kevlar				0
Visor transparente				0
Respirador combinado de amoniaco				0
Monolentes				0
Botas impermeable caña alta punta hierro				0
Traje impermeable antiquímico				4
Guantes de gomas (nitrilo) caña largo				4
Guantes de Carnaza				0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11 se exponen los implementos de seguridad para el personal de la planta de pintura, donde se determinan el número de implementos de cada uno de los procesos.

Los productos que se utilizan en esta área son especialmente concretos y de utilización poco común para realizar tanto la preparación de los perfiles antes de ser pintados como en el mismo proceso de pintura, todos estos productos deben estar consignados en zonas protegidas y con condiciones ambientales concretas para su posterior uso.

Tabla 12: Insumos y Materiales para el Proceso de Pintura

Insumos y Materiales	Uso
Ácido desengrasante ALS-14D	Productos químicos especiales utilizados en el pretratamiento de la pintura
Desengrasante ALS-17D	
Pasivante sin cromo ALS-75B	
Pasivante para mezclar en la tina con ALS-75A	
Polvo electrostático	Utilizado como conductor, aumenta la fijación de los productos
Ácido clorhídrico 33%	Productos químicos utilizados como base en el pretratamiento de la pintura.
Sosa caustica liquida	
Hidróxido de Calcio	
Ácido Sulfúrico 30%	
Pintura de Polvo electrostática	Utilizada para pintar los perfiles
Set de boquillas para pistolas Flat Jet	Elementos consumibles utilizados en caso de deterioro
Set de electrodo de Flat Jet	
Set de Piezas para efecto Venturi en la bomba de pintura	
Tubo conductivo de polvo	
Set de cartuchos de filtros superior 782	
Set de cartuchos de filtros inferior 908	
Célula de conductividad S411S	
Electrodo pH S401 VG/S	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 se reflejan los insumos que serán utilizados en el proceso de acabado de los perfiles, estos insumos o consumibles son de manipulación especial con lo que se debe realizar esta labor con especial cuidado. Hay ciertos consumibles como en el caso de la pintura en polvo que su conservación y almacenamiento tiene que estar controlada y cerrada para evitar agentes externos que puedan dañar la pintura y a una temperatura de 20 °C.

En estos momentos la planta de pintura no está habilitada o realizando sus actividades debido a la falta de insumos, la pintura en polvo, ácidos para las tinas de pretratamiento.

Hay que tener en consideración que el área del proceso de pintura debe estar completamente hermetizada y que esto todavía se encuentra en proceso de ejecución, se han realizado pruebas en el área para verificar que los equipos funcionen correctamente y observar el proceso.

Todas las actividades que se realizan en cada una de las áreas de la planta extrusora requieren de la permanencia del personal durante su ejecución, se puede dar el caso de no conformidades con el puesto de trabajo, por la permanencia en el lugar, la postura, el agotamiento físico, visual y sobre la manipulación de los materiales (ver tabla 13).

La planta extrusora en una planta que cuenta con áreas operativas, lo que significa que algunos trabajadores pudiesen permanecer expuestos a factores de riesgo laborales como: exposición de ruido, estrés térmico, vibraciones, polvo, iluminación, humedad, carga física (posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación de carga). Sin olvidar los factores de riesgos ergonómicos ligados a aspectos psicosociales como lo es la carga mental y los tiempos de trabajo.

Tabla 13: Resumen de la Evaluación de los Puestos de Trabajo

Áreas de la Planta Extrusora		Postura y Permanencia			Agotamiento			Manipulación de Materiales		
		Sentada	De pie sin Movimientos	De Pie con Movimientos	Físico	Visual	Mental	Sin Movimientos	Con Movimientos Livianos	Con Movimientos Pesados
Línea de 7" y 8"	Prensa			X	X	X		X		
	Estreche			X	X				X	
	Sierra			X	X	X			X	
	Horno			X	X			X		
	Transferidor			X	X				X	
Área de Embalaje	Desencestador		X		X			X		
	Embalaje Previo		X		X	X	X			X
	Embalaje Final		X		X	X				X
Planta de Pintura	Pretratamiento			X	X				X	
	Cuelgue		X		X	X	X			X
	Pintura			X	X	X			X	
	Descuelgue		X		X	X	X			X

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 se muestra la evaluación de los puestos de trabajos pertenecientes a cada área, observando que hay tres áreas que presentan mayor exposición a factores físicos y ergonómicos. Debido a los resultados obtenidos se hará una evaluación de los riesgos ergonómicos a la estación de embalaje previo que será realizado durante el turno de trabajo de 7:00 a 3:00 pm.

Las estaciones de cuelgue y descuelgue han proporcionado los mismos resultados o superiores, pero ante la inactividad de la planta de pintura se ha determinado realizar el anteriormente citado puesto de trabajo.

A continuación se indican los aspectos a evaluar en la estación de embalaje previo. Seguidamente, se realiza el análisis de los mismos. Los aspectos a evaluar son los siguientes:

Tabla 14: Aspectos a Evaluar

Aspecto	Características
Antropometría	Características del cuerpo humano
Actividad Física	Carga Postural
	Manipulación de la carga
	Movimientos repetitivos
Entorno Ambiental	Ruido
	Iluminación
	Polvo

Fuente: Elaboración Propia

La valoración quedara determinada de la siguiente manera:

- Grado 1 = para condiciones muy favorables con muy bajo nivel de riesgo.
- Grado 2 = para condiciones favorables con bajo nivel de riesgo.

- Grado 3 = para condiciones medianamente favorables con un nivel de riesgo moderado.
- Grado 4 = para condiciones desfavorables con riesgo grave.
- Grado 5 = para condiciones muy desfavorables con riesgos ergonómicos no tolerable.

1. Análisis del Puesto de Trabajo:

Antes de realizar el análisis del puesto de trabajo se debe conocer las características del cuerpo humano del personal, para ello se evalúan las variables antropométricas (ver tabla 15).

Tabla 15: Variables Antropométricas

Variables Antropométricas	\bar{X} (Promedio)
Edad (años)	40
Peso (Kg)	80
Altura (m)	1.75
Extensión de los Brazos (cm)	75
Anchura de caderas (m)	58
Anchura Codo - Codo (cm)	68
Circunferencia Abdominal (cm)	120

Fuente: Elaboración Propia

La estación de embalaje previo cuenta con un total de 16 trabajadores distribuidos en cuatro turnos de trabajo. En la tabla 15 se refleja el promedio de las variables antropométricas.

a. Carga Postural

Los operadores de la estación de embalaje previo realizan sus actividades manteniendo una posición de pie. El entorno de trabajo es un espacio libre de obstáculos, pero en ocasiones está rodeado de material defectuoso impidiendo que el operador se movilice con facilidad (ver figura 21). En ocasiones el operador adopta una posición encorvada para el agarre de los perfiles.



Figura 21: *Carga Postural de los Operadores*

b. Manipulación de la Carga

Los operadores realizan levantamientos de perfiles con un peso entre 1.5 kg y 6 kg. La carga es desplazada de manera vertical a una distancia de 30 cm entre la altura de los hombros, pero con una frecuencia muy elevada, produciendo fatiga física.

Todos estas cargas del proceso de trabajo del empaque previo, son realizados en grupos de trabajo, en nuestro caso dos personas. Según estudios realizados, esta situación ha de tenerse en consideración que los pesos manipulados por varias personas reducen en una porcentual los kg a levantar, en el caso de dos personas 2/3 de lo que individualmente podría levantar cada una de ellas. Todas estas consideraciones son muy importantes porque van a derivar en bajas laborales y reducción de trabajo en el ámbito de productividad.

c. Movimientos Repetitivos

Los movimientos que realizan los operadores en el proceso de embalaje es el siguiente:

- Cuando el embalaje se realiza de forma automática, el operador ejecuta menos movimientos por ciclo, con una repetitividad mayor, ya que la actividad se realiza en menor tiempo.

N° Mov.	Movimientos del Operador
1	Giro de cabeza (izquierda)
2	Giro del tronco (izquierda)
3	Inclinación del tronco a 35°
4	Estirar brazos (ambos)
5	Levantamiento de brazos (con peso)
6	Giro de Cabeza (derecha)
7	Incorporación (posición normal)

Movimientos manuales del operador (Embalaje Automático)

- Cuando el embalaje se realiza de forma manual, los operadores ejecutan movimientos simples pero con mayor repetitividad por ciclo, en comparación al embalaje automático.

N° Mov.	Movimientos del Operador
1	Giro de cabeza (izquierda)
2	Giro del tronco (izquierda)
3	Sube brazos (ambos)
4	Cerrar manos
5	Encoger brazos
6	Giro de Cabeza (derecha)
7	Giro del tronco (derecha)
8	Bajar Brazos

Movimientos Manual del Operador (Agarre del Papel de Embalaje)

9	Levantar brazo izquierdo (con peso)
10	Giro hombro lateral
11	Bajar brazos
12	Cerrar dedos
13	Levantar brazos
14	Giro hombro lateral
15	Giro de cabeza (izquierda)
16	Giro del tronco
17	Extender brazo
18	Levantar brazo
19	Giro de cabeza (derecha)
20	Giro del tronco
21	Baja brazos
22	Cerrar dedos
23	Levantar dedos
24	Giro hombro lateral
25	Giro de cabeza (derecha)
26	Giro del tronco
27	Extender brazo
28	Abrir manos
29	Cerrar manos
30	Levantar brazos
31	Giro de cabeza
32	Giro del tronco
33	Abrir manos
34	Inclinación de tronco 45°
35	Bajar brazos
36	Movimiento circular del hombro (360°)
37	Sube brazo (izquierdo)
38	Baja brazo (izquierdo)
39	Giro de cabeza
40	Giro del tronco
41	Bajar brazo (derecho)
42	Abrir manos
43	Giro de cabeza (derecha)
44	Giro del Tronco

Movimientos Manuales del Operador (Perfiles Embalados con Vuelta en Ola)

Movimientos Manuales del Operador (Amarre de Puntas con Cinta Adhesiva)

Movimientos Manuales del Operador (Posición Inicial)

El personal del área de embalaje cumple con una jornada de trabajo de 8 horas comprendidas, desde las 7:00 am hasta las 3:00 pm., este proceso descrito tiene una duración aproximadamente de 2,30 minutos, por lo que todos los movimientos son altamente repetitivos.

Los movimientos elementales representan más de un 50% de la duración del ciclo. En el siguiente cuadro se reflejan los movimientos que realiza el operador con el número de repetición durante un ciclo.

Tabla 16: Movimientos Repetitivos para la Formación de Paquetes

Movimientos del Operador	N° de Repeticiones
Gira la Cabeza	8
Girar Tronco	8
Subir Brazos	6
Bajar Brazos	6
Abrir Manos	2
Cerrar Manos	2
Encoger Brazos	1
Girar Hombro Lateral	3
Cerrar Dedos	2
Extender Brazos	2
Levantar Dedos	1
Inclinación del tronco	1
Movimiento Circular del Hombro	1
Abrir Brazos	1
TOTAL	44

Fuente: Elaboración Propia

Durante la realización de la actividad, los operadores realizan movimientos repetitivos múltiples de la cabeza, mano, tronco, brazos y dedos, efectuando un total de 44 movimientos para un ciclo. Los

movimientos con mayor repetitividad durante un ciclo son los movimientos de cabeza y tronco, provocando lesiones sin ninguna manifestación aparente, pero al cabo del tiempo se manifiesta de forma global.

d. Entorno Ambiental

El operador está expuesto a varios factores que pueden afectar la salud y el rendimiento en el trabajo, entre los factores se tiene: la iluminación, el ruido y polvo. El entorno ambiental donde se desenvuelve la actividad posee las siguientes características en cuanto a:

- **Iluminación:**

Los factores de iluminación, tienen una gran importancia en el análisis ergonómico, ya que influye en el desempeño de las actividades e interfiere en la eficiencia y eficacia del trabajador. La cantidad de luxes necesarios para la realización de los paquetes con movimientos repetitivos hace que la cantidad de iluminación necesaria para realizar todo esto sea de vital importancia (ver figura 22).



Figura 22: Iluminación de Área

A continuación se describe brevemente en la tabla 17 los parámetros de diseño y actuales del área necesarios para la evaluación del ambiente lumínico.

Tabla 17: Parámetros de Iluminación del Área

Parámetros	Diseño	Real
N° de luminarias	74	76
Metros de la Nave	109	110.3
Altura de las Luminaria (cm)	970	970
N° de Luminarias Encendidas	74	38
Luxes de las Luminarias	483	248
Luxes Mínimos Recomendados	100	100

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la tabla 17 el área de embalaje no cuenta con la iluminación adecuada, debido a la cantidad de luminarias que se encuentran fuera de servicio que representan el 50% del total, con un valor promedio de 248 luxes (ver figura 23). La cantidad de iluminación (lux) necesaria para la ejecución de las actividades está dentro del rango mínimo recomendado de 100 lux.



Figura 23: Luminarias Fuera de Servicio

Existe entrada de luz natural, debido a las características del entorno físico del área de embalaje, hay que tener en cuenta que las luminarias tienen un tiempo de vida útil, es decir, van perdiendo sus luxes máximos, es muy probable que debido a la luminarias fuera de servicio y la vida útil de estas en muy poco tiempo se estará por debajo de la luz (luxes) recomendados.

Por la falta de luminarias en el área se decidió colocar un reflector de mayor intensidad para que ilumine gran parte del área, pero este no es el



Figura 24: Luminaria Incorrecta

adecuado ya que, provoca a los operadores incandescencia en los ojos debido a la posición de la lámpara (reflector) que está colocada a una altura menor de la adecuada y con una dirección incorrecta (ver figura 24), ocasionando deslumbramientos, aumento de sensación corporal de calor e incomodidad a los operadores.

(Observación: Para el turno de la noche comprendido entre las 3:00 a 11:00 pm, el factor de iluminación tiene un alto grado de incidencia, por esto es más que recomendable efectuar un estudio de luxes concreto, para poder desarrollar en esta área el trabajo correctamente).

- **Polvo**

El personal está expuesto a gran cantidad de polvo proveniente de las áreas externas. Esta área tiene una parte de la estructura de la nave completamente abierta con lo que, el polvo que se encuentra suspendido (alúmina) producto de uno de los procesos de Alcasa, derivado de la extracción mineral y la conformación del aluminio puro, en otras plantas cercanas a donde se encuentra la planta extrusora, más concretamente en el área que se ha realizado el estudio. Este residuo en el ambiente penetra en el área ocasionando irritación en los ojos, problemas respiratorios, alergia, además de sumar la dificultad en el desenvolvimiento de los operadores a la hora de realizar sus actividades.

- **Ruido**

La estación de embalaje previo, es un área donde no hay incidencia de ruidos elevados, debido a que tanto las maquinarias que se utilizan como el movimiento de los productos dentro de ella tienen una baja repercusión sonora en el ambiente. La cantidad de ruido presente en esta área está por debajo de los dB recomendados que es de 85 dB, por lo que el personal de esta estación puede abstenerse a colocarse los tapones (el cumplir con las normas de seguridad respecto al ruido sonoro por estar por debajo de lo permitido, no exige a los responsables de esta área el exigir por la salud del trabajador la colocación de elementos auditivos para mejorar su calidad de vida en el trabajo). Si el ruido supera el nivel recomendado el tiempo de permanencia de los operadores en la estación debe disminuir y con ello llevar protectores auditivos.

Analizado los aspectos del estudio ergonómico, se realiza la evaluación del puesto para determinar las condiciones en que está expuesto el operador.

Tabla 18: Evaluación del Puesto. Estación de Embalaje Previo

Ítems.	Aspectos	Grado de Evaluación				
		1	2	3	4	5
1	Actividad Física					
1.1.	Carga Postural			x		
1.2.	Manipulación de Carga		x			
1.3.	Movimientos Repetitivos			x		
2	Entorno Ambiental					
2.1.	Iluminación			x		
2.2.	Polvo			x		
2.3.	Ruido		x			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del puesto de trabajo del embalaje previo. Según la actividad física que realizan los operadores la carga postural y los movimientos repetitivos son los que tienen un grado de incidencia elevado, provocando un nivel de riesgo moderado. El entorno ambiental donde se lleva a cabo la actividad se encuentra en condiciones medianamente favorables, debido al exceso de polvo y a la falta de iluminación.

5.2. Diagnosticar la situación actual de la planta a través de los indicadores de proceso

Para el logro de este objetivo se tomó en cuenta las áreas que conforma la planta extrusora, las cuales son: la línea de 7 y 8 pulgadas, el área de embalaje y la planta de pintura.

Se determinó los indicadores de cada una de ellas, la capacidad de producción y los parámetros indispensables para la ejecución del proceso, las variables operativas principales.

A continuación se presentan los esquemas con los equipos que conforman las líneas de producción de la 7", 8", área de empaque y planta de pintura, especificando la capacidad de producción que resulta de los productos que actualmente se fabrican en Alcasa. En la planta de pintura no se ha especificado niveles de producción por no estar actualmente operativa la planta, en su lugar se ha colocado las capacidades de diseño.

Los productos que se están fabricando actualmente en la planta extrusora son perfiles donde su diseño y su densidad de aluminio están por debajo del

estándar medio de peso, por lo que la capacidad de producción actual de los equipos es menor a la de diseño.



Figura 25: Línea de Extrusión de 7"

Fuente: Elaboración Propia

La línea de 7 pulgadas está formada por 5 estaciones de trabajo como se representa en la figura 25, cada equipo está diseñado para cumplir con una capacidad de producción. La línea de 8 pulgadas posee la misma cantidad de equipos y solo varían sus capacidades (ver figura 26), estas son determinadas por la mayor densidad de los productos que se fabrican en ella.



Figura 26: Línea de Extrusión de 8"

Fuente: Elaboración Propia

Una vez identificado los equipos que conforman las líneas de producción hasta el área de embalaje, se identifican los equipos críticos que pueden llegar a disminuir la producción o en tal caso en la paralización del proceso. Para las líneas de 7" y 8" los equipos críticos son:

✚ Sierra en Frío

Se determina como equipo crítico, puesto que es el último ciclo donde se finaliza el proceso puramente de extrusión en la prensa. Por ello la sierra puede convertirse en un cuello de botella de la producción, por dos causas principales.

1. La primera es derivada de los procedimientos operativos de cómo realizar el apilado de los perfiles, debido a su geometría y peso.

Los perfiles deben apoyarse debidamente para no sufrir deformaciones en la cesta donde son apilados, para ello en muchas ocasiones el personal de sierra debe realizar más movimientos de material de los necesarios y esto incrementa el tiempo de operación, con lo que puede llevar a una acumulación de materiales en procesos anteriores y poder paralizar el proceso.

2. La segunda causa que lleva a determinar la criticidad de la sierra es el corte de la medida requerida por el cliente, la medida estándar utilizada de 6 mts. de corte, tanto se disminuya la medida por debajo de la estándar se aumenta igualmente el tiempo de proceso definitivo con lo que se tiene problemas de acumulación de material en los procesos anteriores y hasta la posibilidad de parar por completo el proceso.

(Ejemplo: Mientras realizamos 4 cortes de 3mts de perfil, en el caso de barras a 6mts solo realizaríamos 2 cortes).

Horno de envejecimiento

El proceso de tratamiento de material en los hornos de envejecimiento se puede convertir en un proceso crítico derivado de la cantidad de cestas llenadas en las líneas de extrusión, y asegurar que se cuente con la capacidad de tratar todo el material para acumulación a la entrada de los hornos.

Los motivos principales de este cuello de botella productivo derivan de, la velocidad de las prensas y geometría de los perfiles.

1. Cuanta más velocidad se coloque en las prensas para alcanzar la máxima producción posible para los distintos tipos de material, más cantidad de cestas se necesitan, con esto podemos tener acumulación de cestas a la entrada del horno y el proceso no ser capaz de absorber todas ellas.
2. La segunda variante que podemos tener es la de perfiles con estructuras geométricas muy grandes y de poco peso, es decir, se coloca poca cantidad de aluminio en las cestas pero con un gran volumen, por ello aumenta la cantidad de cestas a utilizar para estas referencias de perfiles

Para evitar estos imprevistos en el proceso se necesita tener una planificación correcta de las referencias que van a entrar en las prensas, así conocer de antemano cuantas cestas vamos a sacar por turno de trabajo con esa relación de perfiles y comprobar que no se realice cuello de botella productivo a la entrada de los hornos.

Además de los equipos críticos presentes en las líneas de producción, se puede tener en el área de empaque un cuello de botella provocado por la manipulación de los materiales por parte del personal.

Empaque

El proceso de empaque tiene como uno de sus condicionantes, que no todo el proceso es automático, es decir, se tienen procesos manuales muchas veces demandados por los clientes de como requieren el tipo de embalaje. Todos estos tipos de embalajes hacen

que el proceso operativo del equipo tenga mayor pérdida de tiempo productivo a la hora de conformar los paquetes y su embalaje definitivo.

Al igual que los equipos críticos descritos anteriormente, es fundamental tener una buena planificación, para no programar este tipo de materiales seguidos, la consecuencia de no hacerlo así se tiene la acumulación de materiales a la salida de los hornos sería muy alta y provocara de nuevo otro cuello de botella en el proceso.

Cuando el proceso del horno de envejecimiento ha terminado, es determinado por los pedidos demandados por el cliente que cantidad de material se destina para la zona de acabado, donde se realizará una programación en función a su tipo de acabado (color de pintura) (ver figura 27).

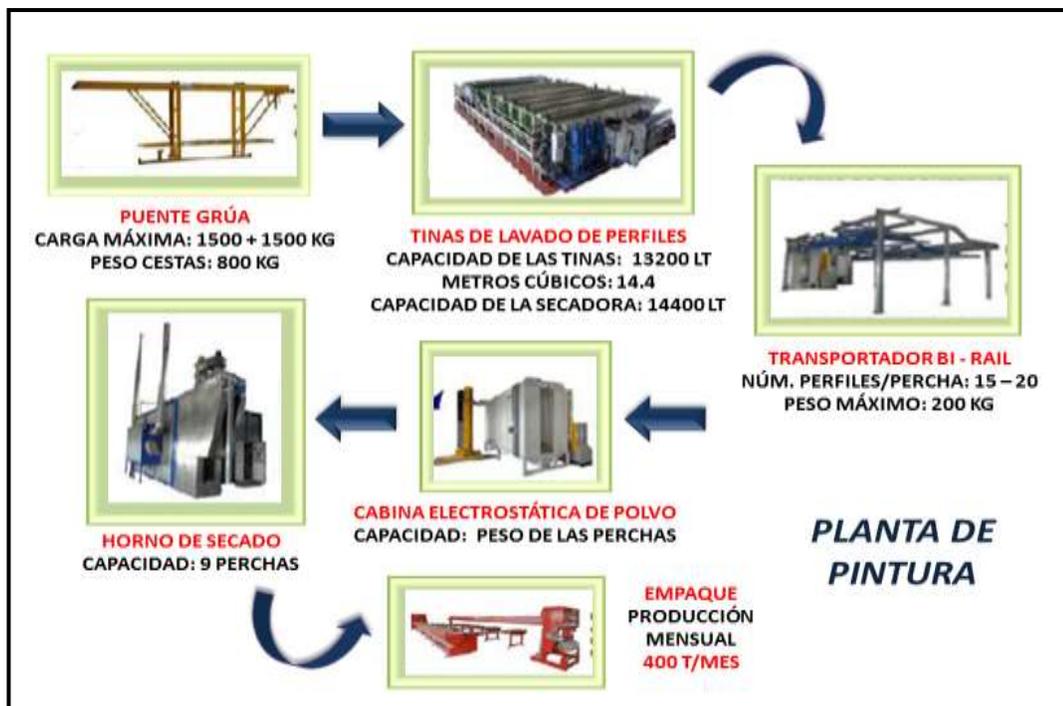


Figura 27: Planta de Pintura

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 27 se presentan los equipos que conforman la planta de pintura con sus respectivas capacidades a las que están diseñadas, esta planta está comprendida por cinco (5) equipos para realizar el acabado de los perfiles, además cuenta con una pequeña área de empaque. La planta de pintura por su diversidad de actividades posee equipos críticos para los que se deben tomar las medidas necesarias para evitar que se dé un cuello de botella.

Pintura

En el área de pintura, se tienen varios procesos críticos que pueden acarrear cuellos de botella productivos, todos esos procesos están relacionados con la manipulación manual de los perfiles. Entre esos procesos están:

1. Procesos de cuelgue y descuelgue: Hay que tener en cuenta que dentro del proceso de pintura al igual que en otros procesos el factor hombre, es una parte fundamental para la ejecución de las actividades. En esta etapa se puede generar un cuello de botella debido a la manipulación del hombre al momento de colgar o descolgar los perfiles en las perchas.

Cuando se realiza el comentario relativo al cuello de botella, hay que tener en cuenta que se puede desde disminuir la producción de la línea hasta una parada total de las áreas o actividades anteriores ha esta.

2. Proceso de pretratamiento. Para el inicio de este proceso se requiere de cestas especiales para el lavado de los perfiles, por lo que es aquí, donde se puede generar un cuello de botella, debido al cambio de cestas, ya que la manipulación de los

perfiles se hace de forma manual, es decir por factores humanos pueden retardar o parar el inicio del proceso.

Evidentemente, en todas las áreas se puede generar un cuello de botella, debido a la planificación inicial en las prensas y de la manipulación del material de aluminio, por se debe realizar una planificación evaluando las estaciones donde se genera el cuello de botella y así poder determinar la producción para cada día de trabajo.

Las capacidades de producción de las áreas están relacionadas a los productos que se fabrican en la planta, ya que, son diferentes tanto en sus pesos como sus estructuras geométricas, lo que hace que la capacidad de diseño disminuya o aumente en función de estas premisas. Cada área está diseñada para una capacidad superior a la que en este momento se está trabajando (ver tabla 19), por ello se tiene todavía un margen amplio para acometer proyectos de perfiles de aluminio, que bien sea por su dimensión o diseño aporten a la producción una mayor capacidad.

Tabla 19: Capacidad de Producción de la Planta Extrusora

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	
Áreas de la Planta Extrusora	Capacidad Instalada (Anual)
Prensa 7"	10.500 T/año
Prensa 8"	13.000 T/año
Planta de Pintura	400 T/mes = 4.800 T/año
Área de Embalaje	23.500 T/año

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 19 la capacidad de producción instalada de las áreas que conforman la planta extrusora durante la primera fase, la cual será de 23.500 T al año; donde la capacidad del área de embalaje es la suma de la producción de la línea de 7 y 8 pulgadas.

El área de empaque es capaz de absorber todo lo que se produce en la prensa, la forma de embalar dependerá de cómo lo pida el cliente o en su defecto de como Alcasa quiera determinar su venta a lo que los clientes deben regirse.

Un porcentaje de la producción será llevada a la planta de pintura donde se realizara su debido tratamiento y continuar con su siguiente proceso de pintado esta capacidad la va a determinar el cliente según sus exigencias, esta planta posee un área de empaque con menos capacidad productiva para embalar los perfiles pintados.

La planta extrusora está diseñada para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente, ya que está equipada con equipos de alta tecnología; su producción no es estándar, lo que hace que los procesos necesiten para cada perfil fabricado un proceso individual y controlado. Todo ello involucra a todas las áreas del proceso, prensa, horno, pintura y empaque que deben controlar de forma individual el flujo del proceso total de la planta.

Para cumplir con la capacidad instalada de la planta se debe conocer los parámetros de producción que regirán al proceso, aprovechando al máximo la capacidad de cada uno de los equipos. A continuación se presentan los parámetros de cada una de las áreas.

