



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN  
ALUMINIOS ALDANA**

**Byron Israel Flores Aquino**

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN  
ALUMINIOS ALDANA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**BYRON ISRAEL FLORES AQUINO**

ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Luis Antonio Valdeavellano Ardón
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN ALUMINIOS ALDANA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 8 de julio de 2014

**Byron Israel Flores Aquino**

Guatemala, 04 de Noviembre de 2015

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ingeniero Urquizú.

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesor del estudiante universitario, Byron Israel Flores Aquino, con número de carné: 200818831, he tenido a la vista el trabajo de graduación titulado: **EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN ALUMINIOS ALDANA**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

  
~~Ing. Renaldo Giron Alvarado~~  
~~COLEGIADO 5977~~  
Renaldo Giron Alvarado  
Asesor de trabajo de graduación  
Colegiado 5977  
Ingeniero Industrial



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.138.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN ALUMINIOS ALDANA**, presentado por el estudiante universitario **Byron Israel Flores Aquino**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Alberto E. Hernández García  
Ingeniero Industrial  
Categoría 0050

Ing. Alberto Eulalio Hernández García  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.242.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN ALUMINIOS ALDANA**, presentado por el estudiante universitario **Byron Israel Flores Aquino**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp



De Guatemala

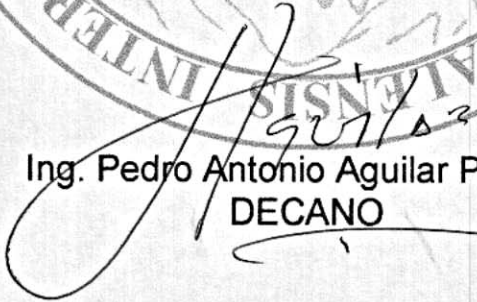


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.034-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **EFICIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE VENTANAS DE ALUMINIO EN ALUMINIOS ALDANA**, presentado por el estudiante universitario: **Byron Israel Flores Aquino**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
DECANO



Guatemala, enero de 2017

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por bendecirme e iluminar mi vida, por permitirme cumplir este sueño y vivir este momento.
<b>Mis padres</b>	Byron Flores y Ana Raquel Aquino, por ser pilares importantes en mi vida, por su amor.
<b>Mis hermanos</b>	Ana Gabriela y Rodrigo Andrés, que me han apoyado para seguir adelante.
<b>Mi esposa</b>	Astrid Mancilla por su apoyo y amor.
<b>Mis abuelitos</b>	Carlos Aquino y Sonia de Aquino, por su enseñanza y cariño.
<b>Mis amigos</b>	Por su apoyo brindado durante la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de formarme como profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñarme.

**Mi asesor**

Msc. Ing. Renaldo Girón, por su tiempo y dedicación en la asesoría.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.2. Misión .....	1
1.3. Visión.....	2
1.4. Ubicación.....	2
1.4.1. Ubicación de la planta .....	2
1.4.2. Ubicación del área administrativa .....	3
1.5. Descripción de los productos.....	4
1.5.1. Aluminio.....	5
1.5.2. Vidrio .....	6
1.5.2.1. Vidrio Claro .....	8
1.5.2.2. Vidrio oscuro.....	9
1.6. Descripción de perfiles .....	11
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	27
2.1. Descripción del proceso .....	27
2.1.1. Máquina .....	30
2.1.2. Personal .....	33



2.2.	Ubicación de materia prima.....	35
2.2.1.	Aluminio.....	36
2.2.2.	Vidrio .....	38
2.3.	Distribución de la planta .....	39
2.4.	Estaciones de trabajo.....	41
2.5.	Eficiencia del proceso .....	43
2.5.1.	Tiempos muertos.....	43
2.5.2.	Ritmo de trabajo .....	44
3.	PROPUESTA DE MEJORA .....	45
3.1.	Propuesta de materia prima .....	45
3.1.1.	Propuesta de medida aluminio .....	51
3.1.2.	Propuesta de medida de vidrio.....	53
3.2.	Redistribución de planta.....	56
3.3.	Estaciones de trabajo.....	57
3.4.	Forma de cortes .....	60
4.	ANÁLISIS FINANCIERO .....	61
4.1.	Valor presente neto .....	61
4.2.	Tasa interna de retorno .....	64
4.3.	Análisis costo/beneficio .....	65
5.	IMPLEMENTACIÓN.....	73
5.1.	Diagrama de hombre-máquina.....	73
5.1.1.	Máquina corte universal .....	75
5.1.2.	Maquina corte europeo .....	78
5.2.	Nuevas formas de cortes .....	80
5.2.1.	Horizontal .....	80
5.2.2.	Vertical .....	82

5.3.	Residuos.....	83
5.3.1.	Aluminio.....	83
5.3.2.	Vidrio .....	84
5.3.3.	Electricidad .....	91
6.	MEJORA CONTINUA.....	93
6.1.	Nueva línea de producción .....	93
6.2.	Capacitación.....	95
6.2.1.	Personal .....	95
6.3.	Maquinaria.....	96
6.4.	Área de almacenamiento.....	99
6.4.1.	Aluminio y vidrio.....	100
6.5.	Estandarización de tiempos.....	100
6.6.	Evaluaciones .....	104
6.6.1.	Indicadores .....	104
6.6.2.	Controles .....	105
	CONCLUSIONES .....	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	APÉNDICES .....	113
	ANEXO .....	135