➤ Parámetros de la Línea de 7 y 8 pulgadas

Para definir los parámetros de la prensa, se necesitan las características de las matrices que se utilizaran en el proceso, el pedido requerido por el cliente y las variables del tocho de aluminio (ver tabla 20), estos parámetros se deben calcular para cada producto que se hagan en las prensas.

Tabla 20: Parámetros de Producción de la Prensa 7" y 8"

	Parámetros
Matriz	Nombre de la matriz
	Salidas
	Peso (g/metro)
Pedido	Peso (kg Neto)
	Longitud corte
	Tipo de acabado
Tocho	Temperatura
	Velocidad de extrusión
	Longitud
	Peso (kg)
	Número de tocho
	Longitud del residuo del tocho (arepa)
Mesa	Peso del residuo del tocho (arepa)
	Longitud de mesa
	Metros de Perfil
	Cortes barra
	Metros de desperdicio

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20, se reflejan los parámetros de producción para la línea de 7 y 8 pulgadas que serán útiles para realizar el proceso y cumplir con la programación, se realizan los cálculos de todos los parámetros que se citan,

estos deben ser calculados por cada uno de los productos que fabrique Alcasa. Los parámetros están ordenados por los diferentes procesos que se compone la prensa de extrusión.

Primero se deben conocer las características de las matrices con las que cuenta la planta extrusora (ver tabla 21), y de ahí poder determinar según el pedido del cliente la cantidad necesaria para realizar este.

Tabla 21: Catálogos de Matrices

	Nº Matriz Código	Cantidad Matrices	Tipo Die	Diámetro Espesor	Cavidad Salidas
Prensa 7 "	ALC-2001	6	S(P,B)	10 / 5,5	8
"	ALC-2042	3	S(P,B)	10 / 5,5	10
"	ALC-673	3	S(P,B)	10 / 5,5	4
"	ALC-670	3	SP	10 / 5,5	6
"	ALC-672	3	H	10 / 5,5	4
"	ALC-674	3	S(P,B)	10 / 5,5	4
"	ALC-790	4	S(P,B)	10 / 5,5	4
"	ALC-791	4	S(P,B)	10 / 5,5	4
"	ALC-792	4	S(P,B)	10 / 5,5	4
"	ALC-780	4	S(PBF)	10 / 5,5	4
"	ALC-1447	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-1448	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-927	2	S(P,B)	10 / 5,5	6
"	ALC-936	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-937	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-929	2	H	10 / 5,5	4
"	ALC-955	3	H	10 / 5,5	1
"	ALC-956	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-953	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-952	3	S(P,B)	10 / 5,5	6
"	ALC-959	3	H	10 / 5,5	2
"	ALC-958	3	H	10 / 5,5	2
Prensa 7 "	ALC-960	3	S(P,B)	10 / 5,5	10
	TOTAL	74			

Fuente: Departamento de Comercialización

En la tabla 21 se observan las matrices que posee la planta extrusora, esta producirá 23 tipos de perfiles, cada una con una función diferente, las características de cada uno varía dependiendo del tipo de perfil por la estructura geométrica, el peso y las dimensiones (ver apéndice A). Existen un conjunto de matrices que se utilizan para formar estructuras según su aplicación.

Tabla 22: Estructuras de la Planta Extrusora

Cielo raso	Cielo raso
Ventana Corredera Tipo Ecobel	Ventana Corredera Tipo Ecobel
Panorámicas (2 canales)	Panorámicas (2 canales)
Fachadas	Fachadas
Puertas	Puertas
Puertas (Batientes Junior)	Puertas (Batientes Junior)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22 se mencionan las estructuras a realizar según la aplicación de los perfiles. Cada estructura está conformada por varias matrices, algunas poseen más debido a la complejidad de la estructura.

Conocido las características de cada una de las matrices, se procede a calcular los parámetros siguientes, basándose en el pedido y las exigencias del cliente. Para ello se debe considerar las siguientes condiciones o restricciones para cada una de las líneas de producción, ya que, existe una pequeña variación en cuanto a la capacidad de las líneas:

- **Restricciones para la Línea de 7”**

1. Longitud de la mesa 7” < 46 m
2. Longitud máxima del tocho 7” < 1030 mm,
3. Peso del tocho de comparación (longitud máx.) = 69,05kg

4. Peso del residuo del tocho (AREPA) = 1.8 kg
5. Desperdicio de perfil = 1 m

- **Restricciones para la Línea de 8''**

1. Longitud de la mesa 7'' < 54 m
2. Longitud máxima del tocho 7'' < 1150 mm
3. Peso del tocho de comparación (longitud máx.) = 100.69 kg
4. Peso del residuo del tocho (AREPA) = 2.3 kg
5. Desperdicio de perfil = 1 m

Las variables que rigen los cálculos son: Peso por metro del perfil, salidas de la matriz y la longitud requerida del perfil; además se debe conocer el pedido del cliente (peso/neto). Hay parámetros que se establecen antes del inicio del proceso como la temperatura y la velocidad de extrusión del tocho, la longitud y peso de la arepa.

Primeramente, se deben establecer las características variables de acuerdo al tipo de matriz que se quiere calcular. La formulación necesaria para realizar estos cálculos es la siguiente:

- I. **Peso por metro de la matriz:** Este parámetro se calcula cuando la matriz posee más de una (1) salida.

Peso/Matriz Matriz

$$= \text{Cant. de salidas de la matriz} \times \text{Peso/metro del perfil}$$

- II. **Longitud de Perfil**

$$\text{Longitud de perfil} = \text{Lon. de corte del perfil} \times \text{Cantidad de perfiles}$$

III. Longitud de la Mesa: Este parámetro está relacionado con la longitud total del perfil agregándole los metros de desperdicio.

$$\text{Longitud de la mesa} = \text{Longitud del perfil} + \text{Metros de Desperdicio}$$

IV. Peso del Tocho

Peso del tocho

$$= (\text{Longitud de la mesa} \times \text{Peso/metro Matriz}) \\ + \text{Peso residuo del tocho}$$

Se debe comparar el peso del tocho que se obtuvo con los cálculos realizados, contra el peso del tocho máximo que se puede extruir dentro de la máquina. Este no debe superar nunca el peso máximo que puede absorber el proceso.

$$\text{Peso del tocho} < \text{Peso del tocho (Long. máxima)}$$

Si no se cumple esta condición se debe recalcular la cantidad de perfiles hasta obtener un peso igual o menor al peso del tocho con longitud máxima, es decir hasta que se cumpla esta condición.

La máquina tiene diversas variantes para poder realizar la extrusión con respecto al tocho de aluminio y la matriz a trabajar.

1. Extrusión simple tocho a medida.
2. Extrusión doble corte (de un mismo tocho de aluminio se puede realizar dos extrusiones completas con el mismo n° de metros). Este caso corresponde a perfiles geoméricamente pequeños y de pesos muy bajos

3. Extrusión con empalme de tocho (se puede unir dos tochos de una misma dimensión y peso para poder sacar los metros necesarios a un tipo de perfil). Este caso corresponde a perfiles de grandes dimensiones y pesos

- V. **Longitud del Tocho:** Para calcular la longitud se establece una regla de tres, con la longitud y el peso del tocho máximo.

Peso del tocho (Long. máx) —————→ *Longitud máxima del tocho*

Peso del tocho —————→ *X (Longitud del tocho)*

$$\text{Longitud del tocho} = \frac{\text{Peso del tocho} \times \text{Longitud máxima del tocho}}{\text{Peso del tocho (Long. máx.)}}$$

- VI. **Número de Tochos:** Se debe conocer de manera oportuna el pedido del cliente para determinar el número de tochos a utilizar.

$$\text{Número de tochos} = \frac{\text{Peso del tocho}}{\text{Kg Neto (Pedido del Cliente)}}$$

Adicionalmente, se debe conocer los Kg Bruto que se utilizaran para cumplir con el pedido (Kg Neto), donde están involucrados los desperdicios que se obtienen de cada tocho.

- VII. **Kg Bruto**

$$\text{Kg Bruto} = \text{N}^\circ \text{ de Tochos (Peso residuo tocho + Peso/metro Matriz)} \\ + \text{Kg Neto}$$

Los parámetros se calculan para buscar minimizar los desperdicios y el tiempo de ejecución de las actividades, además maximizar la producción, ya que se pueda cumplir con la planificación y cubrir con los pedidos; estos determinaran la producción de la planta, se debe ajustar con los parámetros establecidos anteriormente.

A continuación se presenta un ejemplo con la aplicación de cada una de los parámetros de producción, tomando para ello la matriz ALC-955 con todas sus características y asumiendo un pedido de 1000 kg netos, con cortes de 6,10 m de perfil.

Aplicación de las Fórmulas

$$\text{Peso/Metro de la Matriz} = 0.953 \text{ kg/m}$$

$$\text{Longitud del Perfil} = 6.10 \text{ m} \times 7 = 42,7 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de la Mesa} = 42.7 \text{ m} + 1 \text{ m} = 43,7 \text{ m}$$

$$\text{Peso del Tocho} = (0.953 \text{ kg/m} \times 43.7 \text{ m}) + 1.8 \text{ kg} = 43.44 \text{ kg}$$

$$\text{Longitud del Tocho} = (43.44 \text{ kg} \times 1030 \text{ mm}) \div 69.05 \text{ kg} = 648.07 \text{ mm}$$

$$N^{\circ} \text{ de Tochos} = 1000 \text{ kg} \div 43.44 \text{ kg} = 23.02 \text{ tochos}$$

$$\begin{aligned} \text{Kg Brutos} &= (23 \text{ tochos} \times 1.8 \text{ kg}) + (23 \text{ tochos} \times 0.953 \text{ kg/m}) + 1000 \text{ kg} \\ &= 1063 \text{ kg} \end{aligned}$$

Se observa que el peso del tocho es menor al peso del tocho con la longitud máxima. Todos los parámetros están calculados para aprovechar al máximo la capacidad de los equipos.

Tabla 23: Aplicación de los Parámetros de Producción

PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN															
Características Matriz			Pedido		Características de la Mesa				Características del Tocho				Producción		
Matriz	Salida	Kg/m	kg Neto	Longitud Corte (m)	Cortes de Barra	m de Perfil	m Desperdicios	Mesa	Long Arepa (m)	Arepa (kg)	kg de Tocho	Long. Tocho	N° de Tochos	kg Brutos	% Chatarra
ALC-955	1	0.953	1000	6.1	7	42.7	1	43.7	0.25	1.8	43.44	648	23	1063	6.3

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 23 se observa el formato con cada uno de los parámetros de producción de las líneas de 7 y 8 pulgadas que deben tener al inicio del proceso, este procedimiento se realiza para cada una de las matrices. Siempre se debe conocer el pedido y la medida de corte del perfil que desee el cliente para poder determinar los kg brutos que se necesitan producir para cumplir con el pedido.

Dependiendo de la matriz, la temperatura varía si es hueco o sólido. Las temperaturas son las siguientes:

- Matriz Sólida: 420 °C a 440 °C
- Matriz Hueca: 440 °C a 480 °C

(También es necesario conocer la velocidad para cada una de las matrices)

➤ **Parámetros del Área de Embalaje**

Los parámetros de producción del área de embalaje están determinados por la destreza de los operadores al inicio del proceso, es decir, por los movimientos manuales que ejercen durante la formación de paquetes, de los bultos, pero se debe considerar el tipo de embalaje a realizar para los diferentes perfiles y el tipo de material (ver figura 28).



Figura 28: *Materiales Utilizados para Embalar*

Cada tipo de perfil posee características diferentes en cuanto a su estructura geométrica, dimensiones y peso, por lo que se ha establecido un manual para la formación de los paquetes y los bultos. Este manual refleja la cantidad de piezas que debe poseer cada paquete y la cantidad de paquetes para la formación de los bultos, respetando el peso establecido, esto se observa para cada tipo de perfil que cuenta la planta extrusora (ver tabla 24).

Tabla 24: Características de la Formación de los Bultos

Código de la Matriz	Descripción	Uso	Dim. Perfil (mm)		Paquete (Pzs)	Bulto/Paquetes			Dimen. (cm) Bulto		Total Piezas
			Base	Altura		Base	Altura	Cant.	Base	Altura	
ALC-670	Horizontal	Ventana Ecobel	46	14.7	8	4	5	20	47	23	160
ALC-672	Vertical Gancho	Ventana Ecobel	30	21.3	6	4	6	24	51	18	144
ALC-673	Marco	Ventana Ecobel	43.6	26.7	8	3	5	15	49	27	120
ALC-674	Vertical Liso	Ventana Ecobel	36.6	17.7	8	3	5	15	42	18	120
ALC-780	Sabote	Panorámica 2 Canales	41.5	12	8	5	5	25	48	21	200
ALC-790	Lateral 2 Canales	Panorámica 2 Canales	39.5	25	6	4	5	20	47	25	120
ALC-791	Base 2 Canales	Panorámica 2 Canales	36.5	25	8	3	5	15	44	25	120
ALC-792	Cabezal 2 Canales	Panorámica 2 Canales	39.5	30	6	4	4	16	47	24	96
ALC-927	Pisa Vidrio Pequeño	Fachada y Vidriera	32	12.7	16	4	4	16	26	20	256
ALC-929	Pisa Vidrio Grande	Fachada y Vidriera	28.12	12.7	16	4	4	16	22	20	256
ALC-936	Fachada 1 Aleta	Fachada y Vidriera	63.5	44.7	2	5	5	25	40	32	50
ALC-937	Fachada 2 Aleta	Fachada y Vidriera	63.5	57.4	2	5	5	25	46	32	50
ALC-952	Fija Vidrio	Puertas	21.1	15	20	2	6	12	21	18	240
ALC-953	Central	Puertas	49	55	2	5	5	25	55	24.5	50
ALC-955	Lateral Cabezal 1	Puertas	49	71	2	4	5	20	57	25	40
ALC-956	Lateral Cabezal 2	Puertas	49	55	2	5	5	25	55	25	50
ALC-958	Central	Puertas (Batientes Junior)	38.1	57	2	5	5	25	57	19	50
ALC-959	Lateral	Puertas (Batientes Junior)	38.1	57	2	5	5	25	57	19	50
ALC-960	Fija Vidrio	Puertas (Batientes Junior)	15.22	15	20	2	6	12	15	18	240
ALC-1447	Fachada 2 Aleta	Fachada y Vidriera	76.2	57.1	2	5	5	25	46	38	50
ALC-1448	Fachada 1 Aleta	Fachada y Vidriera	76.2	43.9	2	5	5	25	39	38	50
ALC-2001	T Tensión	Cielo Raso	24.65	31.47	6	5	4	20	47	10	120
ALC-2042	L Perfil Angulo	Cielo Raso	19.05	19.05	10	5	5	25	26	20	250

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se realizan los datos productivos del área de empaque, tomando como ejemplo el mismo perfil realizado en el área de prensas y los datos presentes en la tabla 23.

Se procede a calcular en un primer momento el número de barras obtenidas en la prensa para poder empezar con los cálculos relativos a la producción de empaque.

$$\text{Número de Barras: } N^{\circ} \text{ de Tochos} * \text{Cortes de Barra} \quad (1)$$

$$\text{Número de barras} = 23 \text{ tochos} \times 7 \text{ barras} = 161 \text{ barras}$$

Suponiendo que la media de las cestas obtenidas durante el proceso de extrusión están entre un rango de 400 a 600 kg, se considera que la referencia de análisis será colocado en dos cestas.

1. El paquete del perfil ALC-955 está formado por 2 piezas, se debe calcular el peso del paquete.

Peso de Paquete

$$\begin{aligned} &= \text{Longitud de Corte} \times \text{Peso/metro Perfil} \\ &\times N^{\circ} \text{ de Piezas/paquete} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso del Paquete} &= 6.10 \text{ m/pieza} \times 0.953 \text{ kg/m} \times 2 \text{ piezas/paquete} \\ &= 11.63 \text{ Kg/paquete} \end{aligned}$$

2. Suponiendo que se tiene una cesta de 500 kg y otra cesta de 436 kg de perfil, se tiene que:

$$\text{Cantidad Total Paquete} = N^{\circ} \text{ de barras} \div N^{\circ} \text{ de piezas/paquete}$$

$$\text{Cantidad Total Paquete} = 161 \text{ barras} \div 2 \text{ piezas/paquete} = 80.5 \text{ paquetes}$$

La cantidad total de paquetes son 80 paquetes, y se formaran bultos de 20 paquetes obteniendo 4 bultos.

3. Estimando que el tiempo de embalaje por paquete es de 2 minutos, se obtiene un total de 160 min totales, por lo que es lo mismo:

$$\textit{Tiempo Total} = \textit{Tiempo por paquete} \times \textit{N}^\circ \textit{ de paquetes}$$

$$\textit{Tiempo Total} = 2 \textit{ min/paquete} \times 80 \textit{ paquetes} = 160 \textit{ min}$$

Las medidas de producción del área de embalaje se miden en barras/horas o en kilo/hora.

$$\textit{N}^\circ \textit{ de Barras/Hora} = (\textit{N}^\circ \textit{ de barras} \times 60 \textit{ min/h}) \div \textit{Tiempo total}$$

$$\textit{Kg/Hora} = \textit{N}^\circ \textit{ de barras/h} \times \textit{Long. de corte} \times \textit{Peso/metro perfil}$$

$$\begin{aligned} \textit{N}^\circ \textit{ de Barras/Hora} &= (161 \textit{ barras} \times 60 \textit{ min/h}) \div 160 \textit{ min} \\ &= 60.375 \textit{ barras/hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{Kg/Hora} &= 60.375 \textit{ barras/h} \times 6.10 \textit{ m/barra} \times 0.953 \textit{ Kg/m} \\ &= 350.97 \textit{ Kg/h} \end{aligned}$$

Se ha tomado una referencia de uno de los perfiles para realizar los cálculos productivos de la línea, pero se debe tener en cuenta que para cada producto que se embale el resultado será completamente diferente, tanto por la cantidad de piezas por paquetes, el peso del producto y la variable principal del embalaje que será la productividad del personal que se encuentra en la línea al ser un proceso manual.

➤ **Parámetros de la Planta de Pintura**

Los parámetros de producción de la planta de pintura dependerán específicamente del tipo de perfil, en su estructura geométrica, dimensiones y peso. Entre los parámetros se puede mencionar los siguientes (ver tabla 25).

Tabla 25: Parámetros de Producción de la Planta de Pintura

	Parámetros
Pretratamiento	Nº de Perfiles por cesta
	Tiempo de Cubas
Pintura (Cuelgue de los Perfiles)	Posición de las Perchas
	Nº de Perfiles por Percha
	Velocidad de la Cadena
	Longitud Barra
Cabina de Pintura	Superficie
	Ral
	Dispersión de la Pintura
Horno de Secado	Tiempo de Secado

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 25 se reflejan los parámetros de producción para la planta de pintura, ordenados para cada una de las estaciones que la conforman, cabe destacar que hay parámetros que dependen del tipo de perfil como es el caso de la cantidad de perfiles por cestas y en las perchas, así como la posición que deben tener.

Para calcular la capacidad de las cestas de la planta de pintura (nº de perfiles) por tipo de perfil, se debe conocer las características de los perfiles y contar con la siguiente información:

- Amplitud de la cesta: 600 mm
- Ancho total permisible de los perfiles en la cesta: 520 mm
- Holgura o tolerancia entre los perfiles y la cesta: 80 mm
- Altura de la cesta: 1200 mm
- Capacidad máx. de las cestas: 800 kg

Identificado todos las características de la cesta se establecen las siguientes fórmulas para determinar el número de perfiles por cesta:

- I. Número de Perfiles por cesta:** Se debe determinar en función del peso de la cesta para que no lo supere.

$$\text{N}^\circ \text{ de perfiles por cesta: } \frac{\text{Peso total de los perfiles por cesta}}{\text{Peso del perfil}}$$

- II. Número de Perfiles por columna:**

$$\text{N}^\circ \text{ de perfiles (por columna)} = \frac{\text{Ancho permisible de los perfiles}}{\text{Ancho del perfil}}$$

- III. Número de Perfiles por fila:** No sobrepasar la altura de la cesta, por lo que se calcula la altura que abarca el número de perfiles.

$$\text{N}^\circ \text{ de perfiles (por fila)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de perfiles por cesta}}{\text{N}^\circ \text{ de perfiles (por columna)}}$$

$$\text{Altura total de los perfiles} = \text{N}^\circ \text{ de perfiles (por fila)} \times \text{Altura del perfil}$$

Los operadores que realizan el cambio de cestas, deben procurar que la separación y el agarre de los perfiles sea el correcto para ello se utilizan separadores de poliuretano entre camada y camada además del cierre a

presión de todas las camadas de la cesta por medio de un pisador utilizado en la parte superior de la cesta que hace que los perfiles no tengan la posibilidad de caídas, hay que tener en cuenta que durante el proceso de pretratamiento estas cestas son sumergidas en tinas con contenido líquido y que para eliminar los posibles residuos en su paredes tanto exteriores como interiores de los perfiles deben ser la cesta inclinada a la salida de su inmersión para poder decantar dentro de la tina cualquier liquido existente en los perfiles por ello el agarre de los perfiles es fundamental en el paso previo antes del tratamiento.

A continuación se muestran los cálculos para un perfil aplicando las formulas anteriores, el resto de los cálculos se representan en una tabla.

Perfil para Puertas

✓ Perfil: ALC-952: Fija Vidrio

$$N^{\circ} \text{ de perfiles por cesta} = \frac{800 \text{ kg}}{1,19 \text{ kg}} = 672,26 \text{ unid.} \cong 672 \text{ perfiles}$$

$$N^{\circ} \text{ de perfiles (por columna)} = \frac{520 \text{ mm}}{21,1 \text{ mm}} = 24,6 \text{ unid.} \cong 24 \text{ perfiles}$$

$$N^{\circ} \text{ de perfiles (por fila)} = \frac{672 \text{ unid}}{24 \text{ unid}} = 28 \text{ perfiles}$$

$$\text{Altura total de los perfiles} = 28 \text{ perfiles} \times 15 \text{ mm} = 420 \text{ mm}$$

Se puede observar que la altura total de los perfiles es menor al de las cestas, lo que se deduce que una cesta puede poseer 672 perfiles del modelo ALC-952.

Tabla 26: Capacidad de las Cestas de la Planta de Pintura

Perfiles	Código de la Matriz	Peso de Perfil (kg)	N° de Perfiles por cesta (unidad)	N° de Perfiles por columna (unidad)	N° de Perfiles por fila (unidad)	Altura total de los perfiles
Ventana Ecobel	ALC-670	2.6	312	35	9	406
	ALC-672	2.257	354	24	15	436
	ALC-673	2.99	268	12	22	599
	ALC-674	2.318	345	29	12	430
Panorámica 2 Canales	ALC-780	1.952	410	43	9	392
	ALC-790	1.769	452	13	34	859
	ALC-791	2.196	364	14	26	639
	ALC-792	2.684	298	13	23	679
Fachada y Vidriera	ALC-927	1.403	570	16	35	446
	ALC-929	1.342	596	18	32	409
	ALC-936	3.904	205	12	18	1119
	ALC-937	4.575	175	9	19	1226
Puertas	ALC-952	1.098	729	25	30	443
	ALC-953	5.246	152	9	16	790
	ALC-955	4.88	164	7	22	1097
	ALC-956	4.88	164	9	17	850
Puertas (Batientes Junior)	ALC-958	4.88	164	9	18	685
	ALC-959	4.331	185	9	20	771
	ALC-960	0.976	820	34	24	360
Fachada y Vidriera	ALC-1447	5.307	151	9	17	1261
	ALC-1448	4.453	180	12	15	1169
Cielo Raso	ALC-2001	0.976	820	21	39	1223
	ALC-2042	0.549	1457	27	53	1017

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 26 se reflejan los resultados obtenidos de la capacidad de las cestas de la planta de pintura, este varía dependiendo del tipo del perfil y de sus parámetros, como se observa en la tabla hay 2 perfiles que cumplen con la condición del peso de las cestas, pero supera la altura de ella, por lo que se debe disminuir la cantidad de filas para evitar que se sobrepase.

Tabla 27: Parámetros de Producción de la Planta de Pintura

PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN								
Matriz		Pretratamiento		Características de la Pintura				Horno de Secado
Matriz	Longitud Barra (m)	N° de Perfiles/Cestas	Tiempo de Cubas (min)	N° de Perfiles/Pecha	Velocidad de Cadena (m/min)	Ral	Dispersión de pintura	Tiempo en Horno de Secado (min)
ALC-955	6.1	164	4	6	18	9010	15	40

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 27 se observan los parámetros que rigen la producción de la planta de pintura, es necesario conocer antemano el número de perfiles que puede entrar en una cesta, de allí se determinan los parámetros siguientes. La estructura geométrica de los perfiles definirán el número de perfiles que se colocara en las perchas y en qué posición, así como la velocidad de la cadena a la hora de entrar a la cabina de pintura.

Antes de iniciar el proceso de pintado de los perfiles, se tiene que colocar las pistolas a un ángulo de dispersión definido por el personal de laboratorio, para que la pintura pueda llegar a las áreas más pequeñas de los perfiles.

A continuación se realiza el cálculo de producción simulado, debido a que la planta se encuentra fuera de operación. El cálculo de esta simulación se realizara con la misma fabricación y empaçado de los ejemplos anteriores.

El primero proceso que se realiza para el cálculo de producción en la pintura es transferir las barras de las cestas de extrusión a una sola cesta para el tratamiento de este perfil antes de ser pintados. La variable de una cesta está tomada del estudio anterior (ver tabla 27).

Esta operación a desarrollar, es totalmente manual e influirá en el cálculo productivo, por ello la función de los operadores en la planta de pintura es de vital importancia.

1. Se tienen 2 cestas con 161 barras de la referencia (1), se realiza un cálculo de tiempo en transferir el número de barras a las cestas del proceso de pretratamiento

Tiempo total de transferencia

$$= \textit{Tiempo de transferencia de una barra} \times N^{\circ} \textit{ de barras}$$

$$\textit{Tiempo total de transferencia} = 6 \textit{ seg/barra} \times 161 \textit{ barras} = 961 \textit{ seg}$$

A continuación se realiza la suma total de tiempos de todas las tinas de pretratamiento. Existen 7 tinas, 1 posición de goteo y 1 horno de secado. La media del proceso de tiempo de cada una de estas fases es de 2 minutos. En el caso de desarrollo, el proceso completo del pretratamiento que se ha conformado el tiempo que se ha estimado es de 18 min.

Este proceso es repetitivo, pero en este caso al tener una cesta es un único tiempo. Terminado el proceso de pretratamiento se procede al cálculo de la fase de cuelgue de perchas.

Cuelgue de Perchas: El número de perfiles que pueden ser colocados con las perchas actuales es de 12 perfiles por cada percha. Ahora, se coloca la fórmula para el cálculo de perchas necesarias.

$$N^{\circ} \text{ de Perchas} = N^{\circ} \text{ de barras} \div N^{\circ} \text{ de barra/percha}$$

$$N^{\circ} \text{ de Perchas} = 161 \text{ barras} \div 12 \text{ barra/percha} = 13.41 \cong 14 \text{ perchas}$$

Seguidamente, se realiza el cálculo del tiempo necesario para el cuelgue de las barras en las perchas.

$$\textit{Tiempo de cuelgue/percha}$$

$$= \textit{Tiempo de cuelgue/unidad} \times N^{\circ} \text{ de perfiles/percha}$$

$$\textit{Tiempo de cuelgue total} = 10 \text{ seg/unidad} \times 12 \text{ perfiles/percha}$$

$$= 120 \text{ seg/percha}$$

$$\textit{Tiempo de cuelgue total} = \textit{Tiempo de cuelgue/percha} \times N^{\circ} \text{ de percha}$$

$$\textit{Tiempo de cuelgue total} = 120 \text{ seg/percha} \times 14 \text{ percha} = 1680 \text{ seg}$$

Ahora se realizara el cálculo de los metros/seg de la cadena de cabina de pintura.