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la planta de producción.....	3
2.	Ubicación área administrativa .....	4
3.	Perfil de aluminio para ventanas .....	6
4.	Vidrio para ventana .....	8
5.	Vidrio Tintex .....	9
6.	Vidrio pirolítico.....	10
7.	Vidrio reflectivo.....	11
8.	Jamba interior .....	12
9.	Jamba exterior .....	13
10.	Marco romo ala .....	13
11.	Marco romo Oslo.....	14
12.	Hoja interior.....	14
13.	Tee divisora.....	15
14.	Sillar Oslo.....	15
15.	Batiente grapa.....	16
16.	Inversor Oslo.....	16
17.	Batiente Oslo 5-6 milímetros .....	17
18.	Batiente Oslo 19 milímetros .....	17
19.	Tapeta cruce .....	18
20.	Unión dos hojas .....	18
21.	Hoja cámara.....	19
22.	Tapeta cruce reforzada .....	19
23.	Batiente grapa cóncavo.....	20

24.	Batiente grapa Oslo .....	20
25.	Batiente oslo .....	21
26.	Marco .....	21
27.	Acople .....	22
28.	Hoja cámara .....	22
29.	Marco sin vena .....	23
30.	Marco con vena .....	23
31.	Marco C60 .....	24
32.	Acople tercer carril C60 .....	24
33.	Hoja cámara C60 .....	25
34.	Tepeta cruce C60 .....	25
35.	Unión dos hojas C60 .....	26
36.	Máquina europea .....	27
37.	Máquina universal .....	28
38.	Vidrio oscuro .....	29
39.	Vidrio claro .....	29
40.	Máquina universal .....	32
41.	Máquina europea .....	33
42.	Área de aluminio .....	37
43.	Área de ubicación de vidrio para ventanas .....	39
44.	Distribución de planta .....	41
45.	Estación de trabajo .....	42
46.	Diagrama de ingreso a bodega .....	49
47.	Vista en planta .....	52
48.	Vidrio laminado .....	53
49.	Vidrio insulado .....	54
50.	Vidrio templado .....	55
51.	Vidrio de baja emisividad .....	56
52.	Redistribución de planta .....	57

53.	Posición correcta para sentarse .....	58
54.	Condiciones para realizar trabajos sentado .....	59
55.	Máquina para realizar cortes por lubricación.....	60
56.	Diagrama hombre-máquina, máquina corte universal.....	77
57.	Diagrama hombre-máquina, máquina corte europeo .....	79
58.	Máquina de corte horizontal .....	81
59.	Máquina de corte vertical .....	82
60.	Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores .....	85
61.	Sistema de identificación de riesgos químicos .....	88
62.	Diagrama de operaciones .....	94
63.	Calificación por nivelación Sistema Westinghouse .....	102

## TABLAS

I.	Aprobación del proceso de ingreso a bodega .....	46
II.	Criterios para las decisiones .....	61
III.	Flujo de efectivo .....	63
IV.	Criterio de decisión trema .....	65
V.	Criterio de decisión costo/beneficio.....	66
VI.	Valores del VPN .....	67
VII.	Estado de flujo de efectivo .....	68
VIII.	Indicadores financieros .....	70
IX.	Características de la máquina de corte horizontal .....	81
X.	Tabla de altura de suspensión de lámparas.....	92
XI.	Talleres de capacitación.....	96
XII.	Tabla Westinghouse.....	101
XIII.	Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares dentro la empresa Aluminios Aldana.....	102



XIV. Variables de control de ingreso de producto..... 106

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Bruñido</b>	Es un proceso de supe acabado con arranque de viruta y con abrasivo duro que se realiza a una pieza rectificada previamente, con el objetivo de elevar la precisión y calidad superficial además de mejorar la macro geometría.
<b>Dúctil</b>	Metal que es capaz de cambiar y transformar su forma por presión, sin llegar a romperse.
<b>Polivinil Butiral</b>	también conocido como (PVB), es un compuesto químico resultado de mezclar alcohol de polivinilo (PVA) con butiraldehído.
<b>Productividad</b>	La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
<b>Remuneración</b>	Cuando una persona realiza un trabajo profesional o cumple con una determinada tarea en una empresa, espera recibir un pago por su esfuerzo. Dicha recompensa o retribución se conoce como remuneración.
<b>Vidrio insulado</b>	Es la unión de varias láminas de vidrio de cualquier grosor, mediante una película intermedia realizada

con Butiral de polivinilo (PVB), etil-vinil-acetato (EVA) y con resinas activadas por luz ultravioleta o simplemente por la mezcla de sus ingredientes.

**Vidrio Tintex**

Son cristales que llevan en su masa un color verde que los caracteriza.

**Vidrio Pirofítico**

Utilizado para reducir el ingreso no deseado de calor solar radiante y disminuir el consumo de energía de climatización en edificios comerciales e institucionales. Brinda un aspecto homogéneo a la piel de vidrio de un muro cortina.

**Vidrio reflectivo**

Es un vidrio flotado, incoloro o coloreado en masa, con una de sus caras revestida de una capa metálica reflectiva.

**Vítreo**

Adjetivo que es semejante al vidrio, o tiene alguna de sus características.

## RESUMEN

El no tener una producción más limpia en una empresa hace que se desperdicie demasiada materia prima y otros insumos como luz, agua etc. Este trabajo refleja la necesidad del estudio de la eficiencia de proceso así logrando reducir los desperdicios y aprovechar al máximo los recursos.