Hay que tener en cuenta que el proceso de pintura, realizado por perchas existen unas distancias entre perchas que entran dentro de la forma de trabajar del proceso, cada una de las perchas que contienen perfiles de

aluminio deben haber una distancia de separación de 6mts entre percha y percha, con lo cual en un primer momento debemos calcular el número de mts que debe de recorrer la cadena para realizar todo el proceso de pintura.

Metros de recorrido de la cadena

$$= (N^{\circ} \text{ de perchas} \times \text{Long. del perfil}) + (\text{Dist. entre perchas} \times N^{\circ} \text{ de separaciones})$$

Metros de recorrido de la cadena

$$= (14 \text{ perchas} \times 6.10 \text{ m/perfil}) + (6 \text{ m} \times 12 \text{ sep.}) = 157.4 \text{ m}$$

Estimando que el tiempo mínimo de pintado por pecha en la cabina son 90 segundos. Se calcula el tiempo total de segundos de producción.

Tiempo de producción seg

$$= (\text{Tiempo minimo} \div \text{Long. perfil}) \times \text{Metros de recorrido}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de producción seg} &= (90 \text{ seg/percha} \div 6.10 \text{ m/perfil}) \times 157.4 \text{ m} \\ &= 2.322 \text{ seg} \div 60 \text{ min} = 38.7 \text{ min} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo de producción m/min} = 157.4 \text{ m} \div 38.7 \text{ min}$$

$$\begin{aligned} &= 4.06 \text{ m/min velocidad de la cadena} \times 12 \text{ perfiles/percha} \\ &= 48.80 \text{ m/min pintados} \end{aligned}$$

La producción de la planta extrusora se logra si se tiene definido los parámetros de producción antes mencionados, además se debe regir de las variables operacionales. Las variables operativas de cada una de las áreas de la planta se mencionan a continuación:

➤ **Variables Operacionales de las Líneas de 7” y 8”**

Las variables operacionales de las líneas de producción son las siguientes:

Tabla 28: Variables Operacionales de las Líneas de Producción

Variables Operacionales	Características
Temperatura de Calentamiento del Tocho	Sólido: 420 °C a 440 °C
	Hueco: 440 °C a 480 °C
Temperatura de Calentamiento de la Matriz	Rango: 440 °C a 480 °C
	Trabaja a 450 °C
Tiempo de Calentamiento de la Matriz	Mínimo: 1 h
	Máximo: Todos lo que se quieran
Temperatura de Salida de la Prensa	500 °C a 580 °C
Milímetros de Estreche	Mínimo: Largo mesa * 2
	Máximo: Largo mesa * 3
Velocidad de Avance de la Sierra	Mínimo: 5 m/min
	Máximo: 40 m/min
Túnel de Aire	Máximo: 0 - 60 Caudal
Temperatura del Horno de Envejecimiento	Aleación 6063: 185 °C
Tiempo de Horno de Envejecimiento	Aleación 6063: 5 h

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 28 se reflejan las variables operacionales que se utilizan durante el proceso de extrusión, estas variables son las que definen el fiel cumplimiento de la producción, así como la calidad de los perfiles. Además se debe tener presente que hay equipos que requieren de insumos para su funcionamiento.

Las líneas de producción requieren de:

- ✓ Consumo de energía (Kw) debido a que las maquinas cuentan con gran cantidad de bombas y motores que las accionan.
- ✓ El aceite porque las maquinas funcionan con depósitos de aceites o centrales hidráulicas que manejan los movimientos y presiones.
- ✓ Agua porque necesitan refrigerar el aceite utilizado para mover las máquinas y tenerlo por debajo de los 35 grados.
- ✓ El gas natural es el que se encarga del encendido de todos los hornos y las temperaturas de estas.

➤ **Variables Operacionales del Área de Empaque**

Las variables operacionales de esta área las define la manipulación de los materiales por parte de los operadores, pero se conoce que la energía que debe consumir toda el área de empaque es de 18 Kw/h.

➤ **Variables Operacionales de la Planta de Pintura**

La planta de pintura posee las siguientes variables operacionales:

Tabla 29: Variables Operacionales del Pretratamiento

Variables Operacionales	Características Instaladas	Características Estimado
Energía Eléctrica	3 x 440V, 60Hz + Neutro + Tierra 55 Kw	45 Kw
Calentamiento	200.000 Kcal/h gas natural	130.000 Kcal/h
Aire Comprimido	2 Nm ³ /h 6 bares seco	2 Nm ³ /h
Agua de Red	5 m ³ /h de buena calidad	3 m ³ /h

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 29 se observan las variables operativas de la estación de pretratamiento de la planta de pintura, tanto las de diseño como lo que se prevee ser el consumo estimado de la planta.

Tabla 30: Variables Operativa de la Pintura en Polvo

Variables Operacionales	Características Instaladas	Características Estimado
Energía Eléctrica	3 x 440V, 60Hz + Neutro + Tierra 30 Kw	30 Kw
Calentamiento	500.000 Kcal/h gas natural	380.000 Kcal/h
Aire Comprimido	90 Nm ³ /h 6 bares seco	76 Nm ³ /h

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 30 se presentan las variables operativas de la estación de pintura en polvo, esta estación abarca la cabina de pintura y el horno, mostrando la características de instalación y las que se estiman puedan consumir.

5.3. Analizar el comportamiento de la producción de la planta extrusora.

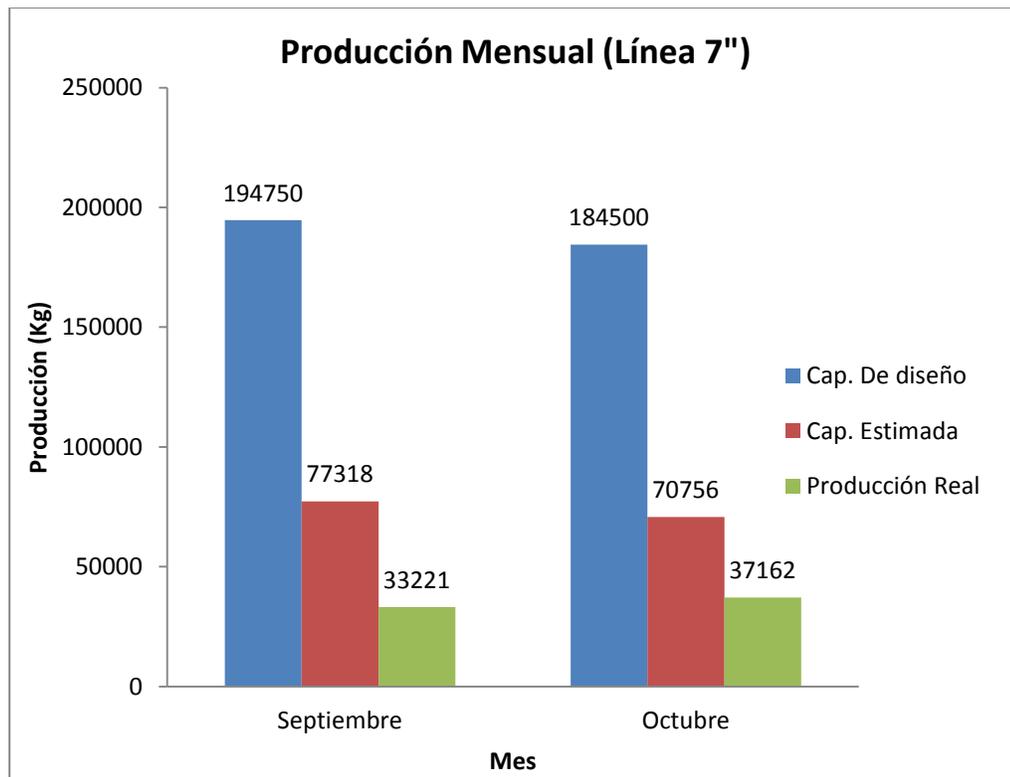
Para el logro de este objetivo se realizó seguimiento a la producción de la planta extrusora, específicamente en las líneas de producción (líneas de 7 y 8 pulgadas), en el turno 2 comprendido desde las 7.00 am hasta las 3:00 pm, durante un periodo de 2 meses.

Como primer paso del estudio productivo de las dos líneas se ha realizado un seguimiento diario, del turno anteriormente citado, donde se

plasma la producción diaria, producción de diseño del equipo y la producción real por las horas trabajadas.

Ha de tenerse en consideración que se está en un periodo de inicio de operaciones, donde los factores tanto de fallas por parte de las máquinas, como posibles errores por parte del manejo del personal en las máquinas hacen que los resultados obtenidos no sean con una continuidad fija , si no que se observaran variaciones tanto en, horas trabajadas ,cantidad de producción, kg/h en productividad, diversas variables que son en este punto consideradas normales por el periodo de aprendizaje que está actualmente la planta.

Primera fase estudio de producción de cada línea por meses.



Gráfica 1: Producción Mensual de la Línea den7". Turno 2

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 1, se reflejan los resultados obtenidos del análisis de la producción de la línea de 7 pulgadas para el turno 2. Es este grafico se presenta lo producción del mes de septiembre y octubre, basándose en la capacidad de diseño para un turno de trabajo, la capacidad estimada para las horas trabajadas y la producción real. Se observa que para el mes de octubre un incremento de la producción a pesar de que hay una disminución en las horas trabajadas.

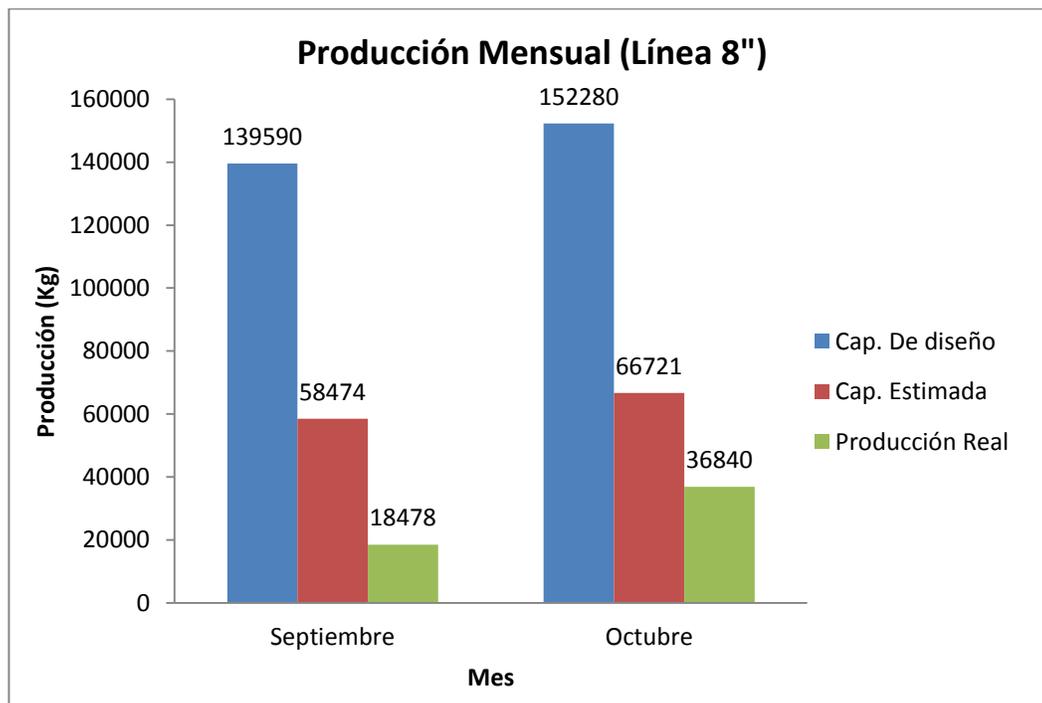
Para el mes de septiembre se obtiene que las horas de trabajo representen un 39% de las horas totales correspondido en el turno de estudio, en consecuencia a este resultado se disminuye en el mismo porcentaje la producción en la prensa. La producción realizada entre la capacidad estimada con las horas reales trabajadas respecto a la producción real obtenida durante ese mismo tiempo es de un 42%.

Para el mes de octubre se obtiene una disminución de las horas trabajadas con respecto al mes de septiembre debido a los días de trabajo. Estos datos nos dan una orientación sobre el análisis general de la prensa 7” durante el mes de Octubre. La capacidad estimada presenta una disminución del 38% con respecto a la capacidad de diseño, lo que denota disminución en las horas trabajadas; además se nota disminución en cuanto a la producción real de un 52%.

Análisis comparativo de los meses realizados: Se puede observar que para el mes de octubre hubo una disminución de la capacidad de diseño y de la estimada en comparación a mes de septiembre, debido a los días de trabajo y las horas, pero esto no afecto la producción ya que hubo un incremento en cuanto a la producción real. Las horas establecidas para la producción han determinado un % sin variación, es decir se han trabajado un % de horas reales con respecto a las disponibles de diseño.

Sin embargo se analiza un aumento más que sensible en el rendimiento productivo de las máquinas que aumenta un 10% su productividad en tan solo un mes de trabajo, la curva de proceso de puesta en marcha con este aumento de producción es positiva y determina un camino correcto hacia el objetivo final de producción o capacidad de diseño.

Podemos determinar con este resultado que la planta durante este primer periodo se encuentra con una productividad cercana al 50% del total de la planta, por manejo de maquinaria y fallas en esta.



Gráfica 2: Producción Mensual de la Línea de 8". Turno 2

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 2, se reflejan los resultados obtenidos del análisis de la producción de la línea de 8 pulgadas para el turno 2. Es este grafico se

presenta la producción del mes de septiembre y octubre, basándose en la capacidad de diseño para un turno de trabajo, la capacidad estimada para las horas trabajadas y la producción real. Se observa que para el mes de octubre un incremento de la producción.

Los datos obtenidos representan la producción correspondiente a los meses de septiembre y octubre. Para el mes de septiembre las horas de trabajo representan el 41,88% de las horas de diseño, de tal manera se disminuye la producción de la prensa. La producción realizada entre la capacidad estimada con las horas reales trabajadas respecto a la producción real obtenida durante ese mismo tiempo es de un 31,60%. Con los resultados obtenidos, la planta durante este primer periodo se encuentra con una productividad cercana al 30% del total de la planta, por manejo de maquinaria y fallas en esta.

Los datos presentes en el mes de octubre dan una orientación sobre la producción de la prensa 8". Las horas de trabajo representan el 43,8% de las horas de diseño. La producción realizada entre la capacidad estimada con las horas trabajadas respecto a la producción real obtenida durante ese mismo tiempo es de un 55,2%. La planta durante este segundo periodo se encuentra con una productividad cercana al 55% del total de la planta, por manejo de maquinaria y fallas en esta.

Análisis comparativo de los meses realizados: Las horas establecidas para la producción han determinado un aumento en las horas de trabajo de un 2 %, es decir se ha aumentado las horas trabajo con respecto a las disponibles de diseño, esto debido a los días de trabajo.

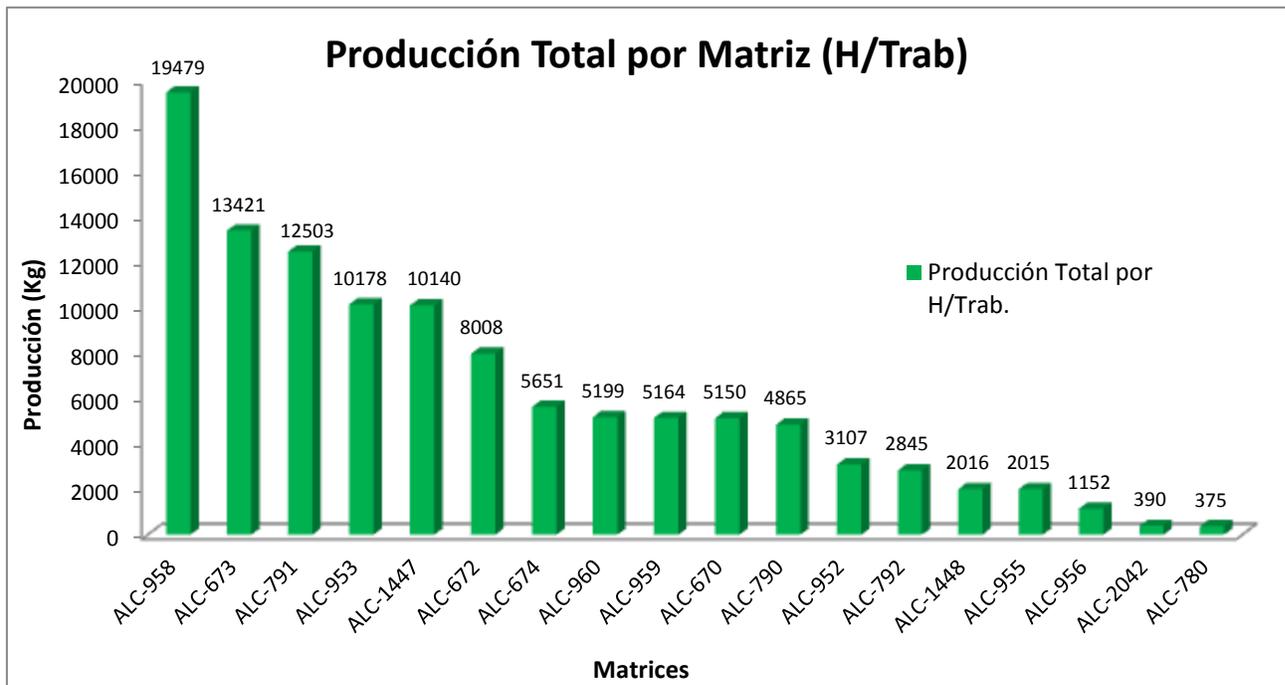
Sin embargo se analiza un aumento más que sensible en el rendimiento productivo de las máquinas que aumenta un 14% su productividad en tan

solo un mes de trabajo, la curva de proceso de puesta en marcha con este aumento de producción es positiva y determina un camino correcto hacia el objetivo final de producción o capacidad de diseño.

En las gráficas de producción de la línea de 7 y 8 pulgadas se plasman varios resultados evidentes, durante el periodo de muestreo y seguimiento la producción es irregular, es decir, se tienen diferencias bastante apreciables entre varios días. Los resultados se pueden observar en los apéndices B, C, D y E, donde se reflejan con más detalle la producción por día de trabajo y por turno de las líneas de 7 y 8 pulgadas. En las gráficas se refleja la producción en kg brutos, netos y de diseño para cada una de las líneas, además en las gráficas por turno se aprecian las horas trabajadas y la producción que se generó en ese tiempo en ambas líneas.

La capacidad producción de ambas líneas se ve afectada por la utilización de las matrices, ya que estas tienen características diferentes antes mencionadas, es decir, se puede realizar extrusión con matriz de 6 salidas pero que generan una producción menor a una matriz con 4 salidas, obteniendo así más cantidad de perfiles pero con una producción menor debido principalmente al peso.

Durante el periodo de estudio se trabajaron con 18 matrices diferentes, cabe destacar que hay matrices que generaron una producción mayor debido a la cantidad de días de utilización y a las horas de trabajadas.

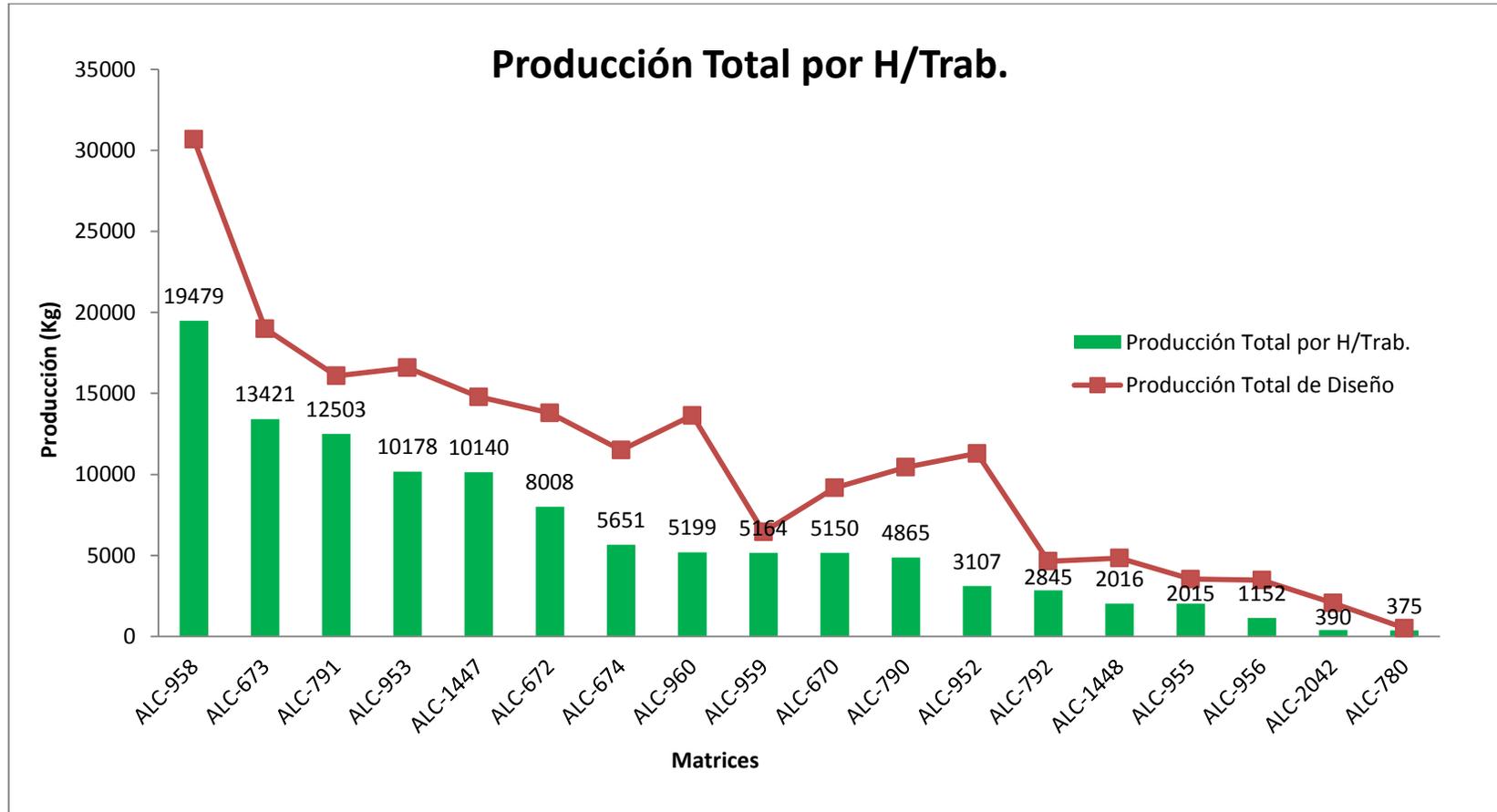


Gráfica 3: Producción Total por Matriz

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 3, se reflejan los resultados obtenidos de la producción de las matrices para la línea de 7 pulgadas. En este gráfico se presenta la producción total que se ha generado durante un periodo de dos (2) meses por cada matriz que se utilizó. Los resultados están presentados de mayor a menor según la producción, donde se observa que la matriz ALC-958 muestra la mayor producción, debido a los días y las horas de trabajo. La matriz con menor capacidad es la ALC-780, debido a que se trabajó un solo día, sin embargo se obtiene un 72,60% sobre la producción real por hora. (Ver apéndice F).

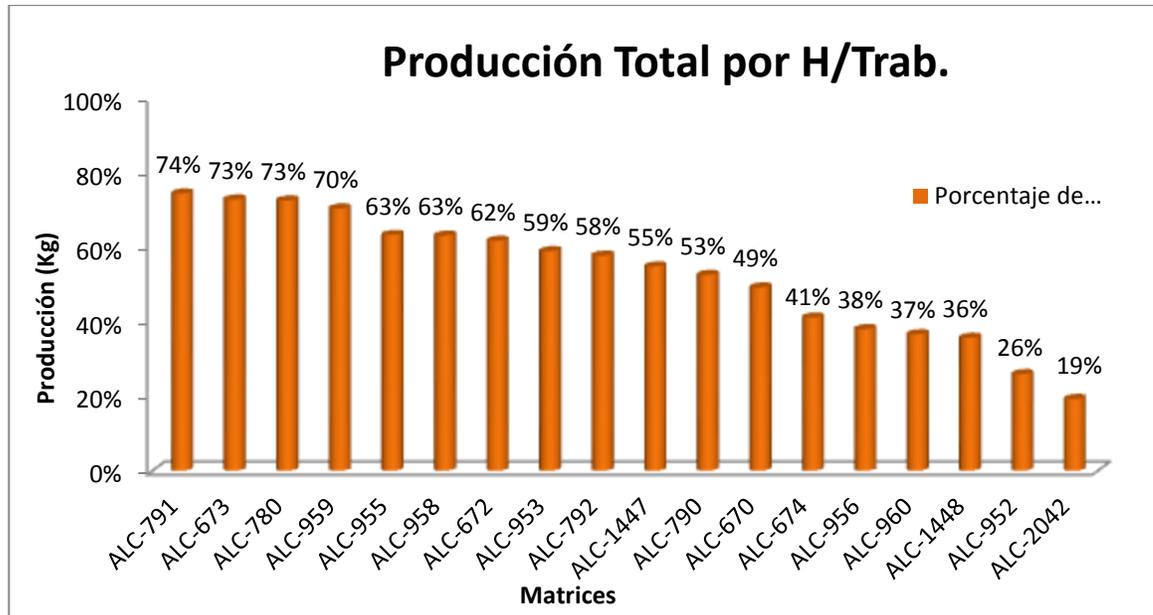
A continuación se presenta un gráfico donde se observa la diferencia entre la producción de las matrices por horas trabajadas y la producción de diseño en función de las horas trabajadas.



Gráfica 4: Producción Total vs Producción de Diseño

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4 se aprecia la diferencia entre la producción total y la producción de diseño para cada una de las matrices en función de las horas trabajadas durante el periodo de estudio. Por lo que se evidencia que algunas de las matrices fueron utilizadas de una manera correcta, alcanzando la capacidad de diseño.



Gráfica 5: Porcentaje de Utilización de las Matrices

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 5 se refleja el porcentaje de utilización de cada una de las matrices con respecto a la producción, obteniendo que la matriz ALC-791 tiene un porcentaje de utilización del 74% respecto a la capacidad de diseño y la matriz ALC-2042 un 19%.