Se ha observado que diferentes motivos pueden estar afectando el proceso de la elaboración de las ventanas como la forma que está distribuida la planta o también en la forma que los cortes se están llevando acabo no son los mejores para evitar residuos lo cual lleva a que haya materia prima que no se está utilizando en su totalidad.

Este estudio tiene el fin de verificar y rediseñar el proceso de ventanas de aluminio y vidrio, para contribuir con la empresa Aluminios Aldana a optimizar los recursos con los que cuentas ya que si logran reducir los residuos de materia prima y costos, lograrán obtener más utilidades para la empresa.

Esta empresa es reconocida por su certificación en la medida de los perfiles que solo ellos pueden ofrecer en el país. Es importante el buen manejo de residuos en la gestión ya que si se controlan se podrán lograr que la demanda siga en forma ascendente, así como también poder darle un nuevo uso a los residuos de aluminio y vidrio que van quedando después del proceso de la ventana.





# OBJETIVOS

## General

Mejorar la eficiencia de la elaboración de ventas de Aluminios Aldana para lograr identificar las mejoras.

## Específicos

1. Diagnosticar la forma adecuada para reducir los excesos de aluminio y vidrio después de cortados dentro del proceso.
2. Identificar como está organizada la planta para que el proceso sea eficiente.
3. Verificar si las instalaciones son las adecuadas para el proceso de las ventanas.
4. Definir si las medidas de la materia prima son las adecuadas para la elaboración de los marcos de las ventanas.
5. Determinar si se pueden reutilizar los residuos de materia prima para que los costos no sean muy elevados.
6. Definir una nueva forma de reubicación de la planta para lograr distribuir los recursos de una manera eficaz.
7. Realizar un análisis de beneficio / costo para la realización de nuevas medidas de materia prima.



## INTRODUCCIÓN

El aluminio es el elemento químico que está situado en la tabla periódica con el número 13, con el símbolo AL, que pertenece al grupo IIIA y con peso atómico de 26.9815 en la tabla periódica. Este elemento es el metal que más abunda en la tierra y en la luna pero que no se encuentra de forma libre en la naturaleza. Las aleaciones de aluminio son ligeras y fáciles de formar para procesos que involucren metal; fáciles de fundir, ensamblar o maquinar y se puede lograr diversidad de acabados.

Aluminios Aldana es una empresa dedicada a la fabricación de ventanas de aluminio y vidrio con características como los perfiles que solo ellos pueden manejar dentro del país. La elaboración de estas ventanas es un proceso semi-automatizado ya que los cortes se hacen a través de máquinas que nos brindan los diferentes perfiles.

El vidrio es un material orgánico, frágil y duro que se encuentra en la naturaleza aunque también puede ser producido por el hombre. Existen diversos tipos de vidrio que son: sódico- cálcico y de plomo. Este material tiene la capacidad que puede ser reciclado, sin que pierda sus propiedades en el proceso y sin que existan límites en las veces que puede ser reciclado. Estos antes de ser reciclado son separados por color y luego se trituran y se funden.

Para el desarrollo se implementará seis capítulos en los cuales se hablará el estado actual de la empresa las modificaciones que se podrían hacer para mejorar la eficacia del proceso, además de proponer diferentes aspectos de cómo seguir con el plan de mejoramiento de la elaboración de ventas en Aluminios Aldana.

En el capítulo uno se presenta una descripción de la empresa, hacia donde está enfocada, su sistema de organización, visión, misión, así como una descripción de los diferentes productos que comercializa la empresa.

En el capítulo dos se informa la situación actual de la empresa, en la cual se enmarca la distribución de productos, ubicación de maquinaria, materia prima, así como la eficiencia de los procesos. En el capítulo tres se hace una propuesta de mejora en una redistribución de planta, readecuación de estaciones de trabajo.

En el capítulo cuatro se presenta un análisis financiero de la propuesta en la cual se describen beneficio costo que representa la propuesta. En el capítulo cinco se describe la fase de implementación en la cual se desarrolla un diagrama hombre-máquina con la finalidad de describir las operaciones del operario en conjunto con la maquinaria para la optimización de los procesos. En el capítulo seis, se desarrolla la mejora continua de la propuesta en la cual comprende la capacitación al personal, la gestión del mantenimiento a la maquinaria.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Descripción de la empresa**

Aluminios Aldana S.A. es una empresa que cuenta con más de 40 años de experiencia en la fabricación e instalación de puertas y ventanas de aluminio utilizando exclusivamente perfiles y accesorios de prestigiosas marcas como ALCOA, Jackson, Hager y Alúmina.

Durante los últimos cuarenta años en Aluminios Aldana hemos tenido el privilegio de fabricar e instalar ventanearía en algunos de los Edificios, Centros Comerciales y Urbanizaciones más notables de Guatemala entre estas cabe resaltar el Hospital Militar, edificio Torre Azul, Irtra Guatemala, entre otras.

Aluminios Aldana tiene como objetivos servir a sus clientes en asesoría y soporte que beneficien su proyecto, además de confiabilidad al adquirir sus productos importados de calidad, sometidos a pruebas. Estos objetivos se cumplen bajo sus valores de honradez, responsabilidad, esmero y respeto

## **1.2. Misión**

La misión de Aluminios Aldana es “La transformación comercialización e instalación de puertas y ventanas de aluminio, muros cortina, sirviendo a la demanda de la industria de la construcción con los mejores estándares de



calidad contribuyendo al desarrollo económico y social del país, por medio de nuestro recurso humano profesional, ofreciendo productos contemporáneos”<sup>1</sup>.

### **1.3. Visión**

Como toda una empresa grande que tiene su visión: “Ser la empresa líder con nuestros productos a nivel nacional e internacional con la más alta calidad y servicio, satisfaciendo a nuestros clientes, fortaleciendo el progreso de la empresa, aspirados a ser un mejor país”.<sup>2</sup>

### **1.4. Ubicación**

La ubicación de esta empresa no es en un solo domicilio ya que posee en un lugar su planta donde se genera el producto y otra donde tiene toda el área administrativa que no tienen contacto con la fabricación de las ventanas de aluminio.

#### **1.4.1. Ubicación de la planta**

La dirección de la planta es: lote veinticuatro (24), sexta calle y veintiséis avenida, zona 4 de Mixco al final de la Finca el Naranjo.

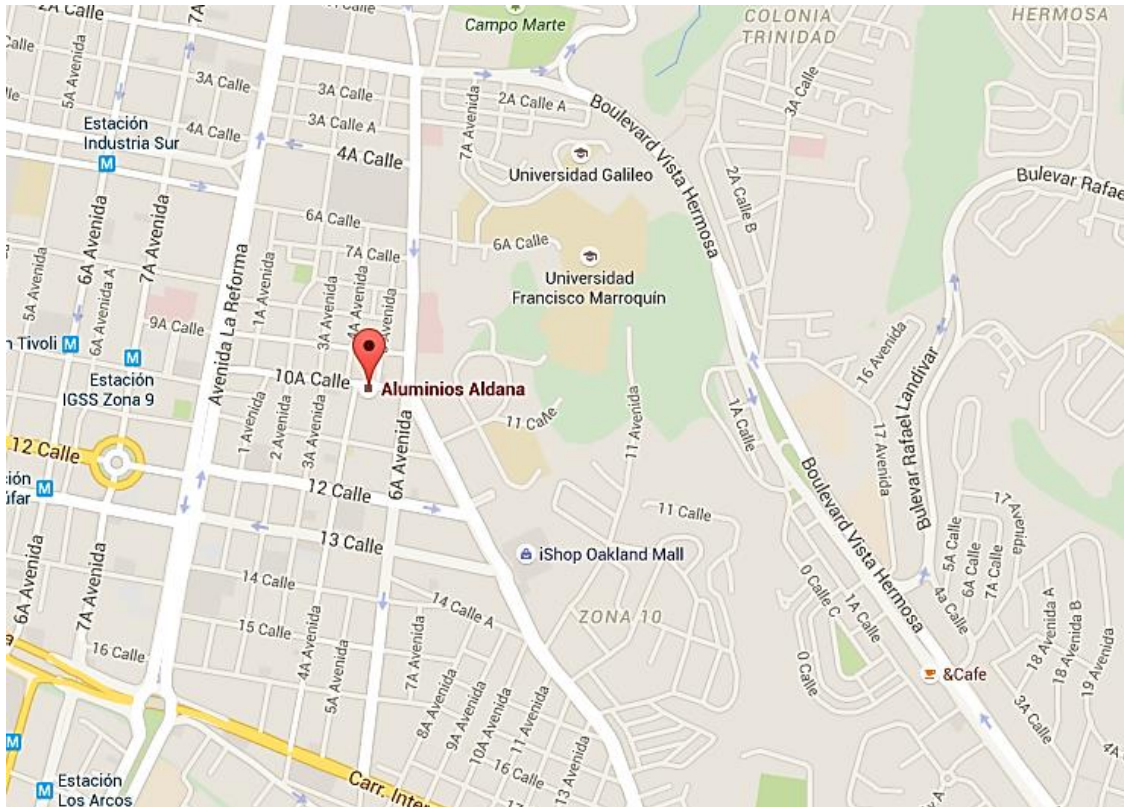
---

<sup>1</sup> Aluminios Aldana S,A.

<sup>2</sup> Ibíd.



Figura 2. **Ubicación área administrativa**



Fuente: Google Earth. Consulta: mayo 2015.

## 1.5. Descripción de los productos

Los productos o la materia prima que utiliza Aluminios Aldana para la elaboración de ventanas son aluminio y vidrio, siendo los más importantes durante el proceso.

### **1.5.1. Aluminio**

El aluminio aparte de ser un material con el que se puede generar diferentes tipos de trabajo, como un almacén de energía, por ello tiene un gran valor que no puede desperdiciarse y su reciclado se traduce en recuperación de energía. Además, es un material valioso como residuo, lo que supone un gran incentivo económico. “Las propiedades que hacen del aluminio un metal tan provechoso son: su ligereza (sobre un tercio del peso del cobre y el acero), resistencia a la corrosión (característica útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación), resistencia, es un buen conductor de electricidad y calor, no es magnético ni tóxico, buen reflector de luz (idóneo para la instalación de tubos fluorescentes o bombillas), impermeable e inodoro, y muy dúctil.”<sup>3</sup> Además, el gran atractivo es que se trata de un metal 100% reciclable, es decir, se puede reciclar indefinidamente sin que por ello pierda sus cualidades.