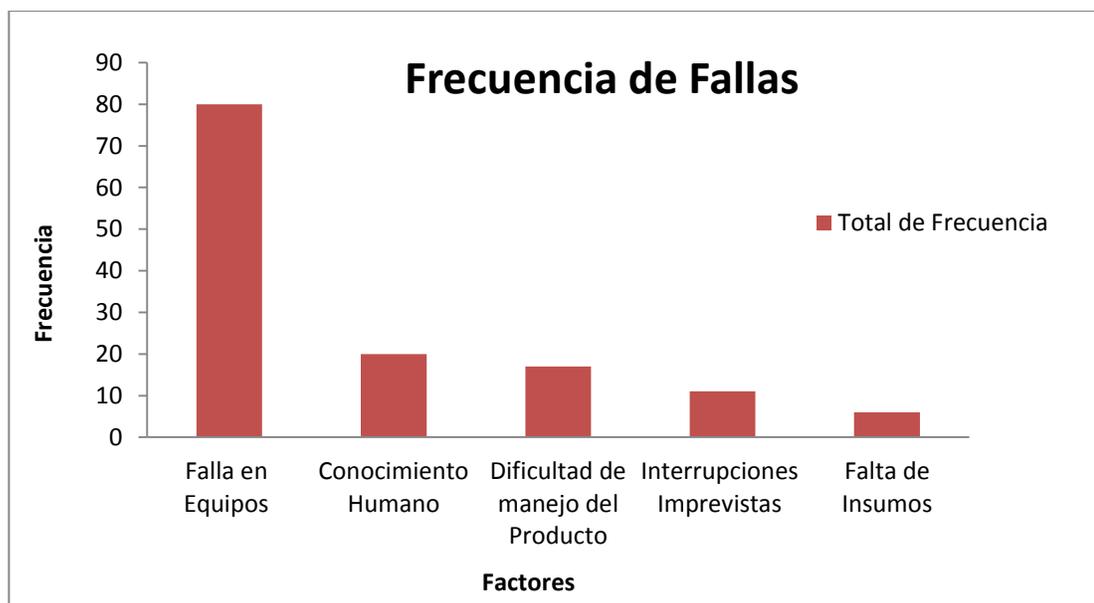
Las variaciones presentes en la producción de las líneas son debido a ajuste de equipos y formación del personal en máquina. Las horas trabajadas no son las totales de un turno de trabajo, no se realiza una producción continua por paradas derivadas de varios factores.

Tabla 31: Factores que Inciden en la Producción

Factores	Total de Frecuencia
Falla en Equipos	80
Conocimiento Humano (Mala operación)	20
Dificultad de manejo del Producto	17
Interrupciones Imprevistas	11
Falta de Insumos	6

Fuente: Elaboración Propia

En forma general, tomando como base las observaciones durante todo el seguimiento, se muestran agrupadas las principales causas que generan la disminución de la producción en las líneas, obteniendo cinco grupos. Las irregularidades que se presentan en las líneas se adjuntan en el apéndice G, detallando cada una según los días de ocurrencia.

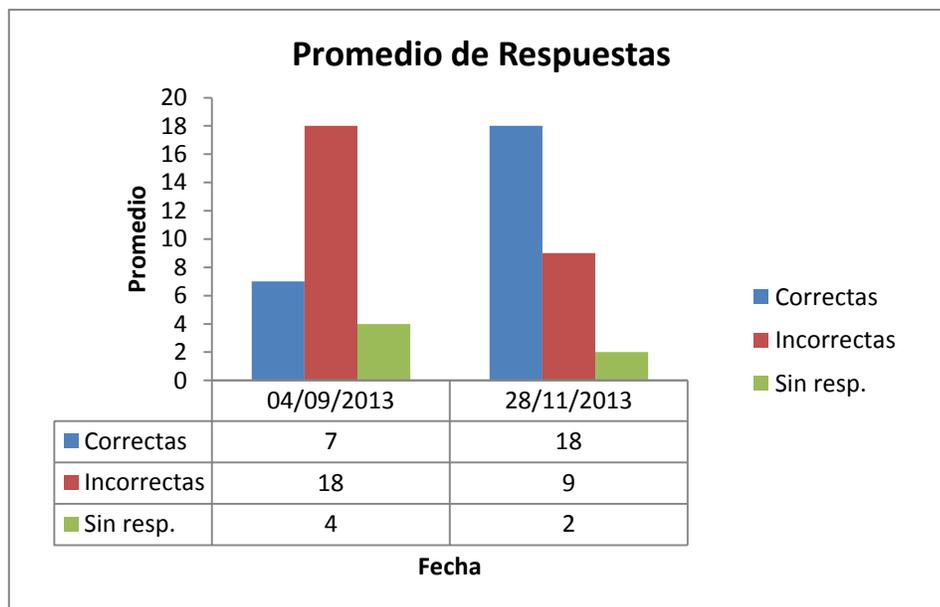


Gráfica 6: Frecuencia de Fallas por Grupos

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 6, se reflejan los resultados obtenidos durante el seguimiento de la producción, sobre las fallas o irregularidades que provocan variaciones en la producción. En este gráfico se presenta la frecuencia de ocurrencia de las fallas, donde se evidencia, que el evento que más impacto en este periodo fue las fallas en los equipos. Cabe señalar, que este evento se presenta mayormente por problemas en el software. Otro de los incidentes que se presentó, fue la mala operación de los equipos, por falta de conocimiento e interés sobre la manipulación de cada una de las máquinas por parte del personal encargado de cada una de las estaciones.

Se realizó una encuesta a los operadores de las líneas de producción para conocer el dominio obtenido durante el curso sobre el conocimiento operativo de la Planta Extrusora. La encuesta se llevo a cabo a través de un cuestionario (ver anexo A), con una participación de 29 operadores entre amaba líneas. (ver apéndice H).

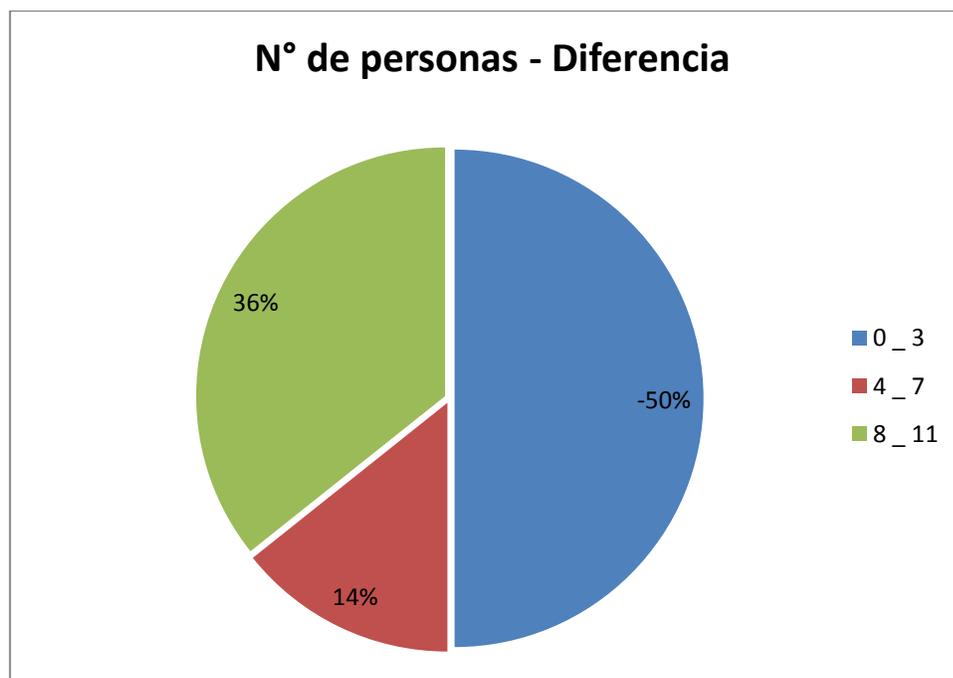


Gráfica 7: Promedio de Respuestas del Personal

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 7, se reflejan los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los operadores. En este gráfico se presenta el promedio de respuestas correctas, incorrectas y sin responder durante las dos fases. La primera encuesta se realizó al comienzo del estudio, donde se encontraba la planta en sus inicios de arranque, obteniendo que el personal no conociera los parámetros básicos de operación y sobre la manipulación de las máquinas. La segunda encuesta arrojó resultados más satisfactorios, ya que, el personal se encuentra más capacitado y conoce mejor el funcionamiento de las máquinas.

El análisis general de las encuestas realizadas, nos da una idea de como se encuentra el personal actualmente y definir si esta en condiciones de operar las maquinas.



Gráfica 8: Resultado Final de las Encuestas

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 8, se reflejan los resultados obtenidos entre la evaluación de las encuestas realizadas en los dos periodos. Se aprecia el aumento y disminución del porcentaje de personas que respondieron entre los tres rangos. Para final del estudio se encontró una disminución del 50% de personas que respondieron entre un rango de 0 – 3, un aumento del 14% entre 4 -7 y por ultimo un 36% de 8 – 11 preguntas. Lo que refleja que se tiene mejor dominio sobre la operatividad de la planta extrusora.

Todo este análisis realizado de los niveles productivos de las dos prensas ha sido posible gracias a realizar un trabajo de cálculo de productividades diarias, por turnos, fallas de máquinas durante este período, así como de reportar la situación del personal a nivel técnico realizado por medio de encuestas.

Todos estos trabajos han sido adjuntados en los apéndices para verificación y comprobación de los mismos.

5.4. Determinar los requerimientos de los insumos de producción.

➤ Prensa 7”

Estimando una producción de 1000 Kg en la prensa de 7” de la referencia ALC-955, se tiene que utilizar 1063 Kg de aluminio en barras, donde cada barra tiene un peso de 400 Kg, con lo cual se debe emplear 2 ½ barra.

Con respecto a la cantidad de Kg extruidos en la prensa haciendo referencia a la capacidad de diseño que es de 2.650 kg/h brutos. Se calcula los Kg realizados al día que son de 63.600 Kg/día y a continuación se

calcula los Kg anuales de la prensa que son 20.352.000 Kg/año. Se estima que se debe utilizar 50.880 barras de aluminio anules.

➤ **Prensa 8”**

Estimando una producción de 1000 Kg en la prensa de 8” de la referencia ALC-955, se tiene que utilizar 1076 Kg de aluminio en barras, donde cada barra tiene un peso de 525 Kg, con lo cual se debe emplear 2 barra más 1,4 Kg.

Con respecto a la cantidad de Kg extruidos en la prensa haciendo referencia a la capacidad de diseño que es de 3.600 kg/h brutos. Se calcula los Kg realizados al día que son de 86.400 Kg/día y a continuación se calcula los Kg anuales de la prensa que son 27.648.000 Kg/año. Se estima que se debe utilizar 52.663 barras de aluminio anules.

➤ **Empaque**

A continuación se realiza los cálculos relativos a las diferentes formas de embalar con sus materiales o insumos correspondientes, para determinar el requerimiento de cada uno de ellos.

✓ **Rollo de papel de 980 mts x 50 cm**

Calculados los metros necesarios para realizar embalajes de barras de 6,100, se encuentra con el resultado de 156 paquetes por cada rollo de papel.

Para la producción de 1000 Kg, se procede a embalar los 1000 Kg de la referencia ALC-955 por medio de este material. Estos 1000 Kg mencionados

se transforman en 161 barras de 6.100 mts, la cantidad necesaria de papel para poder embalar esta referencia con paquetes de 2 piezas será de un consumo de ½ bobina de pape, representado en 500 mts de papel.

Se termina la capacidad anual para el área de empaque de 23.500 T/año, se establece una media de los pesos de los perfiles extruidos en ambas prensas de 0.5 Kg/m y una longitud media de 6.10 mts. Considerar que la media de los perfiles embalados es de 4 unidades por paquete, se tiene un promedio de 1.926.229 paquetes, lo que se necesita de 12.348 rollos de papel para cumplir con la capacidad anual del área.

- ✓ **Envoplas sin estirar 1000 mts., con estiramiento se tiene un aumento del 15% de la longitud obteniendo 1150 mts.**

Primero se calculará la cantidad necesaria para cubrir con el pedido de 1000 Kg a la referencia ALC-955. El perfil embalado con este material se embala en dos (2) unidades, obteniendo un área de 6,958 m² y un volumen de 42,443 m³, estas dimensiones será lo embalado por el envoplas. Los metros de envoplas necesarios para embalar los 1000 kg es de 1.760 mts, es necesario resaltar que la maquina necesita 2 rollos de envoplas, por lo que con esto se llega a cumplir con la capacidad.

La cantidad de envoplas que se necesita para cubrir con la cantidad de paquetes totales es de 21.402 rollos anuales, haciendo la salvedad que cada 90 paquetes se debe realizar el cambio de este en la maquina.

- ✓ **Cinta Adhesiva 25 metros**

La cinta adhesiva se utiliza para unir los paquetes antes de ser pasados a la maquina de embalar. Se realizaran 2 vueltas cubriendo 676 mm, colocada

en cada uno de los extremo, obteniendo que para cada paquete se necesita de 1.352 mm de la cinta en cada una de las puntas; resaltando que para una cinta salen 18 paquetes. La cantidad de cintas necesarias para los 80 paquetes de la referencia es de 4 ½ de este material.

La media establecida del perímetro de los perfiles de aluminio es de 240 mm, que por los extremos son 480 mm de cinta adhesiva necesarias, obteniendo 52 paquetes por cinta. Para la capacidad total del área se necesita un total de 37.043 rollos de cinta adhesiva.

➤ **Pintura**

Los insumos que se tienen presentes en esta etapa son los productos químicos necesarios en las tinas y la pintura utilizada en la cabina.

✓ **Productos Químicos**

Cada una de las tinas presente en la etapa de pretratamiento poseen químicos diferentes. Estos químicos son añadidos a una baja cantidad pero con una alta concentración.

Las tinas deben ser llenadas con una ¾ parte de agua de la capacidad de los tanques, debe contar con un tratamiento previo para descalcificar y desmineralizar y completar con la cantidad calculada de cada uno de los químicos. Entre los químicos se tiene:

- Agua: Se debe añadir 92.400 Lt de agua para las 7 tinas
- Desengrasante ALS-14D: Posee una concentración de 25g/l, por lo que se necesita 330 Kg de este químico.

- Acido Sulfúrico H_2SO_4 : Concentración de 40 g/l, se necesita 528 Kg.
- Pasivación sin cromo ALS-75: Se recomienda la utilización de este químico, concentración de 15 g/l, obteniendo 198 Kg para la capacidad de la tina.
- Pasivación con cromo ALS-71: Concentración de 20 g/l, con esta concentración se requiere de 264 kg.

La cantidad que se añade de los químicos dependerá de la capacidad de las tinas, el cambio de los químicos va a depender de las horas de trabajo de las tinas, ya que depende de la cantidad de perfiles que se coloque dentro de la tina.

Los datos obtenidos son aportes iniciales para el arranque o comienzo del proceso. Se debe determinar la concentración necesaria durante varias pruebas. Además, se debe realizar un análisis diario de la concentración para verificar si se ha perdido el material y con esto ver si se debe aportar algún químico.

✓ **Pintura**

La cantidad de pintura necesaria para para realizar el acabado de los perfiles va a depender del tipo de perfil y de la velocidad de la cadena al momento de entrar en la cabina.

Para cada barra de perfil, la cantidad de pintura necesaria es de 80 micras, se determinara la cantidad necesaria para el ejercicio anterior de los

1000 Kg, utilizando la referencia ALC-955. Es necesario conocer el área del perfil que es de 2.911 mm² y con un volumen de 17.775,1 mm³.

Luego de conocer el volumen del perfil, se debe determinar la cantidad de pintura para cubrir con ese volumen, por lo que se obtiene que se necesita 0,142 m³ de pintura. Para cubrir con las 161 barras obtenidas de los 1000 Kg se necesitan 22.862 m³ de pintura.

En la siguiente tabla se observa las cantidades necesarias para cada uno de los insumos utilizados en las áreas, tanto para la producción de 1000 kg que se estudió anteriormente y la producción total de la planta extrusora.

Tabla 32: Cantidad Requerida de los Insumos

Áreas	Insumos	Cantidad Requerida	
		Producción de Estudio (1000 kg)	Producción Total/Anual
Línea 7"	Cilindros de Aluminio (400 Kg)	2 1/2 Barra	50.880 barras/añual
Línea 8"	Cilindros de Aluminio (525 Kg)	2 barras + 1,4 Kg	52.663 barras/añual
Empaque	Rollo Papel (980 mt x 50 cm)	1/2 Rollo	12.348 Rollos
	Envoplas (2 en la máquina)	2 Rollos	21.402 Rollos
	Cinta Adhesiva (25 mt)	4 1/2 Cinta	37.043 Cintas
Acabado (Pintura)	Productos Químicos	Depende de las horas de trabajo de las tinas	
	Pintura en Polvo Electrostática	22.863 m3 de pintura	Se desconoce la producción total, ya que será un porcentaje mínimo.

Fuente: Elaboración Propia

5.5. Proponer un plan de acción para la planta extrusora

Se proponen tres planes de acciones sobre la planta extrusora:

1. Reducción de los tiempos no productivos en el cambio de matrices

En el primer plan se propone un cambio de secuencia de movimientos y de situaciones, para reducir el tiempo de cambio de matriz, para ello se realiza el estudio del coste total de un cambio de matriz y lo que repercute en la producción.

Actualmente, se tiene una media de tiempo de cambio de matriz de aproximadamente de 12 min., considerando el coste de las 8 personas que están paradas durante estos periodos de tiempo. Un día de producción en cualquiera de las dos líneas trabajando al 100% se realizan cerca de 14 cambios de matrices.

Esto supone que por tiempo actual $12\text{min} \times 14 = 168$ min diarios de tiempo no productivo, si todo esto extrapolamos al año completo se obtiene el resultado siguiente:

$168 \text{ min/día} \times 320 = 53760 \text{ min/ año}$ o lo que es lo mismo **896 h o 112 turnos de trabajo.**

Después de evaluar estos datos, donde se tiene una pérdida de producción de aproximadamente 560 TN, es decir, se pierde una producción aproximada por un coste de venta mínimo de 60 Bs el kilo, lo que refleja una pérdida económica de $560000 \times 60 = 33600000$ Bs solamente en el cambio de matrices.

➤ **Situación Actual:**

La matriz se encuentra en la prensa extruyendo, mientras lo operadores están controlando del panel de máquina.

Cada matriz esta programada para cumplir con una cantidad de producción. Cuando queda solamente un tocho por completar la producción, los operadores siguen en la misma situación, una vez terminada la operación de finalización de matriz empiezan las maniobras de los operadores para cambiar el molde de la matriz.

La prensa cuenta con dos estaciones de cambio de matriz, que actualmente no es utilizada, es decir, se saca la matriz que esta extruyendo y se coloca la siguiente matriz en la misma estación de trabajo.

➤ **Situación Deseada:**

La matriz se encuentra en la prensa extruyendo, mientras lo operadores están controlando del panel de máquina.

Cuando queda un solo tocho para completar la producción de la matriz, el operador de la prensa ha dado orden, al personal de estreche para sacar la próxima matriz y colocarla en la segunda estación de entrada, para poder tenerla lista antes e introducirla, esto tiene que ser muy coordinado para disminuir el tiempo de cambio al mínimo, es decir 0.

2. Sistema de empacado de perfiles desechados de punta y cola y perfiles defectuosos.

Se realiza una observación relativa a los desechos de aluminio de punta y cola en los perfiles de aluminio extruidos, estos son cortados y desechados en la sierra de corte en frío.

Para realizar este trabajo, se realiza un corte donde los operadores una vez cortado las puntas y colas, los trasladan al piso para desechos. Esto supone una gran cantidad de perfiles de desecho cortada a varias dimensiones entre 0,5 mts a 2mts. Todo esto supone un tiempo muy elevado de desplazamientos por parte del personal, además de una desorganización en el trabajo.

Hay que tener en cuenta que todo el residuo de aluminio, es vuelto a recuperar en el proceso posterior de fundición, este proceso tiene también que asumir todo el material en malas condiciones organizado en contenedores para su posterior proceso de fundición en los hornos. Para ello sería necesario incorporar una empacadora de aluminio para poder realizar todo este proceso, en el menor tiempo y al mínimo coste (ver anexo B).

➤ **Situación Actual**

El operador de sierra, realiza los cortes de punta y cola y son depositados en el piso y posteriormente en un contenedor. Todo este movimiento de personal hace que se tengan tiempos totalmente improductivos, que repercuten al final en el coste total de la planta y con el atenuante que el proceso posterior de fundición también va a ser afectado en un coste superior, debido por la manipulación de perfiles de aluminio de diferentes dimensiones que cuestan mucho más su posterior reprocesamiento.

➤ **Situación Deseada**

El operador de sierra, realiza los cortes de punta y cola y son depositados en una empacadora, donde automáticamente forma paquetes de las mismas dimensiones y organizados en pallets para su posterior proceso de fundición

Implantando esta máquina, se disminuyen los movimientos de personal, se consigue una mejor organización en el puesto de trabajo, menor coste en el transporte hacia fundición y un menor coste de manipulación en el proceso de fundición.

3. Formatos para el registro de la información.

En las estaciones de trabajo que posee cada una de las áreas de la planta es necesario llevar el registro de la producción por turno; además de hacer las observaciones de las causas que se puede presentar durante el proceso, que afecten la producción o el rendimiento de los equipos; esto con la finalidad de tomar acciones con respecto a los eventos que se van presentando y así evitar la disminución de la producción.

El operador debe tener a la mano la planilla de registro antes de comenzar el proceso en cada estación, así ir plasmando la producción que se va obteniendo. Cada estación posee una planilla con datos diferentes.

Actualmente, los formatos contienen datos de producción, por lo que se ha agregado datos de mantenimiento, ya que el operador debe hacer un mantenimiento de primer nivel. Este mantenimiento se hace en cada estación y por turno de trabajo, para verificar que todo este en las condiciones idóneas para comenzar con la producción.

CONCLUSIONES

En base al estudio realizado sobre el análisis de la puesta en marcha de la planta extrusora y los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1. Se definió los procesos operativos de cada una de las áreas que conforman la planta extrusora, evaluando los desplazamientos que realizan cada uno de los operadores en las estaciones de trabajo, así como los materiales e insumo necesarios para la ejecución de los procesos.
2. Para cada área se determinó los implementos de seguridad que deben llevar los operadores. Estos no cumplen con las normas de seguridad de la planta, ya que no poseen los implementos necesarios, lo que puede provocar lesiones.
3. Las áreas que presentan mayor riesgo físico y ergonómico para el personal son: el área de embalaje y la planta de pintura, específicamente en las estaciones de embalaje previo, cuelgue y descuelgue de los perfiles. Debido a que el personal está expuesto a posturas inadecuadas, agotamiento físico, mental y visual; además de una repetitividad de movimientos.
4. La capacidad de la planta está por debajo de la capacidad de diseño, debido principalmente por los productos que se están fabricando.
5. Los equipos críticos que generan un cuello de botella son: sierra en frío, horno de envejecimiento, la estación de embalaje previo, estación de cuelgue y descuelgue y la de pretratamiento.

6. Los parámetros de producción de las líneas va a depender de las características de la matriz, el pedido del cliente, el tocho a utilizar y la capacidad de la mesa. Para el área de empaque ya se definió un manual de como realizar los paquetes y los bultos.
7. La planta de pintura no esta habilitada, debido a la falta de insumos como: la pintura y los ácidos para las tinas de pretratamiento; además de no contar con e debido hermetizado.
8. Se presentó aumento de la producción en ambas líneas de un 10% - 14%.
9. Existe un grupo de trabajadores que no registran la producción y las observaciones en el momento que se presentan
10. De acuerdo a las observaciones tomadas por turno, el principal evento que más impacto en la producción y que generó variaciones, fue las fallas en los equipos.
11. Actualmente el personal se encuentra más capacitado para el manejo de la planta extrusora, con un aumento del 60%.
12. Los cantidad de insumos utilizados para ambas líneas se deben determinar por separado y dependiendo de las matrices.
13. Los insumos de la planta de pintura se determinan en función de la capacidad de las tinas y del volumen de los perfiles.

RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones obtenidas se recomiendan las siguientes acciones:

1. Tener de manera oportuna los insumos necesarios para cada una de las áreas, antes del comienzo de los procesos, y así evitar demoras en el arranque.
2. Realizar inspecciones al personal, para que cumplan con las normas de seguridad.
3. Hacer un análisis ergonómico a cada estación de trabajo presente en las áreas de producción, empaque y pintura, para conocer las condiciones de los puestos de trabajo y los riesgos a los que están expuestos el personal.
4. Fabricar perfiles con mayor peso, para alcanzar la capacidad de diseño.
5. Realizar una planificación evaluando las estaciones donde se genera el cuello de botella y así determinar la producción por cada día de trabajo, teniendo en cuenta los parámetros de producción.
6. Planificar el hermetizado de la planta de pintura.
7. Hacer seguimientos a las fallas que afectan a la producción y asegurarse que el personal de mantenimiento se involucre en el proceso y cumpla con el debido mantenimiento.

8. Mantener al personal que trabaja en la planta en una constante capacitación sobre el funcionamiento de los equipos.
9. Supervisar que la jornada de trabajo se cumpla y comenzar a la hora adecuada.
10. Adquirir la máquina empacadora automática, para disminuir el tiempo improductivo.
11. Implementar los formatos para el acopio de la información.
12. Realizar un análisis de fallas a las líneas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Bijarro F. (2007). **Desarrollo estratégico para la investigación científica**. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, México.
- Hernández, R. (2006). **Metodología de la investigación**. Edición III, México D.F, México.
- Manual de Entrenamiento. (2013). **Curso Básico de Extrusión del Aluminio**.
- Noruega, Georgina. (2011). **Propuesta Metodológica para la Evaluación de los Riesgos Ergonómicos de la Empresa Orinoco Iron**. Trabajo de Grado. Unexpo. Vice-rectorado Puerto Ordaz.
- PRESEZZI EXTRUSION S.p.A. (2012). **Manual de Uso y Mantenimiento**.
- Proyecto de Ingeniería Básica para Instalación de una Planta Extrusora de 40.000 TM/Año, Especificaciones Técnicas – 7". (2011).
- Proyecto de Ingeniería Básica para Instalación de una Planta Extrusora de 40.000 TM/Año, Especificaciones Técnicas – 8". (2011).
- Proyecto de Ingeniería Básica para Instalación de una Planta Extrusora de 40.000 TM/Año, Especificaciones Técnicas – 8". (2011).
- Proyecto de Ingeniería Básica para Instalación de una Planta de Pintura en Polvo de 400 TM/mes. (2011).

- ROJAS NARVÁEZ, Rosa. ***Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación.*** Segunda edición ampliada y corregida. Puerto Ordaz 1997.
- Tamayo, Tamayo (2004). ***El Proceso de la Investigación Científica.*** México DF: editorial LIMUSA. 4ta Edición.
- UPEL (2006). ***Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales.*** Edición IV. Caracas, Venezuela.