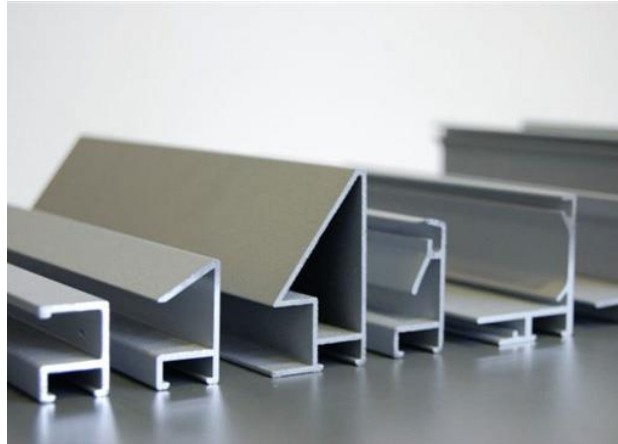
Los usos del aluminio más comunes refieren a la producción de utensilios de cocina, revestimiento para construcciones y toda clase de elaboraciones y aplicaciones en la industria. Debido a su peso tan ligero, en ocasiones se lo emplea en líneas de transmisión eléctrica, aunque a consecuencia de su conductividad eléctrica, no es de los materiales más frecuentes en dicho ámbito.

Para volverlo aún más útil y resistente, se realizan aleaciones de aluminio con cobre, magnesio, silicio, manganeso y otros elementos que lo convierten en un material más fácilmente aplicable. El aluminio viene en colores que los clientes soliciten sus obras.

---

<sup>3</sup> Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial, Introducción a la Producción más limpia, p. 3.

Figura 3. **Perfil de aluminio para ventanas**



Fuente: Aluminios Aldana.

### **1.5.2. Vidrio**

El vidrio se fabrica a partir de una mezcla compleja de compuestos, como sílice, fundentes, como los álcalis, y estabilizantes, como la cal. Estas materias primas se cargan en el horno de cubeta (de producción continua) por medio de una tolva. El horno se calienta con quemadores de gas o petróleo. La llama debe alcanzar una temperatura suficiente, y para ello el aire de combustión se calienta en unos recuperadores contruidos con ladrillos refractarios antes de que llegue a los quemadores. El horno tiene dos recuperadores cuyas funciones cambian cada veinte minutos: uno se calienta por contacto con los gases ardientes mientras el otro proporciona el calor acumulado al aire de combustión.

La mezcla se funde (zona de fusión) a unos 1.500 °C y avanza hacia la zona de enfriamiento, donde tiene lugar el recocido. En el otro extremo del horno se alcanza una temperatura de 1.200 a 800 °C. Al vidrio así obtenido se le da forma por laminación (como en el esquema superior) o por otro método.

El vidrio de ventana normal producido por estiramiento no tiene un espesor uniforme, debido a la naturaleza del proceso de fabricación. Las variaciones de espesor distorsionan la imagen de los objetos vistos a través de una hoja de ese vidrio.

El método tradicional de eliminar esos defectos ha sido emplear vidrio laminado bruñido y pulimentado, conocido como vidrio de placa. Éste se produjo por primera vez en Saint Gobain (Francia) en 1668, vertiendo vidrio en una mesa de hierro y aplanándolo con un rodillo. “Después del recocido, la lámina se bruñía y pulimentaba por ambos lados (véase Operaciones de acabado). Hoy, el vidrio de placa se fabrica pasando el material vítreo de forma continua entre dobles rodillos situados en el extremo de un crisol que contiene el material fundido. Después de recocer la lámina en bruto, ambas caras son acabadas de forma continua y simultánea.”<sup>4</sup>

En la actualidad, el bruñido y el pulimentado están siendo sustituidos por el proceso de vidrio flotante, más barato. En este proceso se forman superficies planas en ambas caras haciendo flotar una capa continua de vidrio sobre un baño de estaño fundido. La temperatura es tan alta que las imperfecciones superficiales se eliminan por el flujo del vidrio. La temperatura se hace descender poco a poco a medida que el material avanza por el baño de estaño y, al llegar al extremo, el vidrio pasa por un largo horno de recocido.

En arquitectura se emplea vidrio laminado sin pulir, a menudo con superficies figurativas producidas por dibujos grabados en los rodillos. El vidrio de rejilla, que se fabrica introduciendo tela metálica en el vidrio fundido antes de pasar por los rodillos, no se astilla al recibir un golpe. El vidrio de seguridad,

---

<sup>4</sup> FIGUERES FERRER, José. *Estudio de tiempos muertos y evaluación de la eficiencia del proceso*. <http://www.elisava.net/es/biblioteca/recursos-de-informacion/como-hacer-una-bibliografia>. Consulta: 15 de marzo del 2014.



como el utilizado en los parabrisas de los automóviles o en las gafas de seguridad, se obtiene tras la colocación de una lámina de plástico entre dos láminas finas de vidrio de placa. El plástico se adhiere al vidrio y mantiene fijas las esquirlas incluso después de un fuerte impacto.

Figura 4. **Vidrio para ventana**



Fuente: Aluminios Aldana.

#### **1.5.2.1. Vidrio Claro**

Cuando hablamos del vidrio claro nos referimos a que la pureza del vidrio se mantiene después de ser tratado. Normalmente este vidrio se coloca en lugares altos donde la influencia de gente no es muy alta ya que traspasan los rayos del sol y sirve más como entrada de luz. Estos vidrios pueden ser:

- Vidrio Tintex: son cristales que llevan en su masa un color verde que los caracteriza. Por ser un cristal de color, no permite el paso de más del 39 % del calor radiado, convirtiéndolo en un producto de control

ambiental. Es posible convertir el cristal Tintex en un producto de seguridad mediante el proceso de templado o laminado.

Figura 5. **Vidrio Tintex**



Fuente: Aluminios Aldana.