ANEXOS

Anexo A: Formato del Cuestionario

	EVALUACIÓN DEL DOMINIO POR ESTACIÓN DE TRABAJO	Fecha ___/___/___
--	---	-----------------------------

A continuación se presenta un cuestionario con el objetivo de obtener una visión global acerca del dominio adquirido durante el curso sobre el conocimiento operativo de la PLANTA EXTRUSORA, de acuerdo a cada estación de trabajo. **Agradecemos su Participación**

Área de Trabajo: Prensa 7" y 8" <input type="checkbox"/> Pintura y Empaque <input type="checkbox"/>	Operador <input type="checkbox"/> Grupo: _____	Estación de Trabajo: Prensa <input type="checkbox"/> Estrecher <input type="checkbox"/> Sierra <input type="checkbox"/> Horno <input type="checkbox"/>
--	--	---

Selecciona la opción que corresponda con tu respuesta y escríbela en la cuadrícula que esta a la derecha de cada pregunta

- | | |
|---|---|
| <p>1. Rango de temp. para el Horno de Matrices
 a) 400 a 450 °C c) 420 a 460 °C
 b) 420 a 480 °C d) 460 a 480 °C <input type="checkbox"/></p> <p>2. Rango de temp. de salida de la prensa
 a) 480 a 550 °C c) 500 a 580 °C
 b) 500 a 550 °C d) 520 a 580 °C <input type="checkbox"/></p> <p>3. Tiempo de enfriamiento de la aleación 6063 para bajar 200 °C
 a) 4 minutos c) 3 minutos
 b) 6 minutos d) 5 minutos <input type="checkbox"/></p> <p>4. Milímetros de estrecher máximos para una mesa de 40 m
 a) 100 mm c) 125 mm
 b) 80 mm d) 120 mm <input type="checkbox"/></p> <p>5. Tiempo de Tratamiento en horno de envejecimiento
 a) 5 H c) 8 H
 b) 6 H d) 4 H <input type="checkbox"/></p> <p>6. Cual (es) es la (s) variable (s) que influyen en el corte de la sierra
 a) Avance del disco
 b) Avance del disco y altura del disco <input type="checkbox"/>
 c) Altura del disco
 d) Altura del disco y velocidad del disco</p> | <p>7. Temp. de tratamiento del horno de envejecimiento
 a) 150 °C c) 160 °C <input type="checkbox"/>
 b) 180 °C d) 190 °C</p> <p>9. Tiempo mínimo de calentamiento de la matriz en el horno
 a) 2 H c) 3 H
 b) 1 H d) 4 H <input type="checkbox"/></p> <p>10. Velocidad máxima de extrusión de la prensa
 a) 10 mm/s c) 19 mm/s <input type="checkbox"/>
 b) 15 mm/s d) 18 mm/s</p> <p>11. Máximo avance de la sierra
 a) 40 m/min c) 20 m/min
 b) 30 m/min d) 35 m/min <input type="checkbox"/></p> <p>12. Longitud mínimo y máximo del tocho recomendado
 a) 350 a 1030 mm c) 400 a 980 mm <input type="checkbox"/>
 b) 350 a 980 mm d) 400 a 1030 mm</p> |
|---|---|

Anexo B: Máquina Empacadora Automática



APÉNDICES

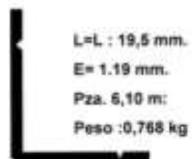
APÉNDICE A: CARACTERÍSTICAS DE LOS PERFILES

Apéndice A.1: Perfiles para Cielo y Ventana Corredera Tipo Ecobel

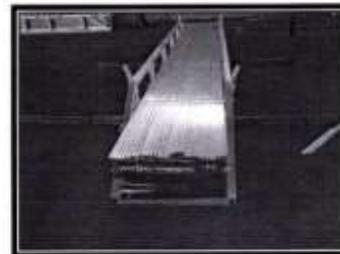
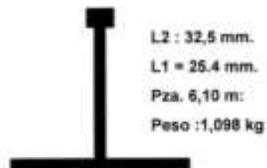
CATALOGO DE PERFILES DE ALUMINIO

CIELO RASO

ALC - 2001

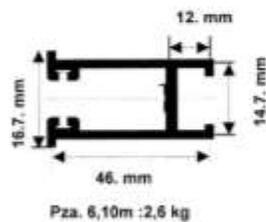


ALC - 2042

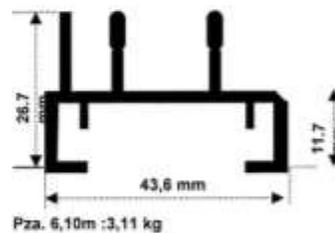


VENTANA CORREDERA TIPO ECOBEL

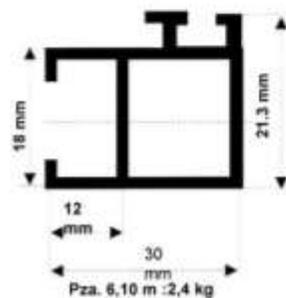
ALC - 670:



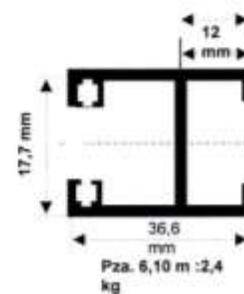
ALC - 673:



ALC - 672



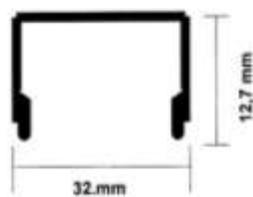
ALC - 674



Apéndice A.2: Perfiles para Fachada

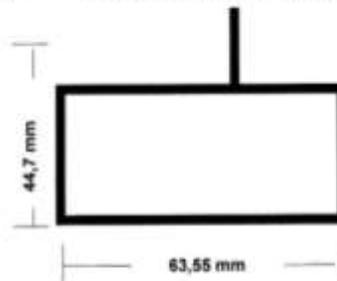
CATALOGO DE PERFILES DE ALUMINIO FACHADA

ALC-927: Pisa Vidrio Pequeño



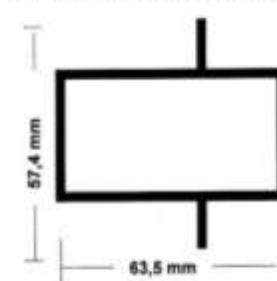
Pza. 6,10m : 1,52 kg

ALC-936: Fachada 1 Aleta



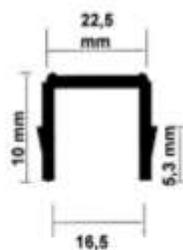
Pza. 6,10m : 4,64 kg

ALC-937 : Fachada 2 Aletas



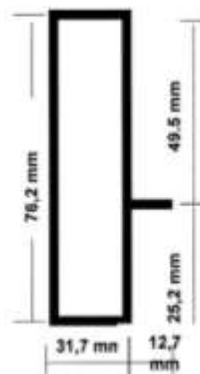
Pza. 6,10m : 5,06 kg

ALC-929: Pisa Vidrio



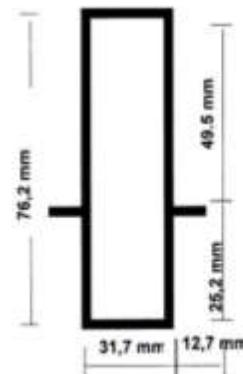
Pza. 6,10m : 1,34 kg

ALC-1448: Fachada 1 Aleta



Pza. 6,10m: 4,88 kg

ALC-1447 : Fachada 2 Aletas



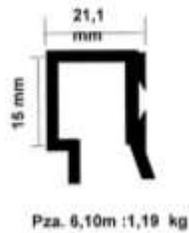
Pza. 6,10m: 5,34 kg

Apéndice A.3: Perfiles para Puertas y Puertas Batientes Junior

CATALOGO DE PERFILES DE ALUMINIO

PUERTAS

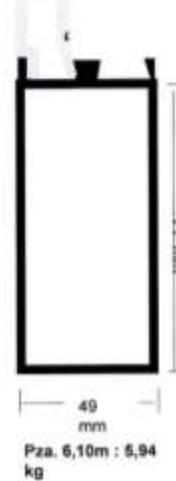
ALC-952: Fija Vidrio



ALC-953: Lateral Cabeza



ALC-955: Lateral Cabeza

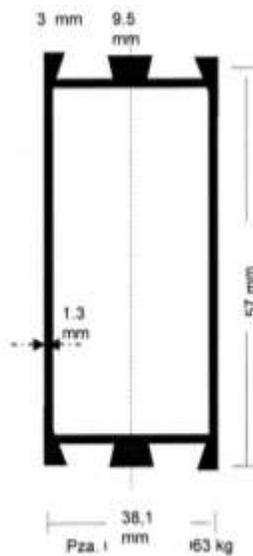


ALC-956: Lateral Cabeza



PUERTAS BATIENTES JUNIOR.

ALC- 958: Central



ALC-959: Lateral Cabeza



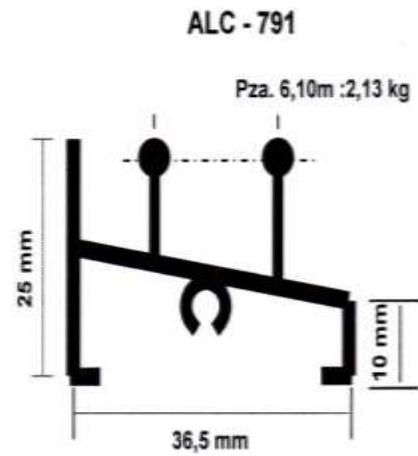
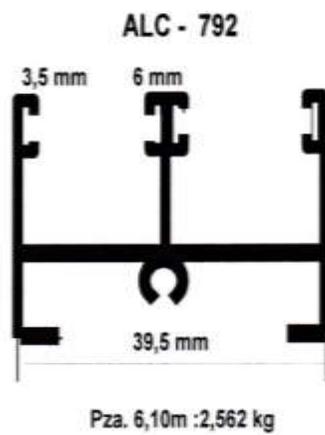
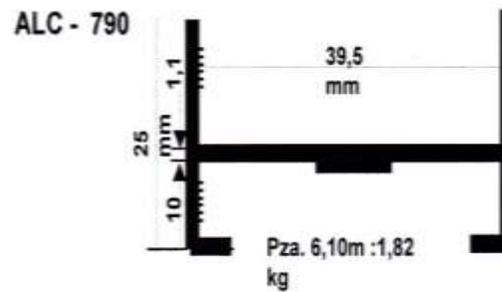
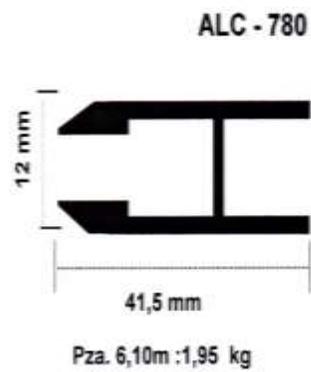
ALC-960: Fija Vidrio



Apéndice A.4: Perfiles para Ventana Panorámicas de 2 Canales

CATALOGO DE PERFILES DE ALUMINIO

VENTANA PANORAMICAS DE 2 CANALES

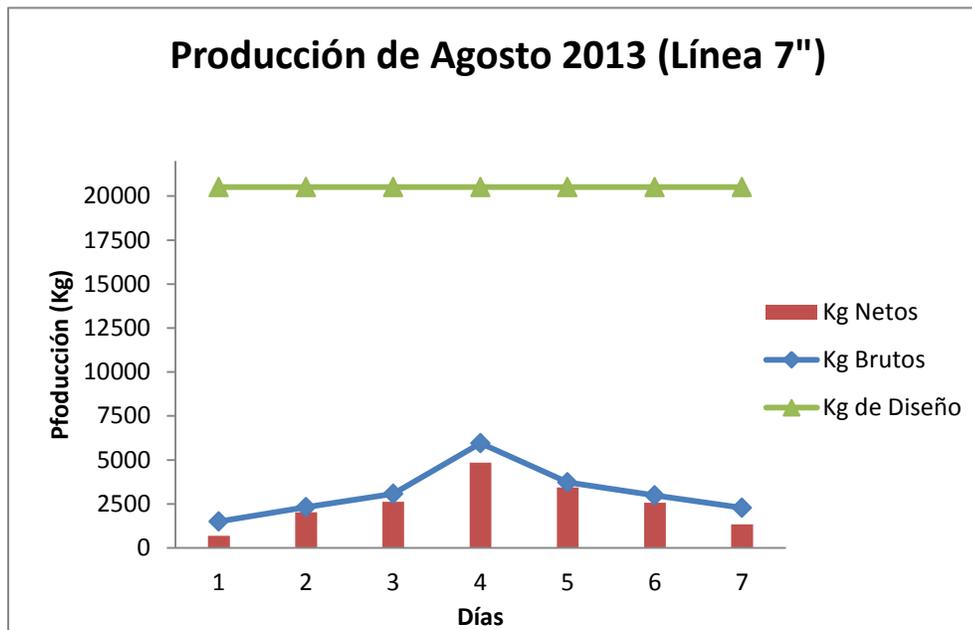


APÉNDICE B: DIARIO DE PRODUCCIÓN

LÍNEA 7”

Apéndice B.1: Producción del Mes de Agosto

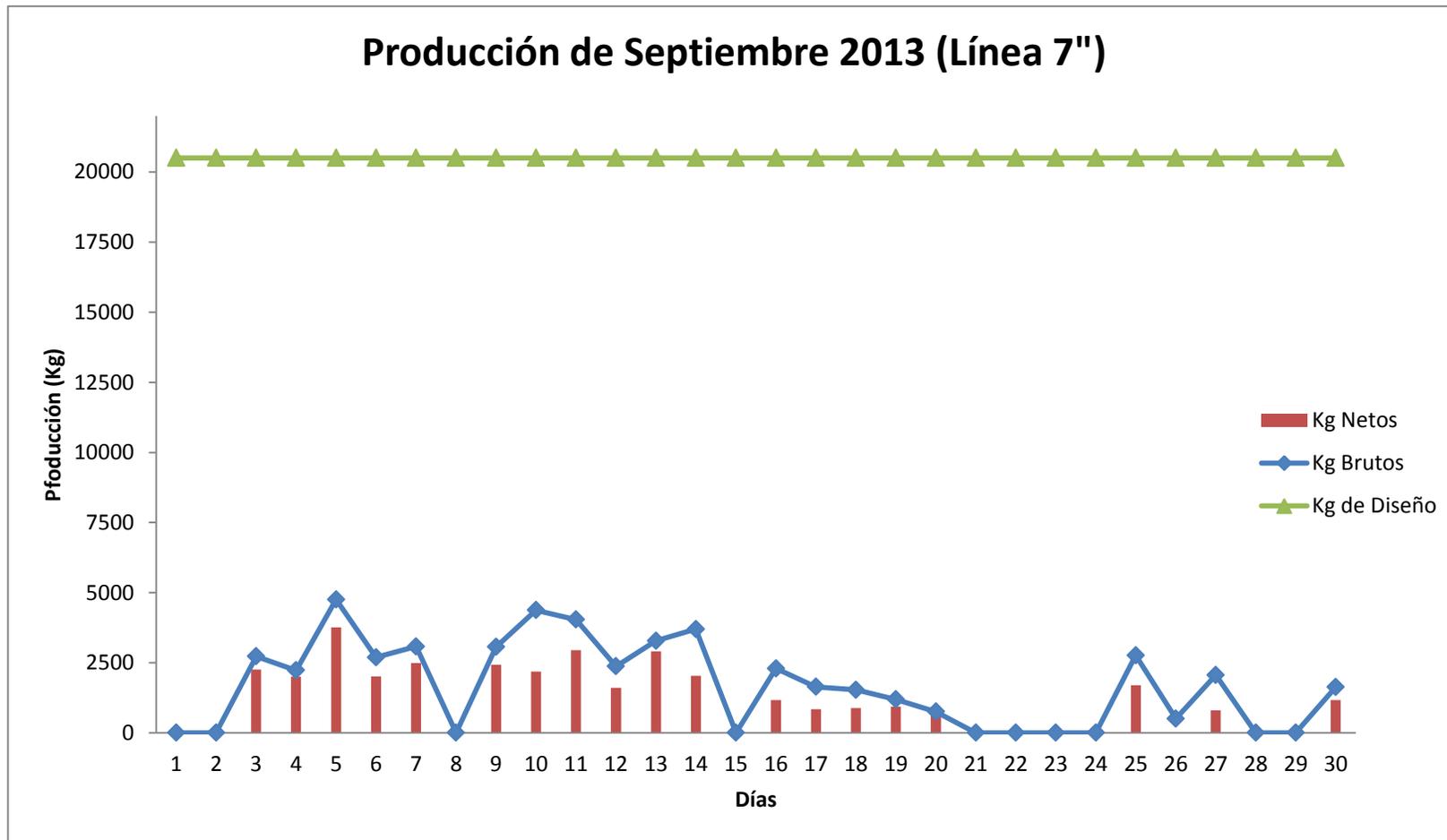
Fecha	Kg de Diseño	Kg Brutos	Kg Netos
21/08/2013	20505	1495	679
22/08/2013	20505	2309	2029
23/08/2013	20505	3065	2619
26- 27/08/2013	20505	5943	4847
28/08/2013	20505	3718	3443
29/08/2013	20505	2975	2561
30/08/2013	20505	2274	1329
TOTAL AGOSTO		21779	17507



Apéndice B.2: Producción del Mes de Septiembre

Fecha	Kg de Diseño	Kg Brutos	Kg Netos
01/09/2013	20505	0	0
02/09/2013	20505	0	0
03/09/2013	20505	2725	2260
04/09/2013	20505	2230	2002
05/09/2013	20505	4755	3766
06/09/2013	20505	2692	2010
07/09/2013	20505	3079	2495
08/09/2013	20505	0	0
09/09/2013	20505	3061	2428
10/09/2013	20505	4372	2182
11/09/2013	20505	4038	2948
12/09/2013	20505	2370	1609
13/09/2013	20505	3279	2908
14/09/2013	20505	3697	2035
15/09/2013	20505	0	0
16/09/2013	20505	2296	1170
17/09/2013	20505	1640	844
18/09/2013	20505	1534	880
19/09/2013	20505	1192	938
20/09/2013	20505	752	648
21/09/2013	20505	0	0
22/09/2013	20505	0	0
23/09/2013	20505	0	0
24/09/2013	20505	0	0
25/09/2013	20505	2761	1693
26/09/2013	20505	503	0
27/09/2013	20505	2058	805
28/09/2013	20505	0	0
29/09/2013	20505	0	0
30/09/2013	20505	1635	1168
TOTAL SEPTIEMBRE		50669	34789

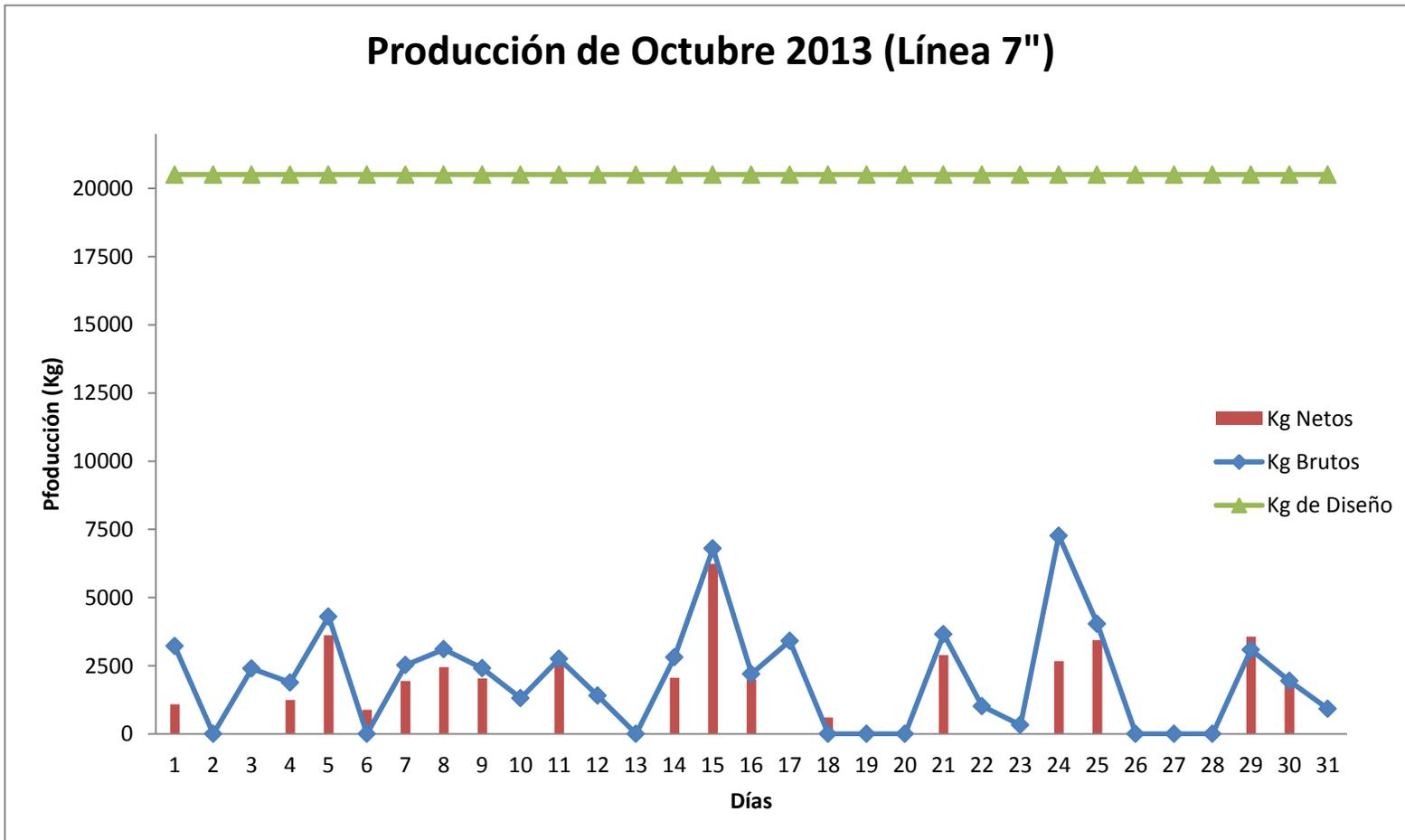
Grafica perteneciente al apéndice B.2



Apéndice B.3: Producción del Mes de Octubre

Fecha	Kg de Diseño	Kg Brutos	Kg Netos
01/10/2013	20505	3218	1086
02/10/2013	20505	0	0
03/10/2013	20505	2399	0
04/10/2013	20505	1883	1239
05/10/2013	20505	4303	3621
06/10/2013	20505	0	887
07/10/2013	20505	2524	1941
08/10/2013	20505	3102	2449
09/10/2013	20505	2410	2033
10/10/2013	20505	1312	0
11/10/2013	20505	2758	2625
12/10/2013	20505	1405	0
13/10/2013	20505	0	0
14/10/2013	20505	2809	2054
15/10/2013	20505	6798	6233
16/10/2013	20505	2203	1997
17/10/2013	20505	3410	0
18/10/2013	20505	0	595
19/10/2013	20505	0	0
20/10/2013	20505	0	0
21/10/2013	20505	3657	2887
22/10/2013	20505	1018	0
23/10/2013	20505	327	0
24/10/2013	20505	7271	2672
25/10/2013	20505	4038	3435
26/10/2013	20505	0	0
27/10/2013	20505	0	0
28/10/2013	20505	0	0
29/10/2013	20505	3090	3565
30/10/2013	20505	1941	1988
31/10/2013	20505	921	0
TOTAL OCTUBRE		62797	41307

Grafica perteneciente al apéndice B.3



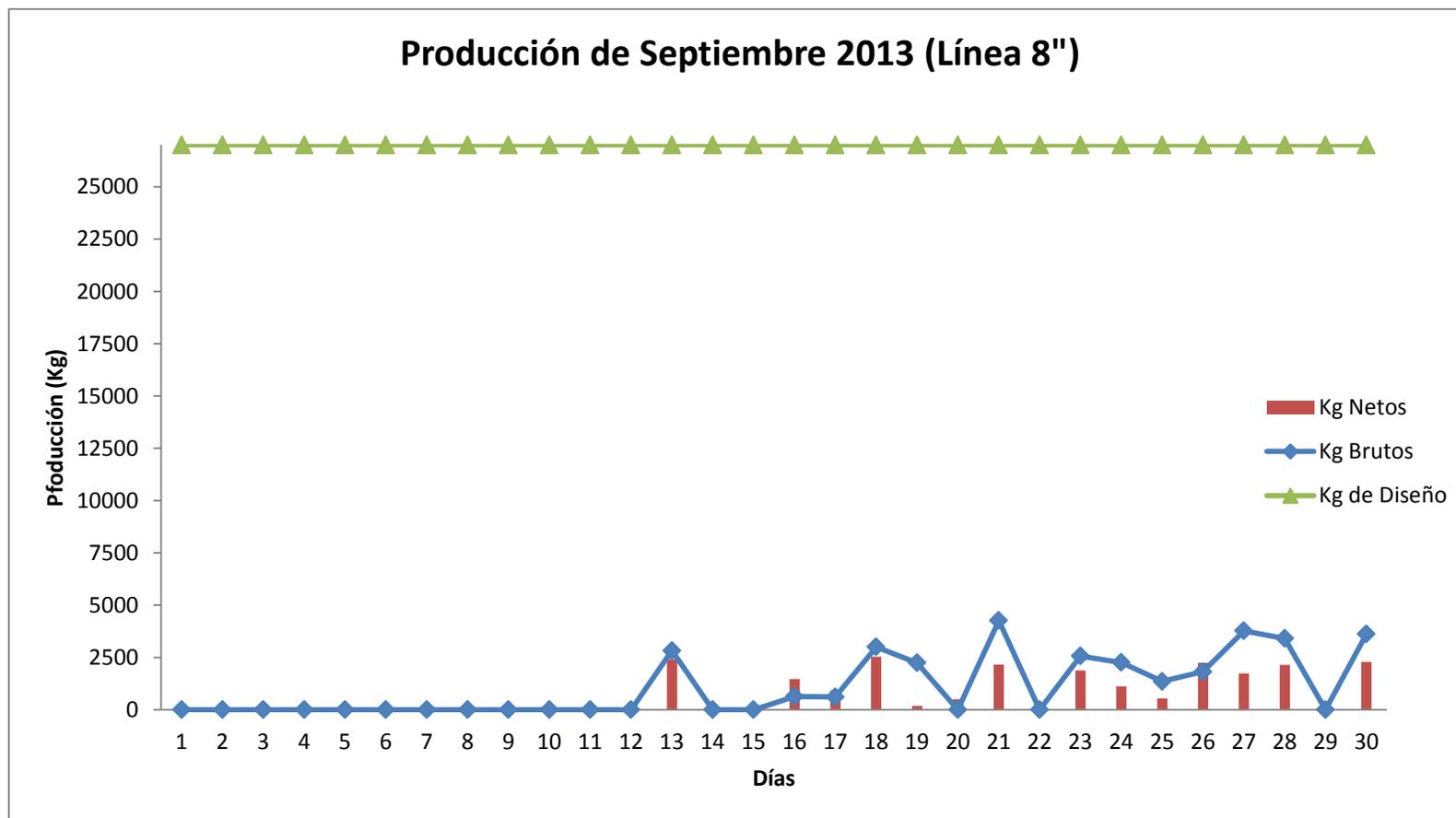
APÉNDICE C: DIARIO DE PRODUCCIÓN

LINEA 8''

Apéndice C.1: Producción del Mes de Septiembre

Fecha	Kg de Diseño	Kg Brutos	Kg Netos
01/09/2013	27000	0	0
02/09/2013	27000	0	0
03/09/2013	27000	0	0
04/09/2013	27000	0	0
05/09/2013	27000	0	0
06/09/2013	27000	0	0
07/09/2013	27000	0	0
08/09/2013	27000	0	0
09/09/2013	27000	0	0
10/09/2013	27000	0	0
11/09/2013	27000	0	0
12/09/2013	27000	0	0
13/09/2013	27000	2824	2406
14/09/2013	27000	0	0
15/09/2013	27000	0	0
16/09/2013	27000	632	1474
17/09/2013	27000	611	921
18/09/2013	27000	3001	2540
19/09/2013	27000	2244	185
20/09/2013	27000	0	504
21/09/2013	27000	4263	2156
22/09/2013	27000	0	0
23/09/2013	27000	2571	1873
24/09/2013	27000	2257	1116
25/09/2013	27000	1355	549
26/09/2013	27000	1819	2238
27/09/2013	27000	3777	1737
28/09/2013	27000	3406	2137
29/09/2013	27000	0	0
30/09/2013	27000	3627	2288
TOTAL SEPTIEMBRE		32387	22124

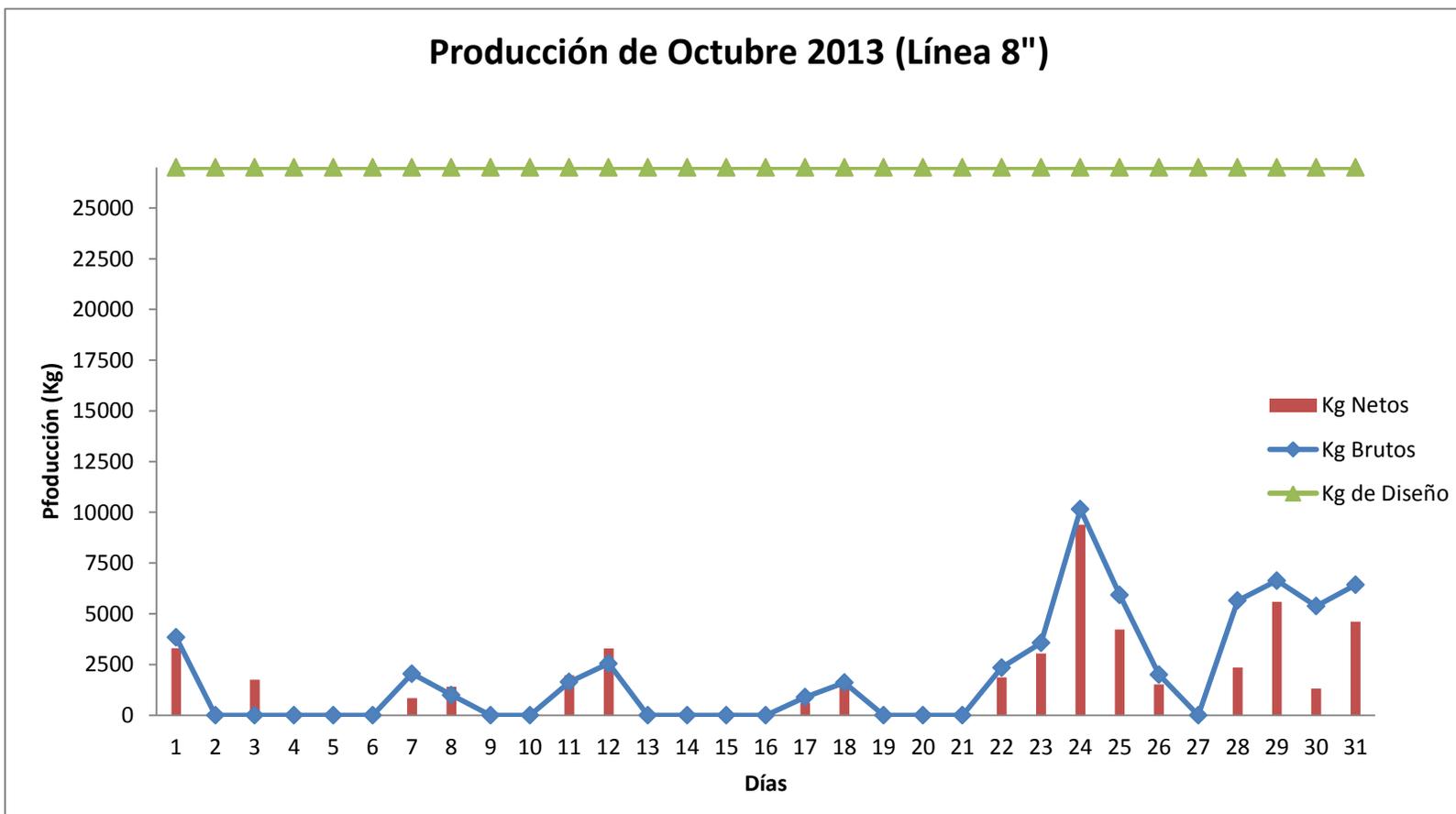
Grafica perteneciente al apéndice C.1



Apéndice C.2: Producción del Mes de Octubre

Fecha	Kg de Diseño	Kg Brutos	Kg Netos
01/10/2013	27000	3849	3299
02/10/2013	27000	0	0
03/10/2013	27000	0	1754
04/10/2013	27000	0	0
05/10/2013	27000	0	0
06/10/2013	27000	0	0
07/10/2013	27000	2045	842
08/10/2013	27000	998	1398
09/10/2013	27000	0	0
10/10/2013	27000	0	0
11/10/2013	27000	1637	1967
12/10/2013	27000	2554	3294
13/10/2013	27000	0	0
14/10/2013	27000	0	0
15/10/2013	27000	0	0
16/10/2013	27000	0	0
17/10/2013	27000	893	610
18/10/2013	27000	1608	1482
19/10/2013	27000	0	0
20/10/2013	27000	0	0
21/10/2013	27000	0	0
22/10/2013	27000	2351	1867
23/10/2013	27000	3568	3047
24/10/2013	27000	10156	9385
25/10/2013	27000	5922	4220
26/10/2013	27000	2008	1513
27/10/2013	27000	0	0
28/10/2013	27000	5649	2356
29/10/2013	27000	6636	5584
30/10/2013	27000	5378	1312
31/10/2013	27000	6428	4607
TOTAL OCTUBRE		61680	48537

Grafica perteneciente al apéndice C.2

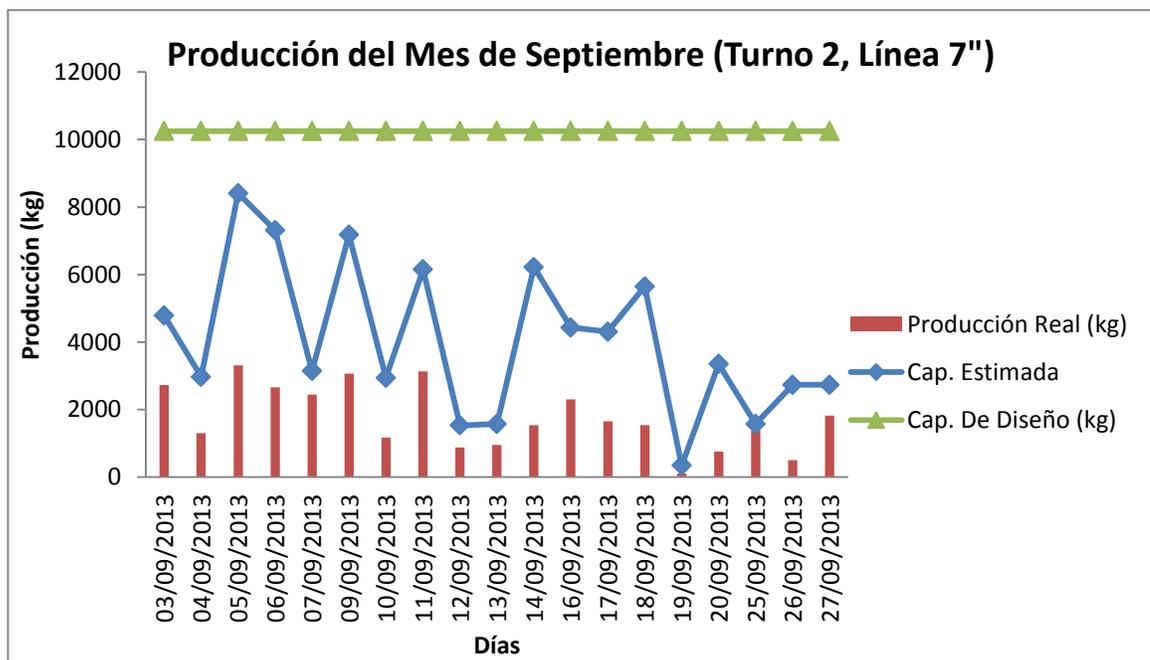


APÉNDICE D: PRODUCCIÓN POR TURNO 2

LÍNEA 7”

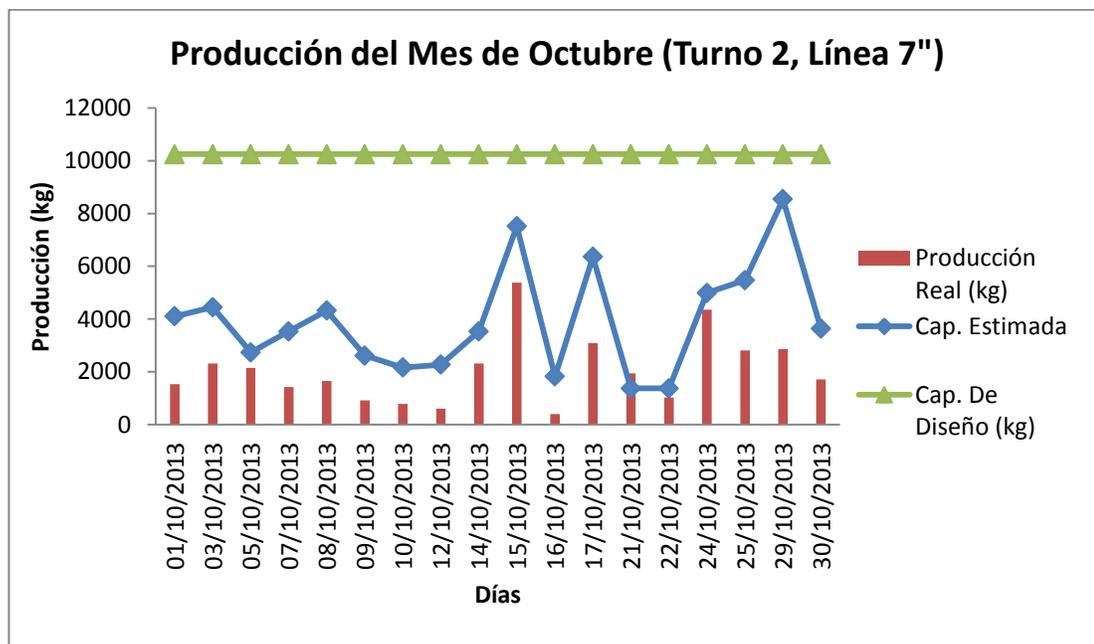
Apéndice D.1: Producción por Turno. Agosto

Fecha	Horas Trabajadas	Producción por Hora	Cap. De Diseño (kg)	Cap. Estimada	Producción Real (kg)
03/09/2013	3.5	1367	10250	4785	2725
04/09/2013	2.17	1367	10250	2966	1302
05/09/2013	6.15	1367	10250	8407	3313
06/09/2013	5.35	1367	10250	7313	2658
07/09/2013	2.3	1367	10250	3144	2443
09/09/2013	5.25	1367	10250	7177	3061
10/09/2013	2.15	1367	10250	2939	1172
11/09/2013	4.5	1367	10250	6152	3131
12/09/2013	1.12	1367	10250	1531	880
13/09/2013	1.15	1367	10250	1572	952
14/09/2013	4.55	1367	10250	6220	1538
16/09/2013	3.24	1367	10250	4429	2296
17/09/2013	3.15	1367	10250	4306	1650
18/09/2013	4.13	1367	10250	5646	1534
19/09/2013	0.25	1367	10250	342	106
20/09/2013	2.45	1367	10250	3349	752
25/09/2013	1.15	1367	10250	1572	1381
26/09/2013	2	1367	10250	2734	503
27/09/2013	2	1367	10250	2734	1824



Apéndice D.2: Producción por Turno. Septiembre

Fecha	Horas Trabajadas	Producción por Hora	Cap. De Diseño (kg)	Cap. Estimada	Producción Real (kg)
01/10/2013	3	1367	10250	4101	1529
03/10/2013	3.25	1367	10250	4443	2309
05/10/2013	2	1367	10250	2734	2140
07/10/2013	2.58	1367	10250	3527	1418
08/10/2013	3.16	1367	10250	4320	1653
09/10/2013	1.91	1367	10250	2611	910
10/10/2013	1.58	1367	10250	2160	782
12/10/2013	1.66	1367	10250	2269	594
14/10/2013	2.58	1367	10250	3527	2307
15/10/2013	5.5	1367	10250	7519	5375
16/10/2013	1.33	1367	10250	1818	390
17/10/2013	4.65	1367	10250	6357	3083
21/10/2013	1	1367	10250	1367	1018
22/10/2013	1	1367	10250	1367	1018
24/10/2013	3.65	1367	10250	4990	4348
25/10/2013	4	1367	10250	5468	2801
29/10/2013	6.25	1367	10250	8544	2857
30/10/2013	2.66	1367	10250	3636	1708

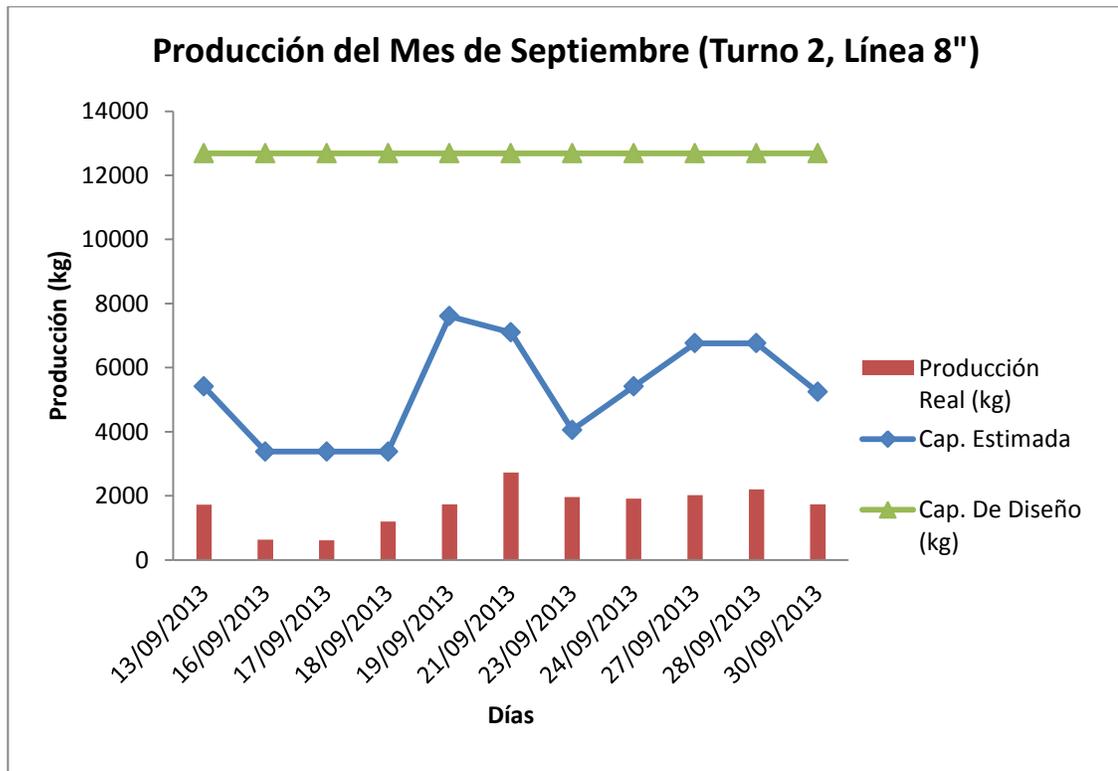


APÉNDICE E: PRODUCCIÓN POR TURNO 2

LÍNEA 8''

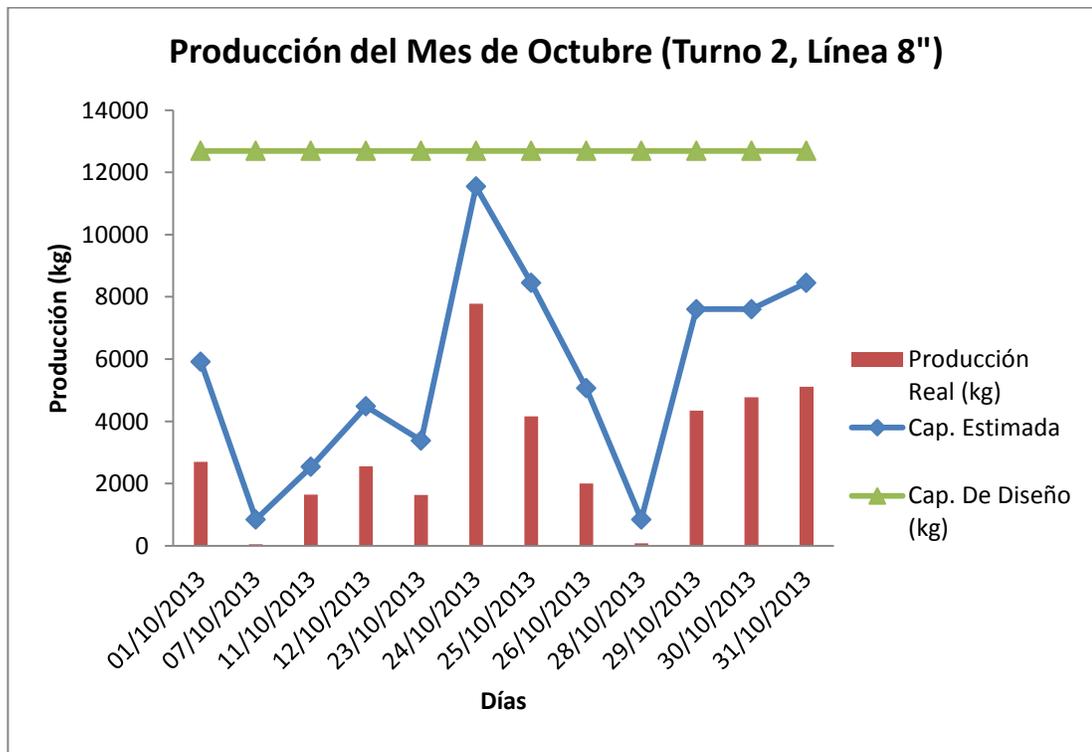
Apéndice E.1: Producción por Turno. Septiembre

Fecha	Horas Trabajadas	Producción por Hora	Cap. De Diseño (kg)	Cap. Estimada	Producción Real (kg)
13/09/2013	3.2	1690	12690	5408	1721
16/09/2013	2	1690	12690	3380	632
17/09/2013	2	1690	12690	3380	611
18/09/2013	2	1690	12690	3380	1202
19/09/2013	4.5	1690	12690	7605	1738
21/09/2013	4.2	1690	12690	7098	2731
23/09/2013	2.4	1690	12690	4056	1966
24/09/2013	3.2	1690	12690	5408	1914
27/09/2013	4	1690	12690	6760	2026
28/09/2013	4	1690	12690	6760	2202
30/09/2013	3.1	1690	12690	5239	1735



Apéndice E.2: Producción por Turno. Octubre

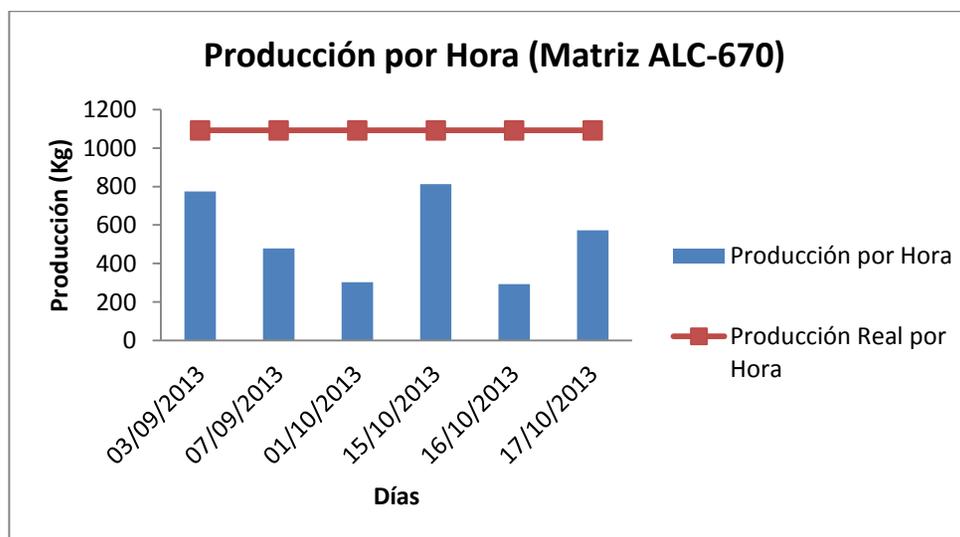
Fecha	Horas Trabajadas	Producción por Hora	Cap. De Diseño (kg)	Cap. Estimada	Producción Real (kg)
01/10/2013	3.5	1690	12690	5915	2697
07/10/2013	0.5	1690	12690	845	48
11/10/2013	1.5	1690	12690	2535	1649
12/10/2013	2.65	1690	12690	4479	2554
23/10/2013	2	1690	12690	3380	1631
24/10/2013	6.83	1690	12690	11543	7784
25/10/2013	5	1690	12690	8450	4165
26/10/2013	3	1690	12690	5070	2008
28/10/2013	0.5	1690	12690	845	79
29/10/2013	4.5	1690	12690	7605	4340
30/10/2013	4.5	1690	12690	7605	4777
31/10/2013	5	1690	12690	8450	5108



APÉNDICE F: PRODUCCIÓN DE LAS MATRICES KG/H POR DÍA

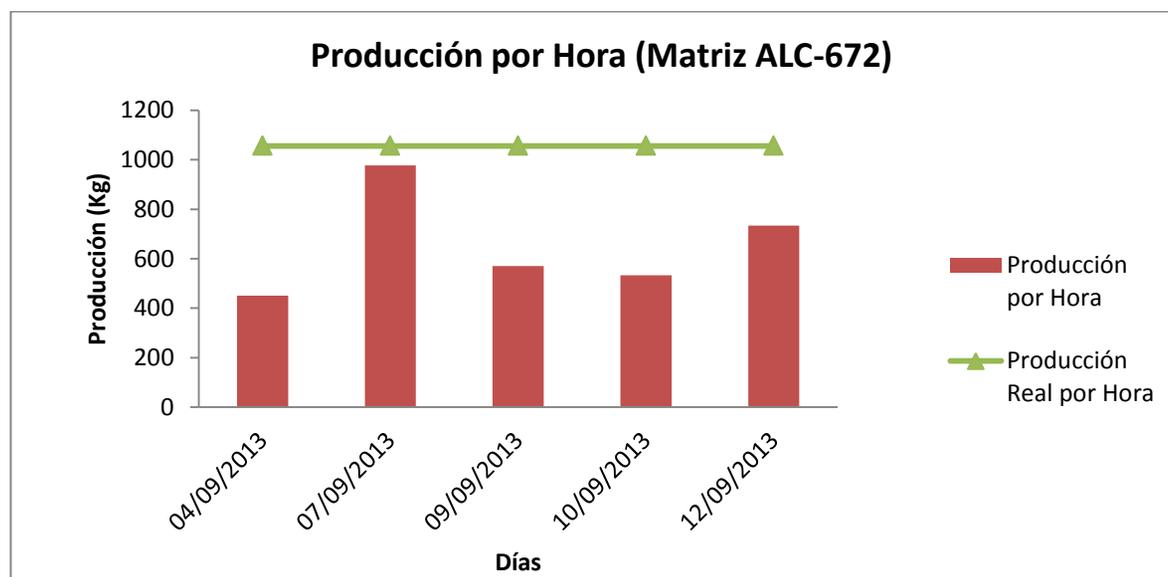
Apéndice F.1: Producción Matriz ALC-670

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
03/09/2013	2.5	1938	775	1092
07/09/2013	1.33	635	477	1092
01/10/2013	0.33	100	303	1092
15/10/2013	1.75	1423	813	1092
16/10/2013	1.33	390	293	1092
17/10/2013	1.16	664	572	1092



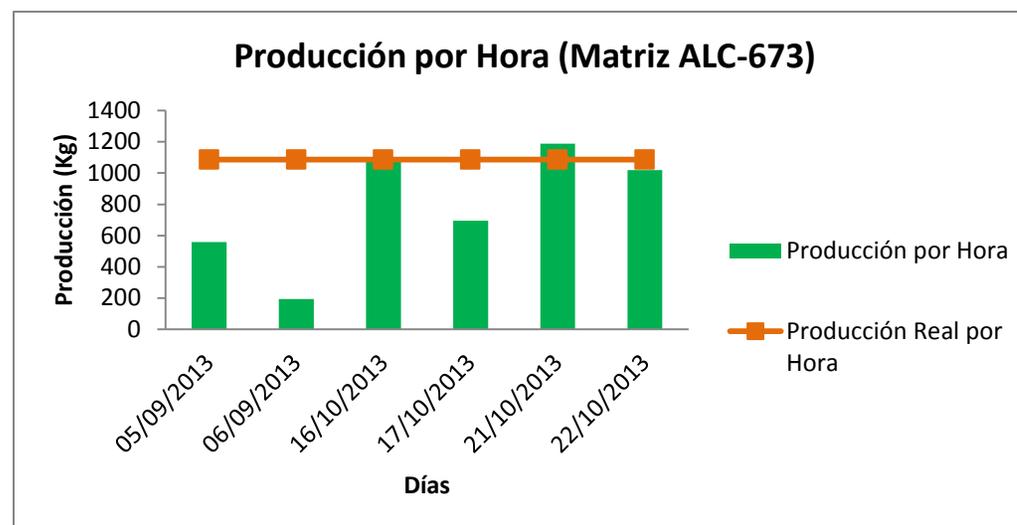
Apéndice F.2: Producción Matriz ALC-672

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
04/09/2013	4.95	2230	451	1056
07/09/2013	2.5	2443	977	1056
09/09/2013	2.83	1613	570	1056
10/09/2013	1.58	842	533	1056
12/09/2013	1.2	880	733	1056



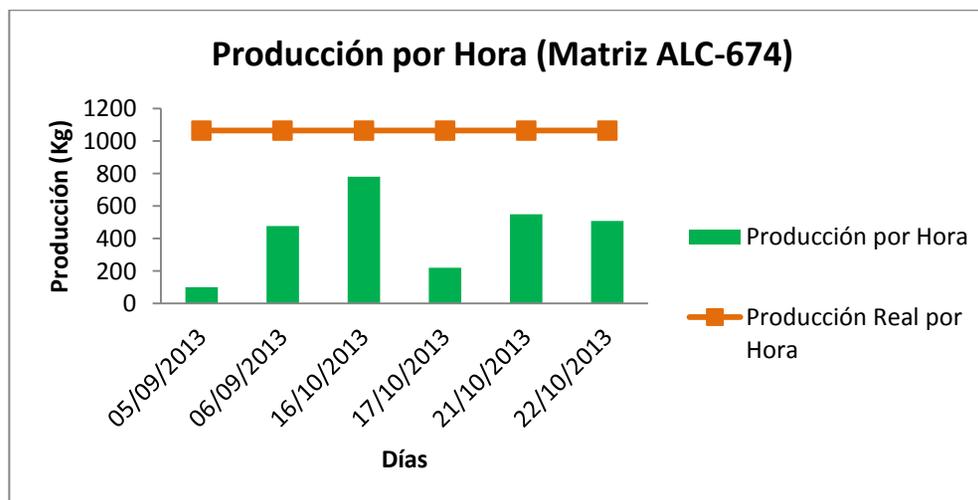
Apéndice F.3: Producción Matriz ALC-673

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
05/09/2013	8.42	4705	559	1086
06/09/2013	0.17	33	194	1086
16/10/2013	1.66	1813	1092	1086
17/10/2013	3.16	2195	695	1086
21/10/2013	3.08	3657	1187	1086
22/10/2013	1	1018	1018	1086