#### **1.5.2.2. Vidrio oscuro**

El vidrio oscuro es utilizado en ventanas que serán colocadas en una oficina. Esto se hace para que los rayos del sol no penetren directamente y las personas que estén dentro de este lugar no sientan exceso de calor. Es una forma de dar una vista más presentable.

- Vidrio pirolítico: el proceso pirolítico consiste en revestir el vidrio por una cara con óxidos metálicos depositados mediante pirolisis a la salida del horno de flotado y en caliente. Se obtiene así sobre el vidrio una capa dura caracterizada por no ser necesario decapar el revestimiento en los bordes, cuya superficie no se raya fácilmente y a la que no le afecta la

humedad. Ello posibilita su instalación tanto como vidrio monolítico como formando parte de la composición de un doble acristalamiento.

Figura 6. **Vidrio pirolítico**



Fuente: Aluminios Aldana.

- Vidrio reflectivo: es el vidrio ideal para reducir el ingreso no deseado de calor solar radiante y disminuir el consumo de energía de climatización en edificios comerciales e instituciones. Su empleo reduce las molestias producidas por excesiva luminosidad y brinda un aspecto homogéneo a la piel de vidrio de un muro cortina.

Figura 7. **Vidrio reflectivo**



Fuente: Aluminios Aldana.

### **1.6. Descripción de perfiles**

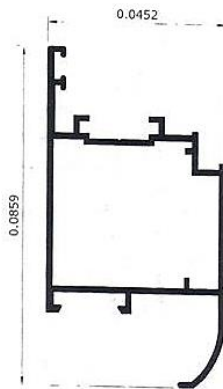
El perfil corredera utiliza hojas que se deslizan de forma horizontal. No ocupa espacio adicional al abrirse lo que la convierte en perfecta para zonas limitadas por pilares, esquinas, muebles. Entre sus inconvenientes: el ángulo de apertura está limitado a una hoja, el cierre no es hermético y hay que retirar las hojas del marco para una limpieza total.

- **Practicable o abatible:** apertura lateral de la o las hojas de la ventana. Las ventanas abatibles ocupan espacio al abrirse de modo que requieren no tener cerca ningún obstáculo que limite la apertura. El modelo abatible ofrece un ángulo de apertura total y cierre hermético.
- **Batiente:** apertura inclinada hacia el interior. Asomarse no es posible en este tipo de ventanas de apertura parcial recomendada para baños y garajes.

- Oscilo batiente: este sistema es uno de los más versátiles porque permite una apertura tanto lateral como inclinada hacia el interior. Esta última se utiliza mucho para ventilar la estancia sin necesidad de abrir la ventana. Proporciona el mejor aislamiento acústico.
- Oscilo paralela: dos tipos de apertura en uno ya que combina la corredera y la inclinada hacia el interior.

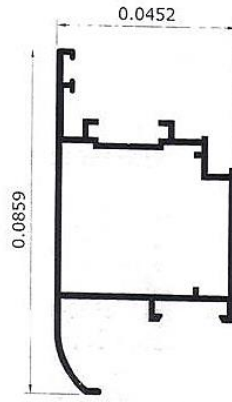
A continuación, en la figura 8, 9, 10, 11, 12 se presenta los sistemas universal para ventanas que brindan estabilidad, aislante térmico y seguridad. Estos se utilizan en bodegas, oficinas administrativas, locales de centros comerciales.

Figura 8. **Jamba interior**



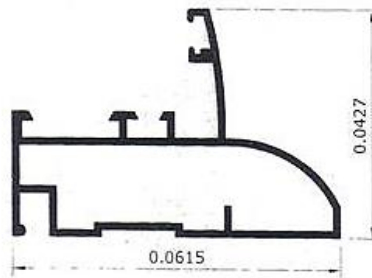
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 9. **Jamba exterior**



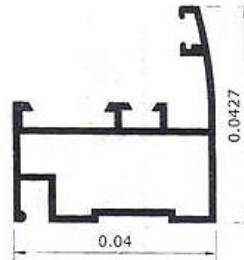
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 10. **Marco romo ala**



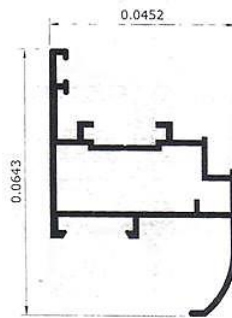
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 11. **Marco romo Oslo**



Fuente: Aluminios Aldana.

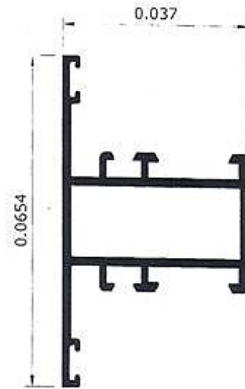
Figura 12. **Hoja interior**



Fuente: Aluminios Aldana.

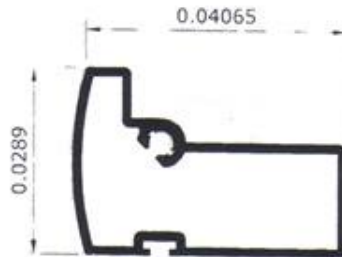
- A continuación, se presenta los sistemas en la fabricación de puertas de una hoja y dos hojas, los cuales se utilizan para casas, edificios, apartamentos, bodegas, clínicas médicas, hospitales.

Figura 13. **Tee divisora**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 14. **Sillar Oslo**



Fuente: Aluminios Aldana.

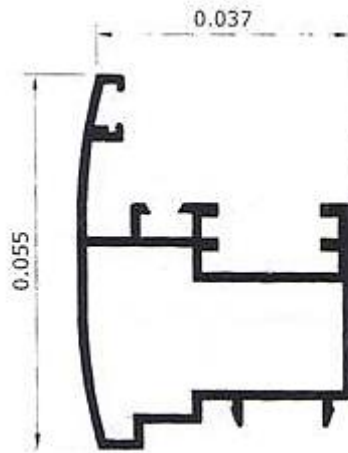


Figura 15. **Batiente grapa**



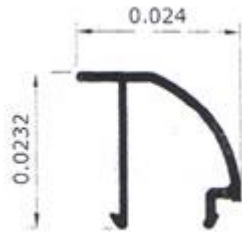
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 16. **Inversor Oslo**



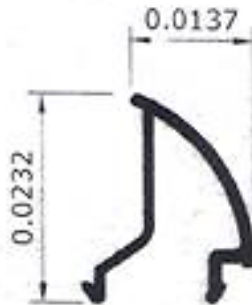
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 17. **Batiente Oslo 5-6 milímetros**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 18. **Batiente Oslo 19 milímetros**



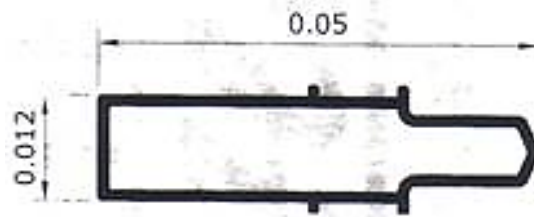
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 19. **Tapeta cruce**



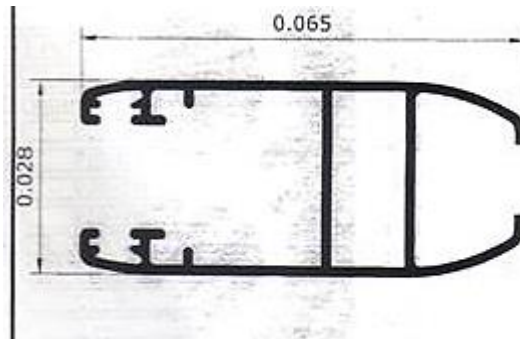
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 20. **Unión dos hojas**



Fuente: Aluminios Aldana.

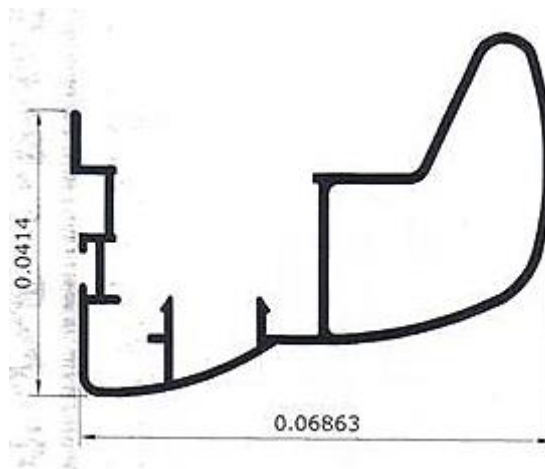
Figura 21. **Hoja cámara**



Hoja de sujeción de vidrio.

Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 22. **Tapeta cruce reforzada**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 23. **Batiente grapa cóncavo**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 24. **Batiente grapa Oslo**



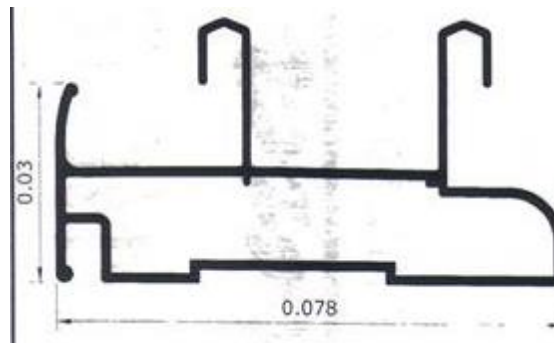
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 25. **Batiente oslo**



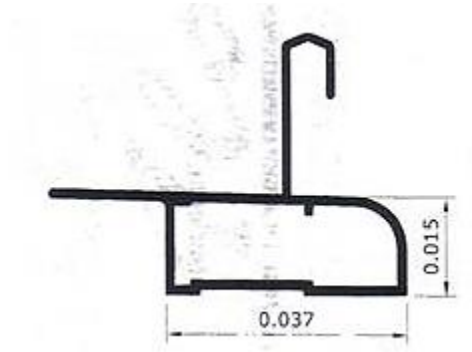
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 26. **Marco**



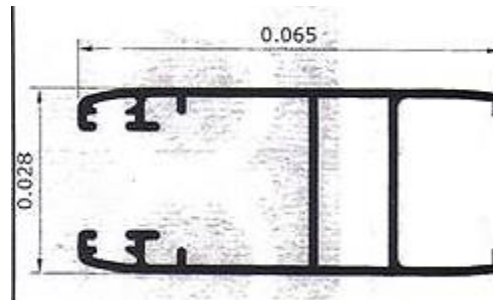
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 27. **Acople**



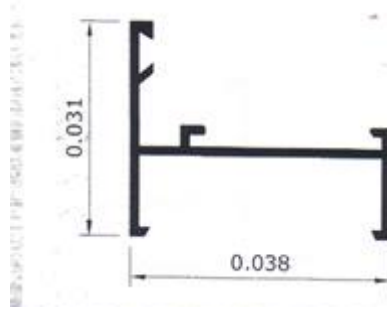
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 28. **Hoja cámara**



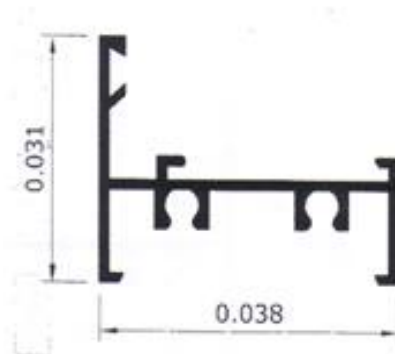
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 29. **Marco sin vena**



Fuente: Aluminios Aldana.