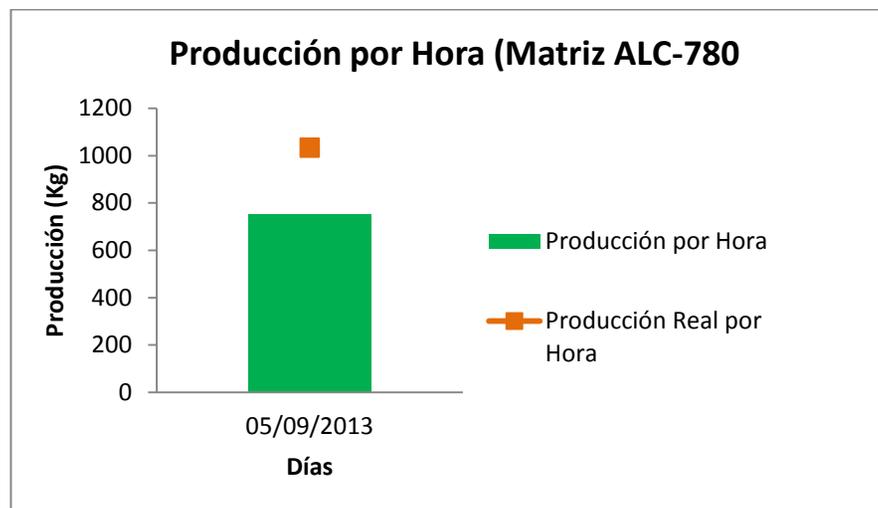
Apéndice F.4: Producción Matriz ALC-674

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
05/09/2013	0.5	50	100	1064
06/09/2013	5.58	2658	476	1064
03/10/2013	1.75	1365	780	1064
04/10/2013	0.15	33	220	1064
07/10/2013	2.58	1418	550	1064
14/10/2013	0.25	127	508	1064



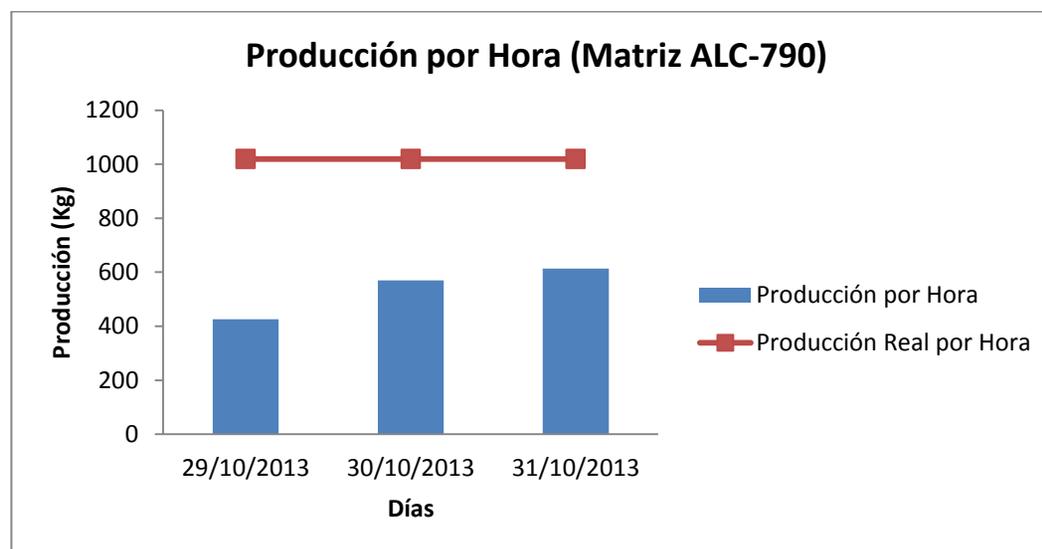
Apéndice F.5: Producción Matriz ALC-780

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
03/09/2013	0.5	375	750	1033



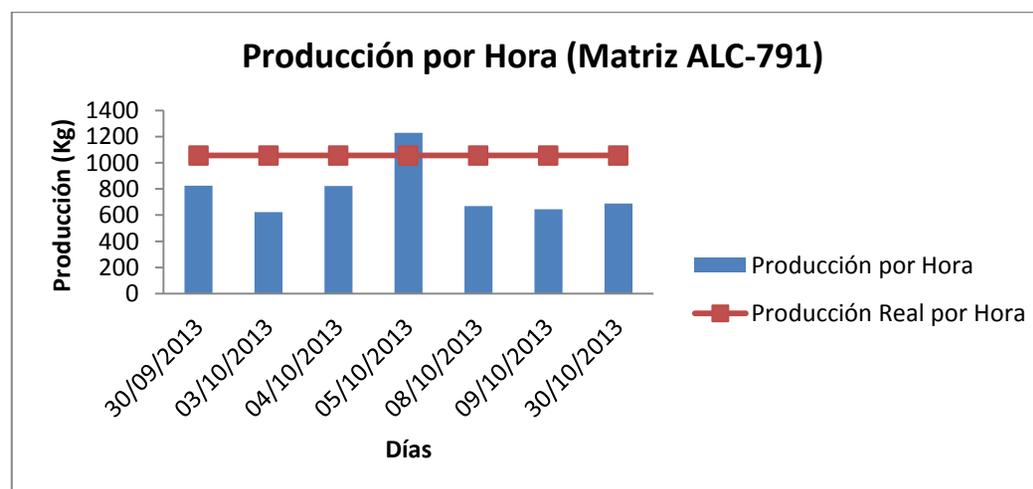
Apéndice F.6: Producción Matriz ALC-790

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
29/10/2013	7.25	3090	426	1019
30/10/2013	1.5	854	569	1019
31/10/2013	1.5	921	614	1019



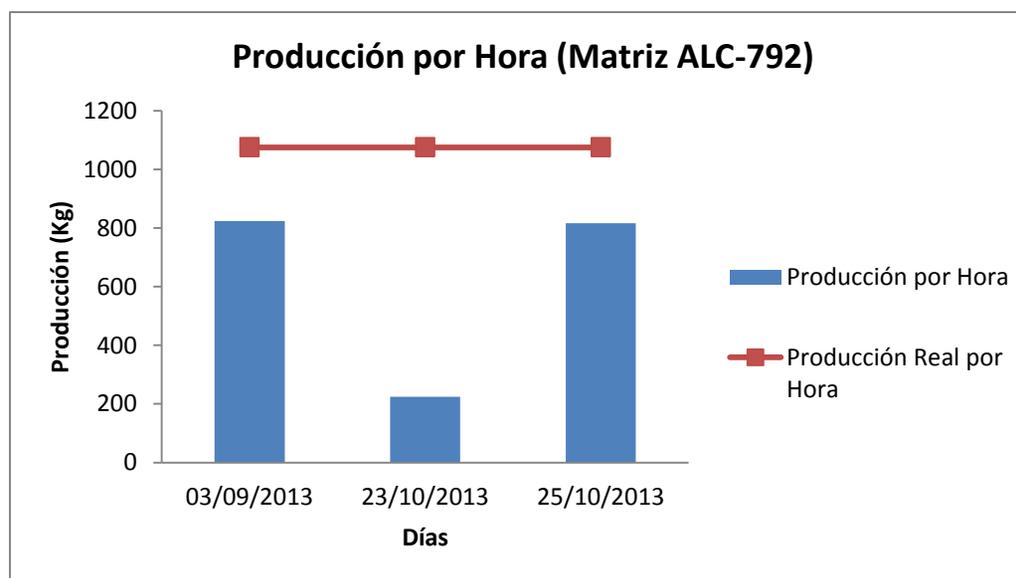
Apéndice F.7: Producción Matriz ALC-791

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
30/09/2013	0.5	412	824	1056
03/10/2013	1.66	1034	623	1056
04/10/2013	2.25	1850	822	1056
05/10/2013	3.5	4303	1229	1056
08/10/2013	4.58	3069	670	1056
09/10/2013	1.16	748	645	1056
30/10/2013	1.58	1087	688	1056



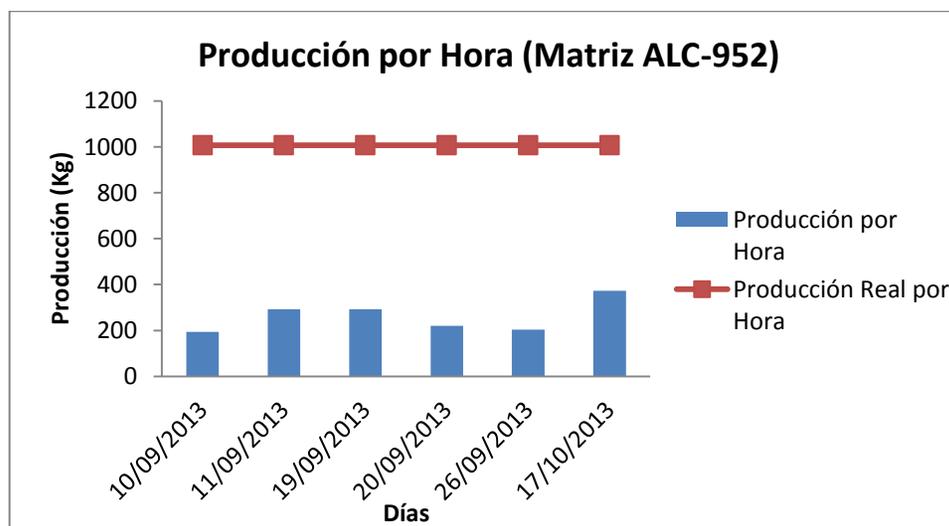
Apéndice F.8: Producción Matriz ALC-792

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
03/09/2013	0.5	412	824	1075
23/10/2013	1.16	260	224	1075
25/10/2013	2.66	2173	817	1075



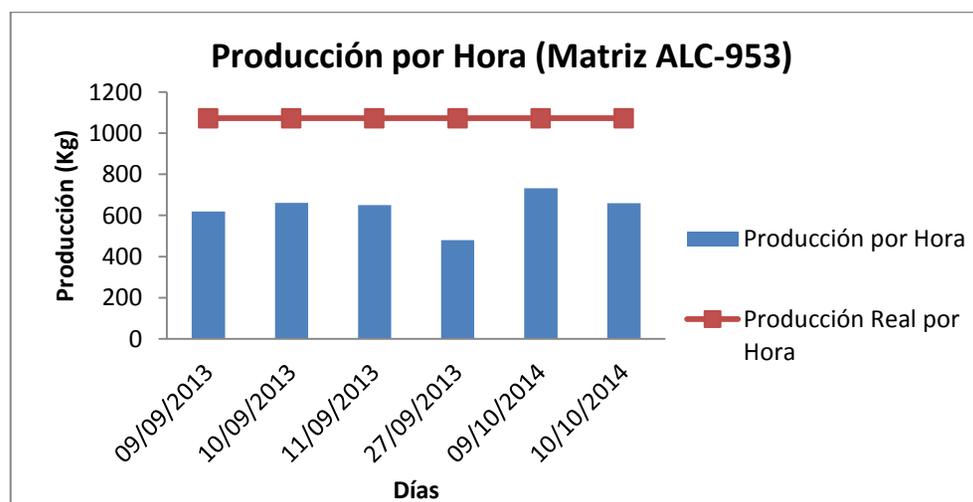
Apéndice F.9: Producción Matriz ALC-952

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
10/09/2013	0.17	33	194	1007
11/09/2013	1.75	512	293	1007
19/09/2013	4.08	1192	292	1007
20/09/2013	3.41	752	221	1007
26/09/2013	0.33	67	203	1007
17/10/2013	1.48	551	372	1007



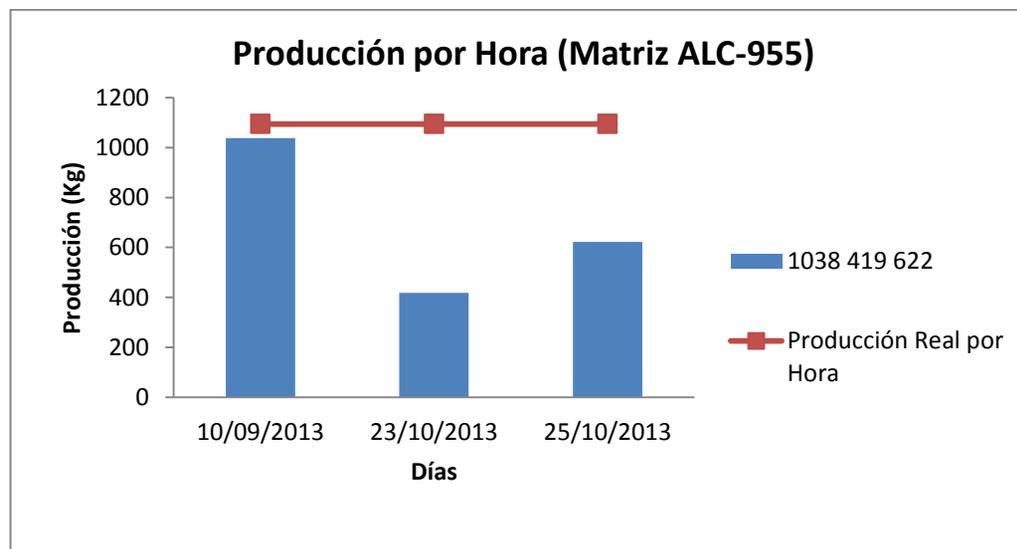
Apéndice F.10: Producción Matriz ALC-953

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
09/09/2013	2	1237	619	1072
10/09/2013	5	3301	660	1072
11/09/2013	5.42	3526	651	1072
27/09/2013	0.25	120	480	1072
09/10/2014	2.05	1500	732	1072
10/10/2014	0.75	494	659	1072



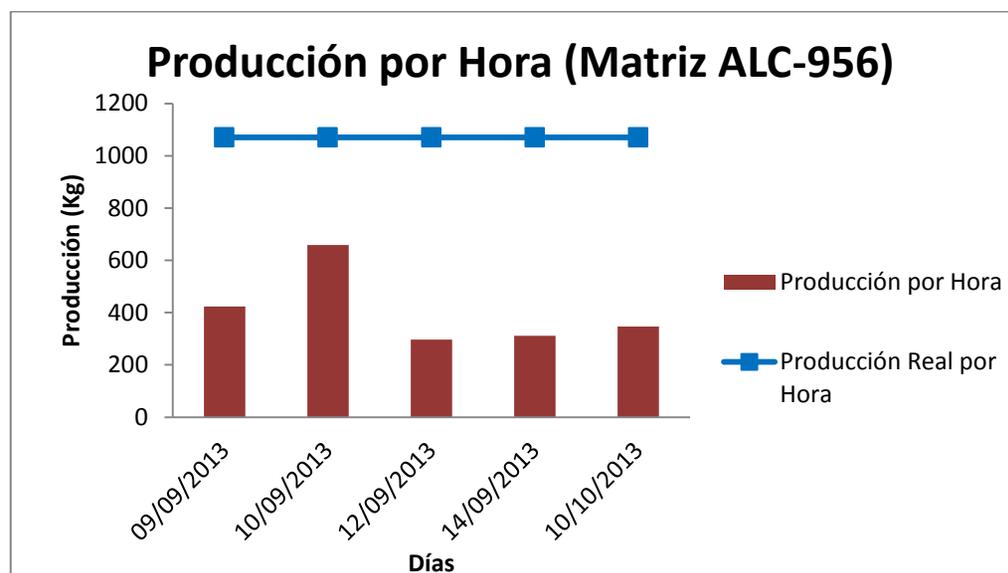
Apéndice F.11: Producción Matriz ALC-955

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
10/09/2013	0.08	83	1038	1094
23/10/2013	0.16	67	419	1094
25/10/2013	3	1865	622	1094



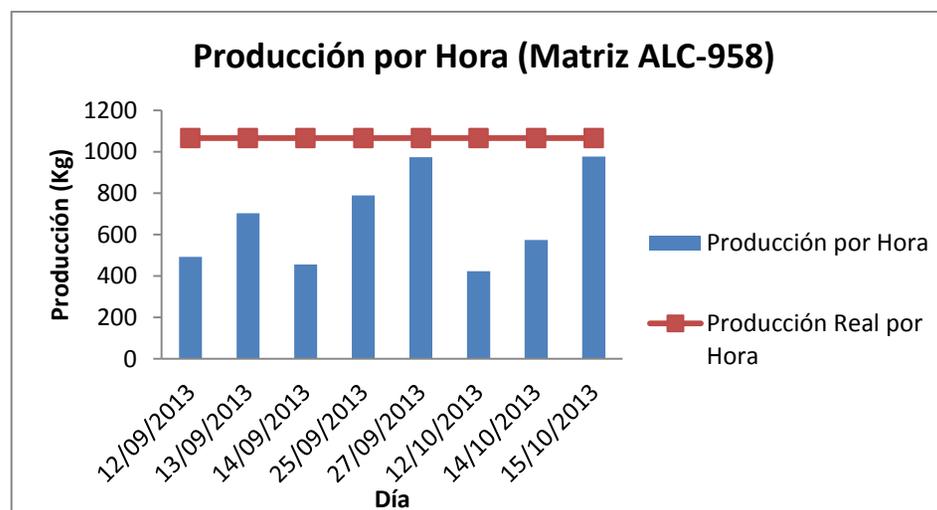
Apéndice F.12: Producción Matriz ALC-956

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
09/09/2013	0,5	212	424	1070
10/09/2013	0,17	112	659	1070
12/09/2013	0,33	98	297	1070
14/09/2013	1,42	442	311	1070
10/10/2013	0,83	288	347	1070



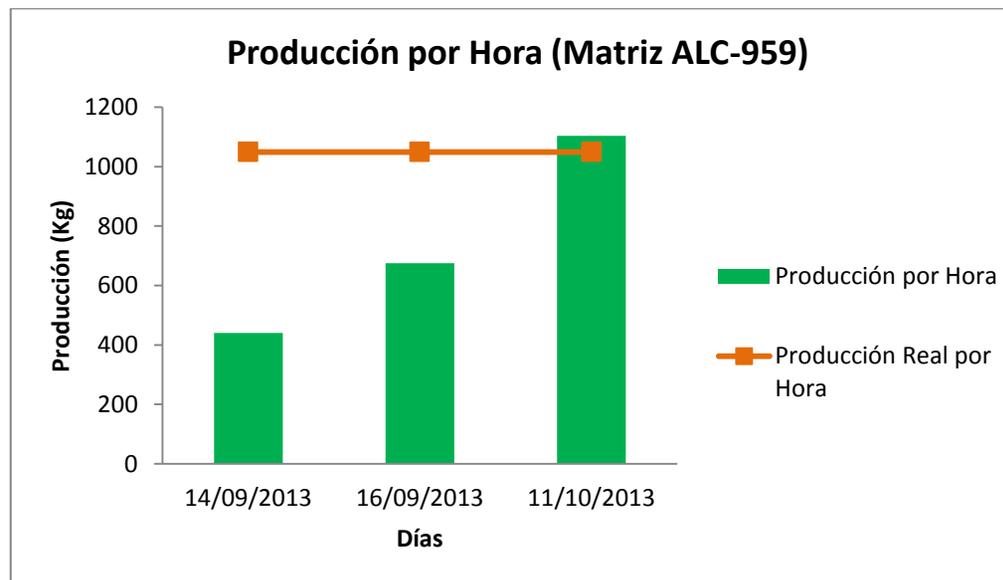
Apéndice F.13: Producción Matriz ALC-958

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
12/09/2013	2,83	1392	492	1065
13/09/2013	4,66	3279	704	1065
14/09/2013	6,91	3145	455	1065
25/09/2013	3,5	2761	789	1065
27/09/2013	1,75	1704	974	1065
12/10/2013	1,83	774	423	1065
14/10/2013	1,83	1049	573	1065
15/10/2013	5,5	5375	977	1065



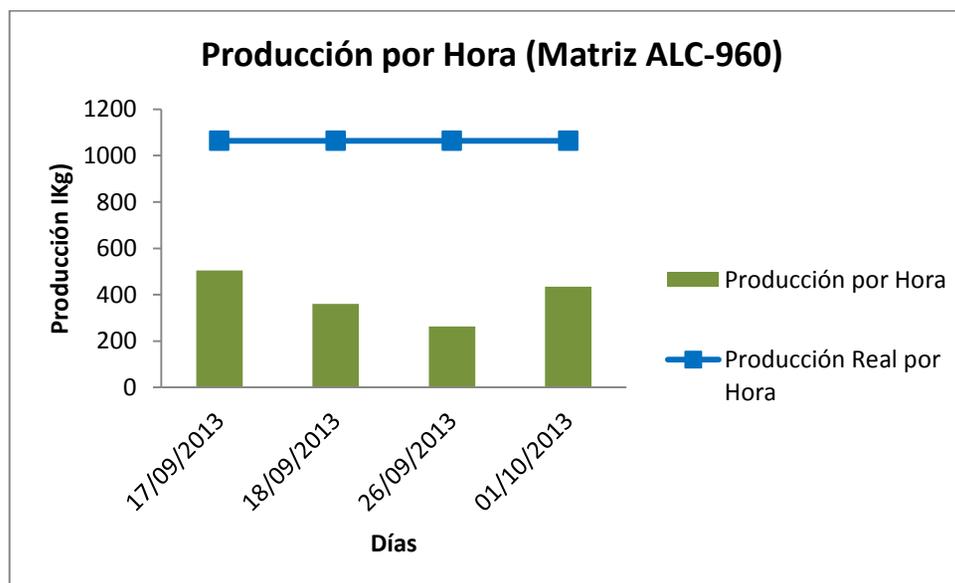
Apéndice F.14: Producción Matriz ALC-959

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
14/09/2013	0,25	110	440	1049
16/09/2013	3,4	2296	675	1049
11/10/2013	2,5	2758	1103	1049



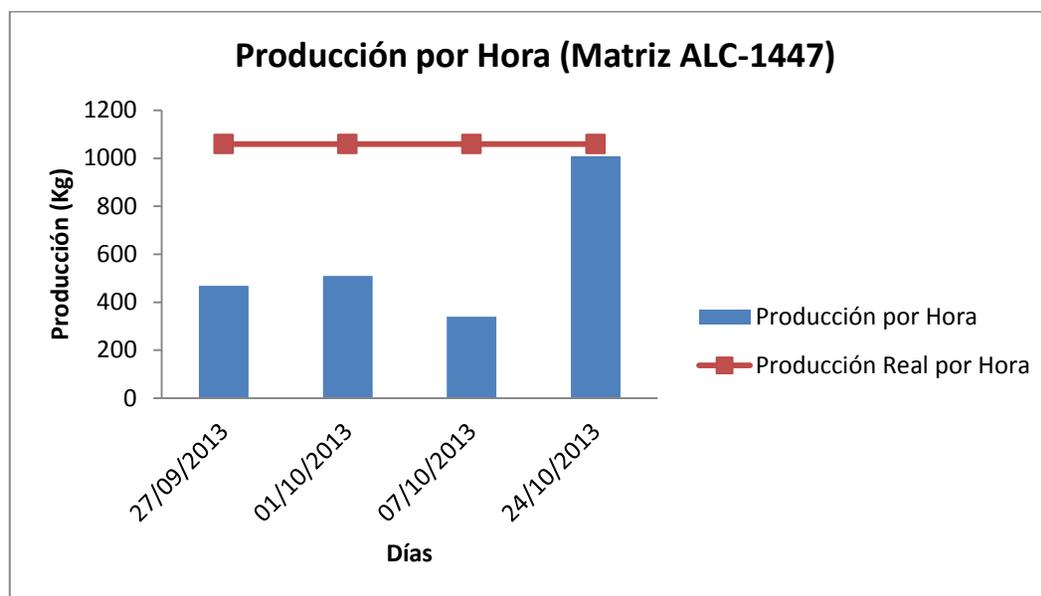
Apéndice F.15: Producción Matriz ALC-960

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
17/09/2013	3,25	1640	505	1064
18/09/2013	4,25	1534	361	1064
26/09/2013	1,66	436	263	1064
01/10/2013	3,66	1589	434	1064



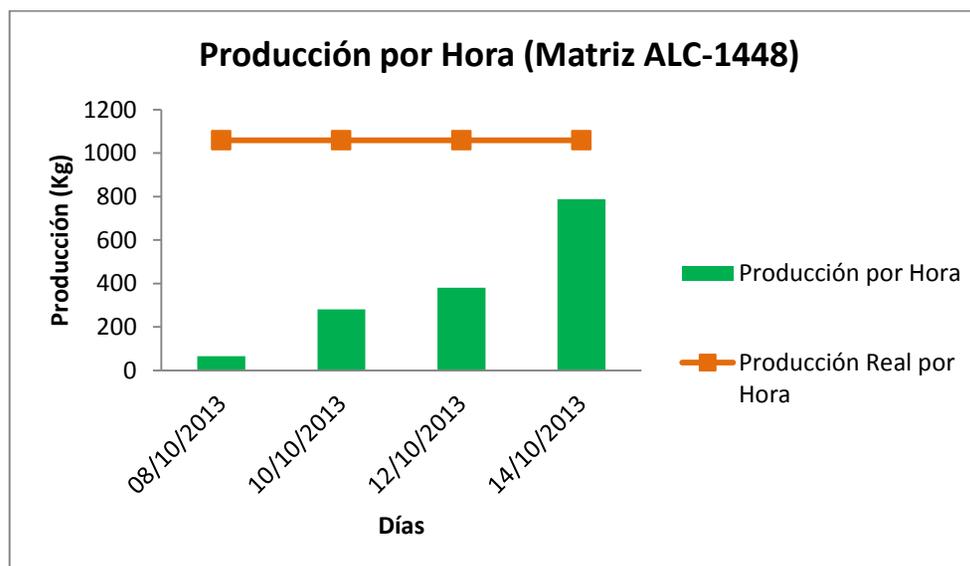
Apéndice F.16: Producción Matriz ALC-1447

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
27/09/2013	0,5	234	468	1059
01/10/2013	3	1529	510	1059
07/10/2013	3,25	1106	340	1059
24/10/2013	7,21	7271	1008	1059



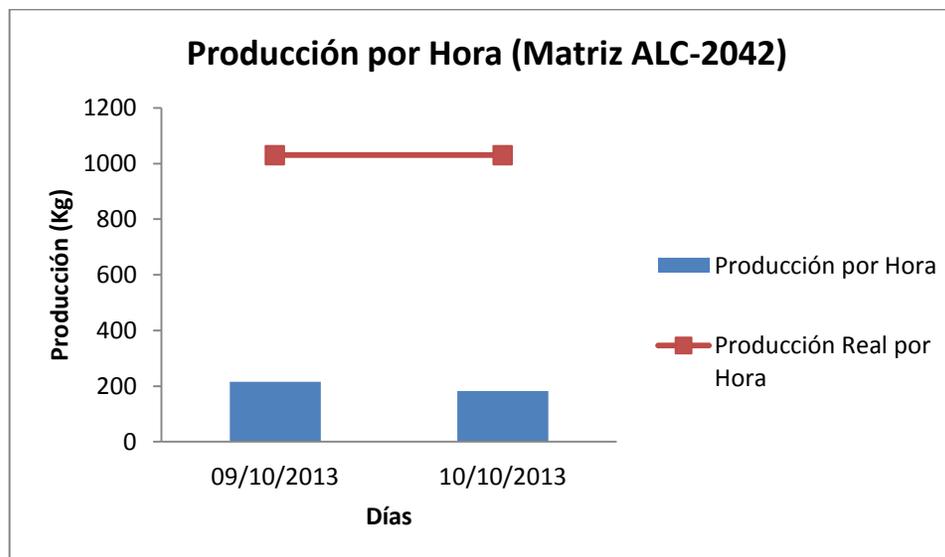
Apéndice F.17: Producción Matriz ALC-1448

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
08/10/2013	0,5	33	66	1059
10/10/2013	1,08	303	281	1059
12/10/2013	1,66	631	380	1059
14/10/2013	1,33	1049	789	1059



Apéndice F.18: Producción Matriz ALC-2042

Fecha	Horas trabajadas	Producción por Horas Trabajadas	Producción por Hora	Producción Real por Hora
09/10/2013	0,75	162	216	1030
10/10/2013	1,25	228	182	1030



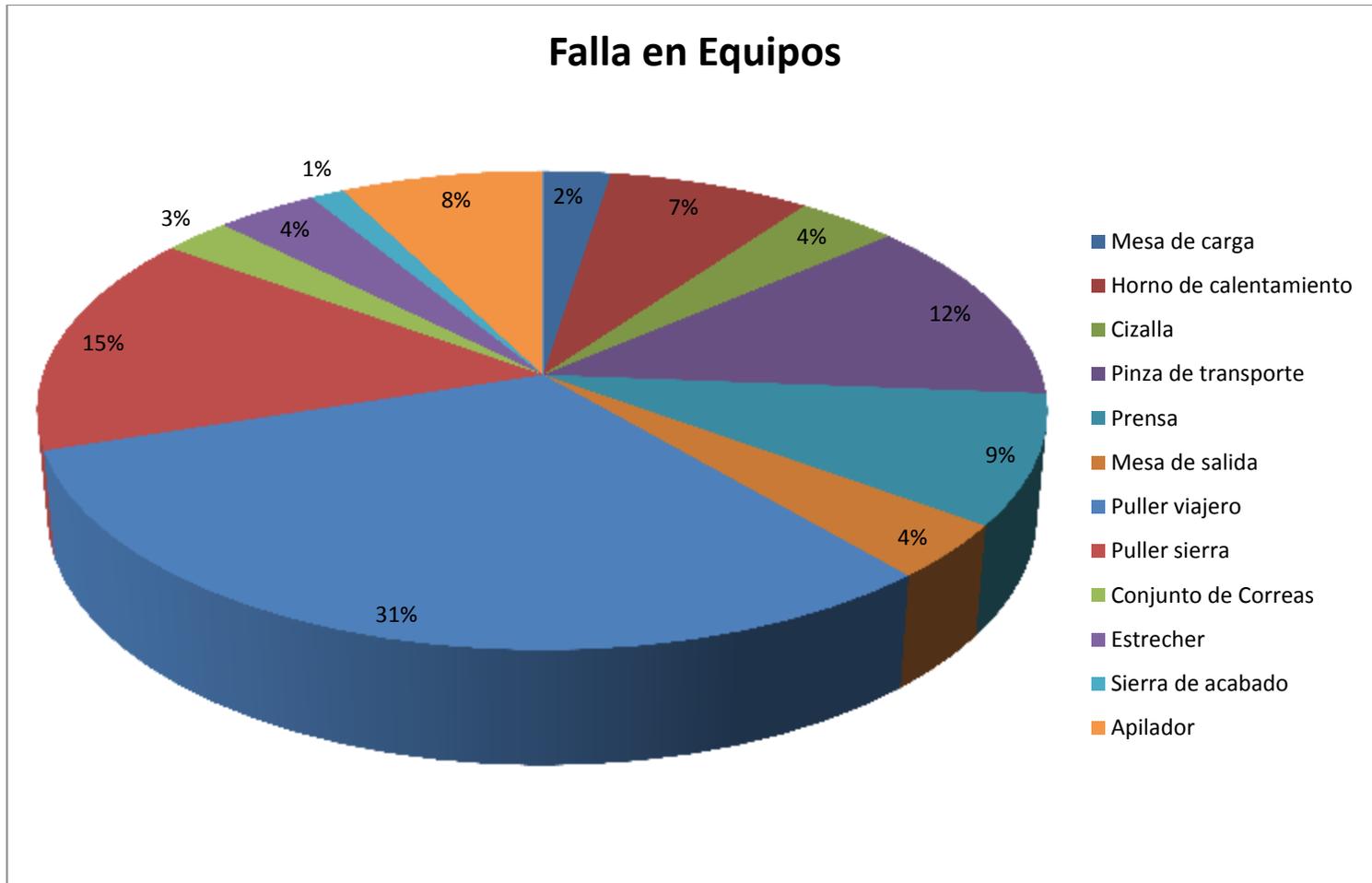
APÉNDICE G: FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN



Apéndice G.1: Factores que Interfieren en la Producción

Factores	02/09/2013	04/09/2013	05/09/2013	06/09/2013	10/09/2013	11/09/2013	16/09/2013	18/09/2013	25/09/2013	26/09/2013	27/09/2013	01/10/2013	02/10/2013	03/10/2013	04/10/2013	05/10/2013	06/10/2013	07/10/2013	08/10/2013	09/10/2013	10/10/2013	11/10/2013	12/10/2013	13/10/2013	14/10/2013	15/10/2013	16/10/2013	17/10/2013	21/10/2013	22/10/2013	24/10/2013	25/10/2013	26/10/2013	TOTAL DE OCURENCIA			
Mesa de carga																													1	1					2		
Horno de calentamiento					1		2		1										1						1											6	
Cizalla							1														1						1									3	
Pinza de transporte				1		1	1									1				1				1				1	1	1			1			10	
Prensa			1						1			2							1	1													1			7	
Mesa de salida	1											1												1												3	
Puller viajero		1		1		1		2	3	2		1				1		2		1	1		2	1	1	1		3			1				25		
Puller sierra			1		1	1			1									1	2	1				1	1					1	1				12		
Conjunto de Correas																	1		1																	2	
Estrecher		1																					1							1						3	
Sierra de acabado											1																									1	
Apilador				1		1	1																					1	1				1			6	
Dificultad de manejo del Producto	1			2	1	1				1	1			2			2	1		1	1				1			1	1							17	
Conocimiento Humano	1		2			2		2	1	1			1			1			1	2			1		1				2		1		1			20	
Falta de Insumos			1					1		1																											3
Insumos defectuosos					1										1												1										3
Interrupciones Imprevistas	1			1			1			1			1						1		2		1		1						1						11

Grafica perteneciente al apéndice G.1

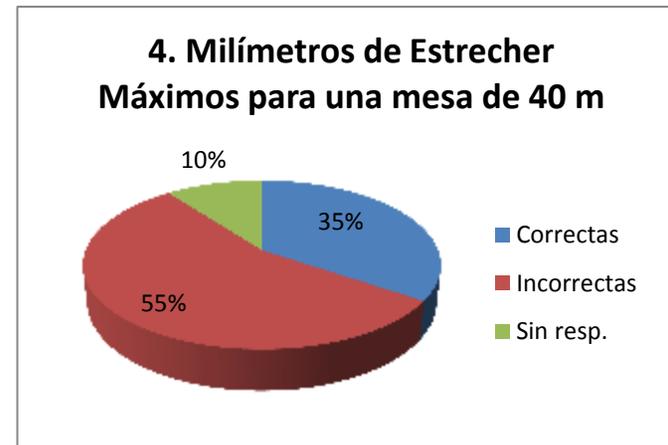
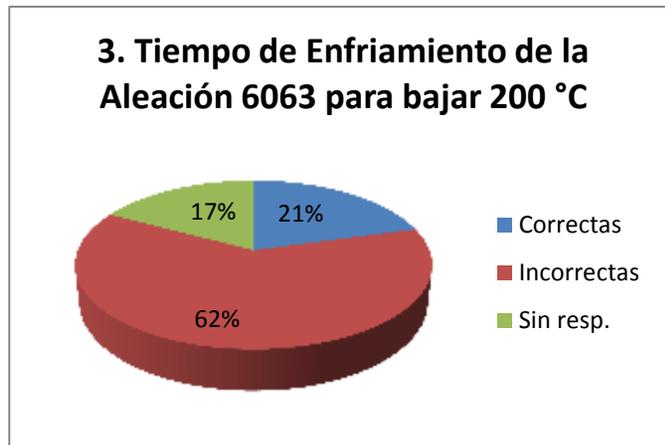
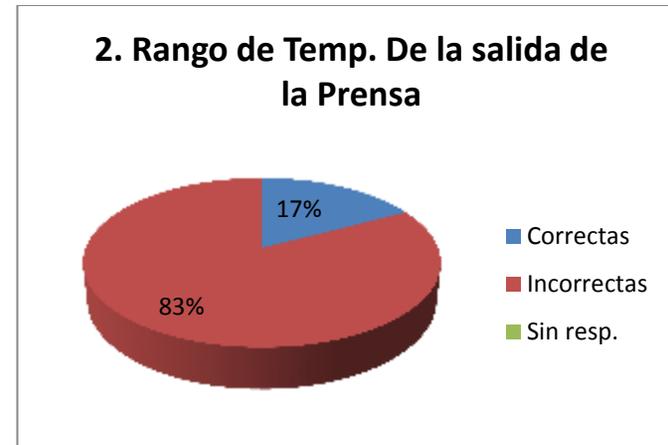
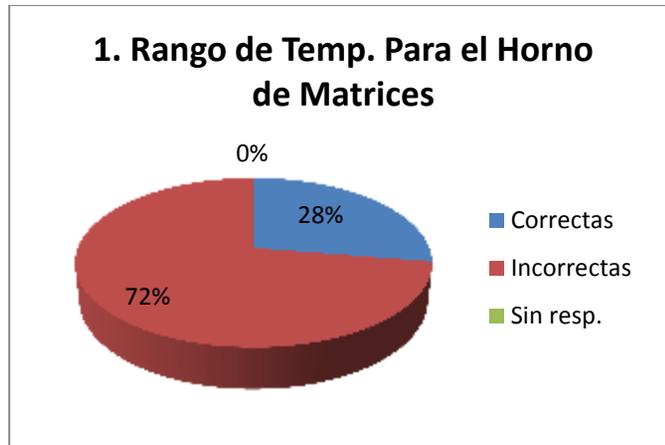


APÉNDICE H: RESULTADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS

Apéndice H.1: Encuesta Realizada el 04/09/2013

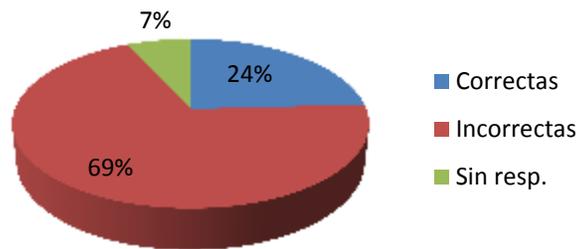
Preguntas	Correctas	Incorrectas	Sin resp.	% Correctas	% Incorrectas	% Sin resp.
1. Rango de Temp. Para el Horno de Matrices	8	21	0	28%	72%	0%
2. Rango de Temp. De la salida de la Prensa	5	24	0	17%	83%	0%
3. Tiempo de Enfriamiento de la Aleación 6063 para bajar 200 °C	6	18	5	21%	62%	17%
4. Milímetros de Estrecher Máximos para una mesa de 40 m	10	16	3	34%	55%	10%
5. Tiempo de Tratamiento en Horno de Envejecimiento	7	20	2	24%	69%	7%
6. Cual (es) es la (s) Variable (s) que influyen en el corte de la Sierra	4	23	2	14%	79%	7%
7. Temperatura de Tratamiento de Horno de Envejecimiento	14	8	7	48%	28%	24%
8. Tiempo Mínimo de Calentamiento de la Matriz	9	18	2	31%	62%	7%
9. Velocidad Máxima de Extrusión de la Prensa	7	22	4	24%	76%	14%
10. Máximo Avance de la Sierra	5	8	13	17%	28%	45%
11. Longitud Mínima y Máxima del Tocho Recomendado	6	21	2	21%	72%	7%
Promedio	7	18	4	25%	62%	13%

Grafica perteneciente al apéndice H.1

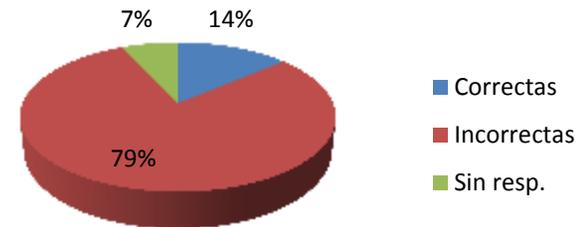


Grafica perteneciente al apéndice H.1

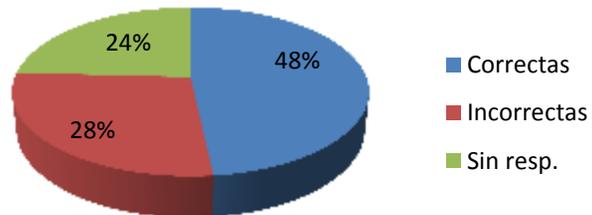
5. Tiempo de Tratamiento en Horno de Envejecimiento



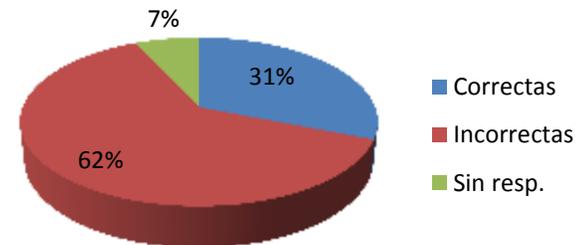
6. Cual (es) es la (s) Variable (s) que influyen en el corte de la Sierra



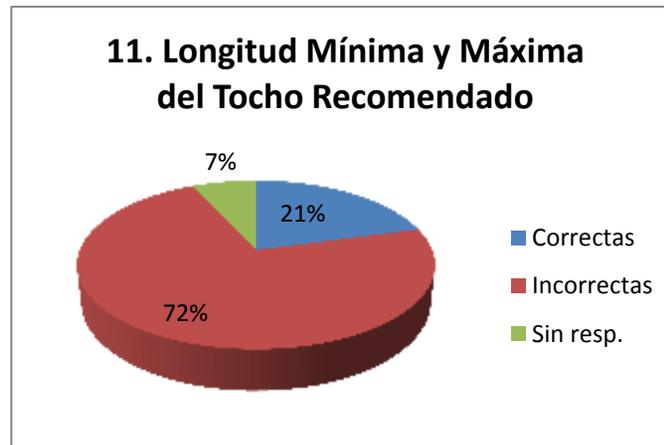
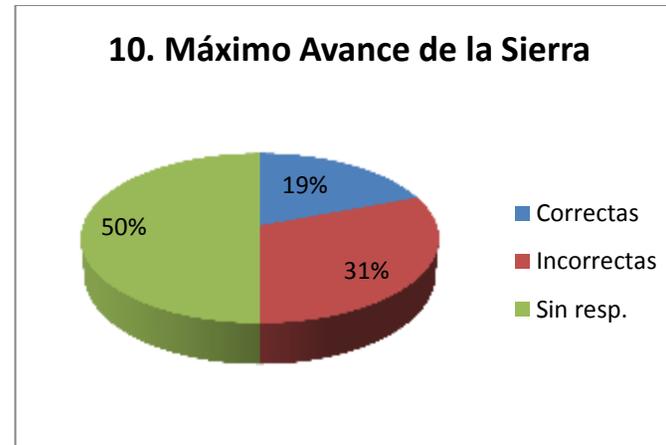
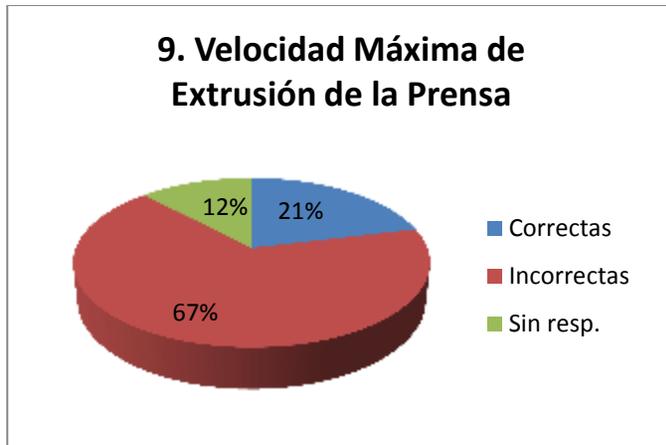
7. Temperatura de Tratamiento de Horno de Envejecimiento



8. Tiempo Mínimo de Calentamiento de la Matriz



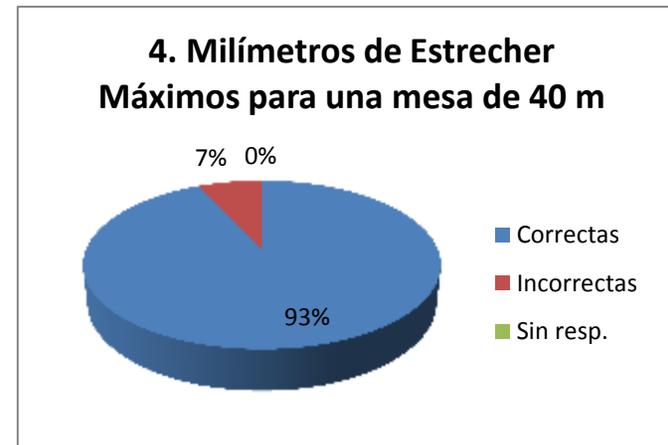
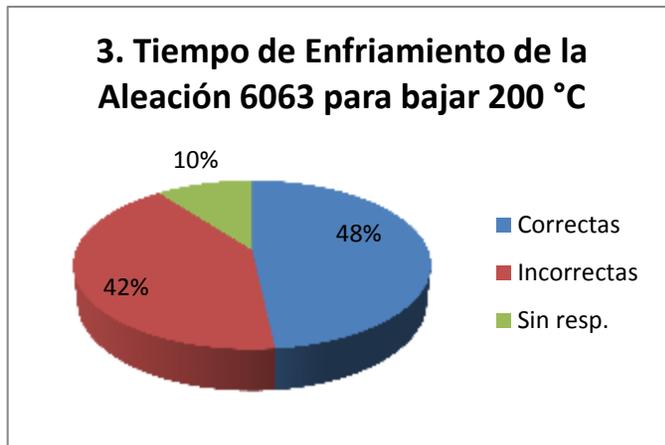
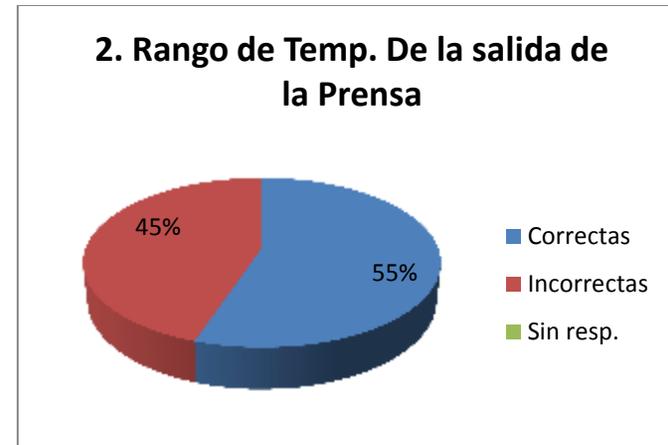
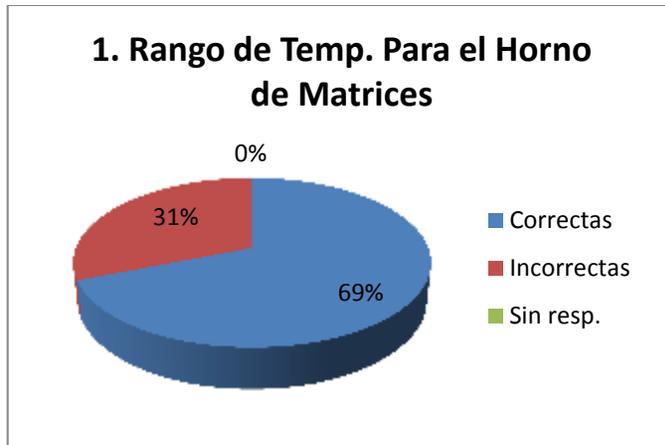
Grafica perteneciente al apéndice H.1



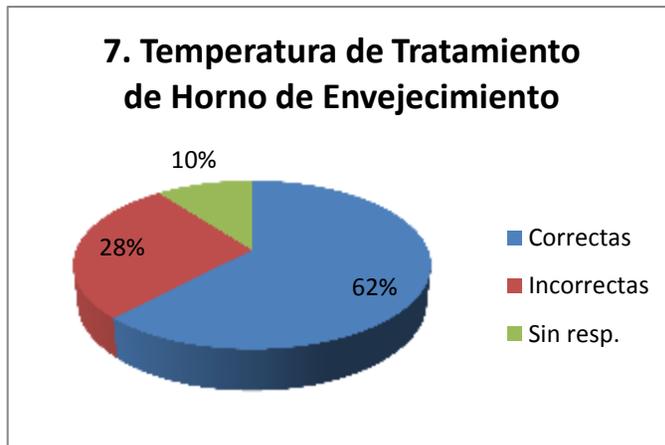
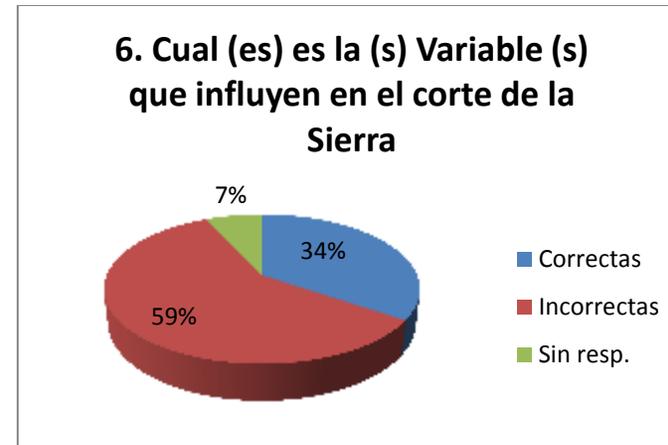
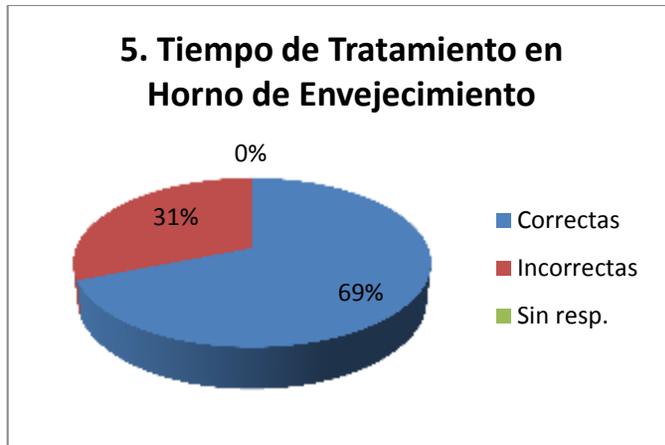
Apéndice H.2: Encuesta Realizada el 28/11/2013

Preguntas	Correctas	Incorrectas	Sin resp.	% Correctas	% Incorrectas	% Sin resp.
1. Rango de Temp. Para el Horno de Matrices	20	9	0	69%	31%	0%
2. Rango de Temp. De la salida de la Prensa	16	13	0	55%	45%	0%
3. Tiempo de Enfriamiento de la Aleación 6063 para bajar 200 °C	14	12	3	48%	41%	10%
4. Milímetros de Estrecher Máximos para una mesa de 40 m	27	2	0	93%	7%	0%
5. Tiempo de Tratamiento en Horno de Envejecimiento	20	9	0	69%	31%	0%
6. Cual (es) es la (s) Variable (s) que influyen en el corte de la Sierra	10	17	2	34%	59%	7%
7. Temperatura de Tratamiento de Horno de Envejecimiento	18	8	3	62%	28%	10%
8. Tiempo Mínimo de Calentamiento de la Matriz	15	11	3	52%	38%	10%
9. Velocidad Máxima de Extrusión de la Prensa	25	3	1	86%	10%	3%
10. Máximo Avance de la Sierra	15	5	9	52%	17%	31%
11. Longitud Mínima y Máxima del Tocho Recomendado	16	11	2	55%	38%	7%
Promedio	18	9	2	61%	31%	7%

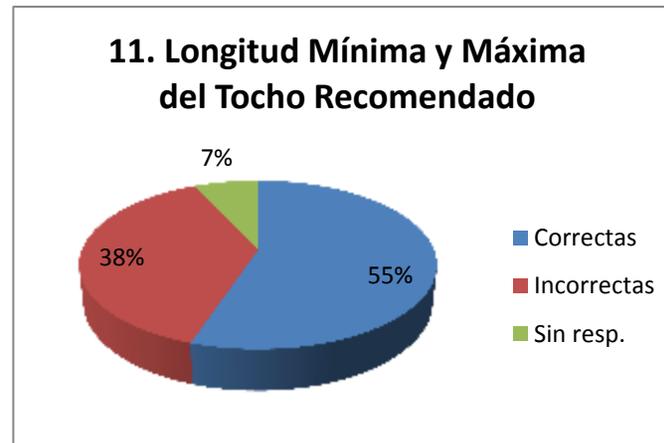
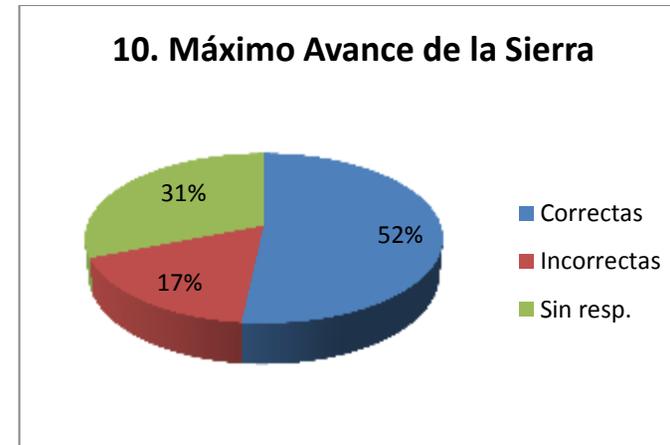
Grafica perteneciente al apéndice H.2



Grafica perteneciente al apéndice H.2

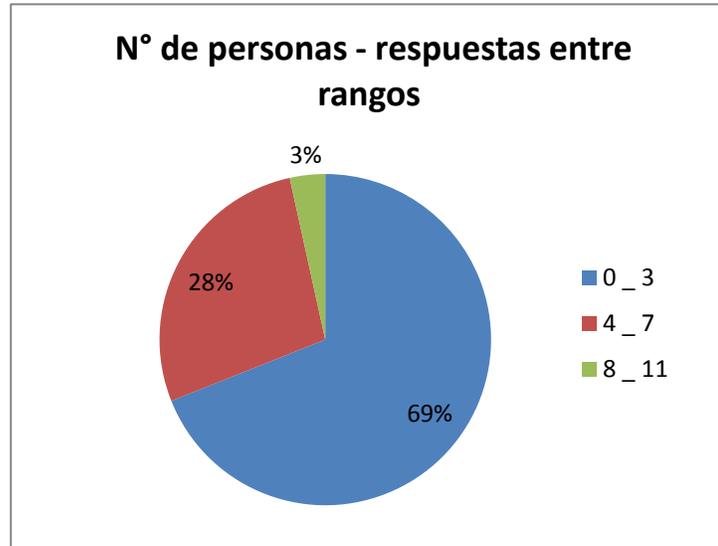


Grafica perteneciente al apéndice H.2



Apéndice H.3: N° de Personas-Total de Preguntas (04/09/2013)

Rango	Núm. De Personas
0_3	20
4_7	8
8_11	1



Apéndice G.4: N° de Personas-Total de Preguntas (28/11/2013)

Rango	Núm. De Personas
0_3	6
4_7	12
8_11	11