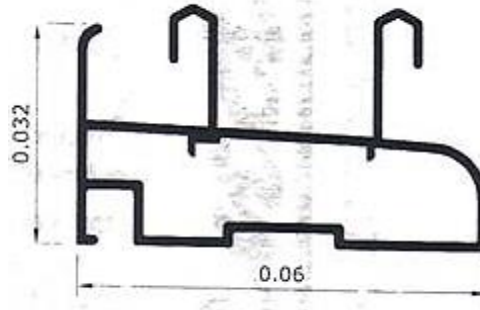
Figura 30. **Marco con vena**



Fuente: Aluminios Aldana.



Figura 31. **Marco C60**



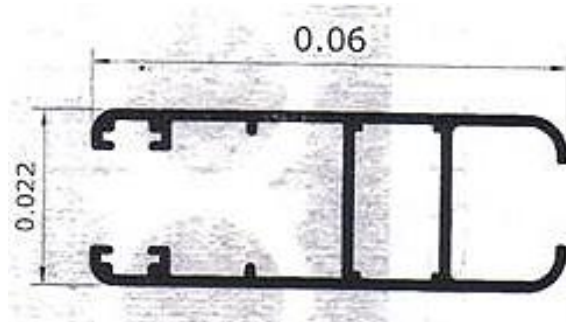
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 32. **Acople tercer carril C60**



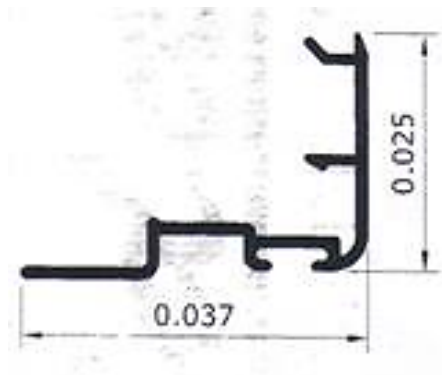
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 33. **Hoja cámara C60**



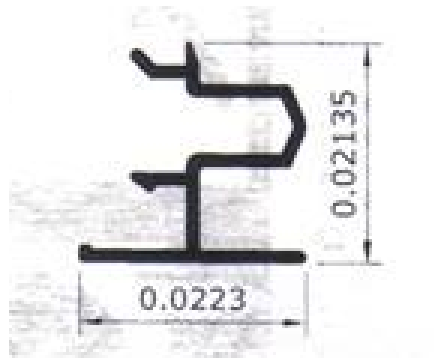
Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 34. **Tepeta cruce C60**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 35. Unión dos hojas C60



Fuente: Aluminios Aldana.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Descripción del proceso

La elaboración de ventanas que realiza Aluminios Aldana es un proceso en el cual el producto final tiene contacto tanto con maquinaria como con mano de obra de operarios que laboran dentro de la empresa. La plancha de aluminio es colocada en una de las dos máquinas que posee la empresa para hacer los perfiles que el cliente necesite. Estas máquinas son:

- Máquina tipo universal
- Máquina tipo europeo

Figura 36. **Máquina europea**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 37. **Máquina universal**



Fuente: Aluminios Aldana.

Las planchas luego de salir de una de las dos máquinas ya no vuelven a tener contacto o manipulación con máquinas para llegar a su forma final, pasan al área de inspección. Dentro de esta inspección se revisa que el tubo de aluminio no este dañado o lastimado para continuar con el proceso.

Cuando se termina la revisión de los cortes, sigue la colocación del vidrio que es por medio de personal capacitado para ajustar el vidrio a la medida del perfil realizado, este puede ser de dos tipos de acorde lo que el cliente necesite:

- Vidrio claro
- Vidrio oscuro

Figura 38. **Vidrio oscuro**



Fuente: Aluminios Aldana.

Figura 39. **Vidrio claro**



Fuente: Aluminios Aldana.

Luego de que el pegamento seca y el vidrio está seguro en el marco de aluminio pasa a otra área de inspección donde se revisa detalladamente que el vidrio este en contacto con el aluminio para realizarle diferentes pruebas que pueden ser de agua, resistencia o de pegado.

- De agua: esta prueba lo que busca identificar es que el agua no penetre en las orillas del marco para que no tenga filtraciones de agua en el lugar donde sea colocado.
- De resistencia: con esta prueba lo que se busca es conocer la resistencia que tiene el vidrio y el aluminio a golpes se dan cuando la ventana es cerrada.
- De pegado: esta prueba la realizan a base de presión para lograr ver si el vidrio se encuentra bien sujetado al marco.

Estas pruebas se realizan antes de ser empapelada la ventada y lo hacen por medio de personal capacitado ya que no cuentan con máquinas que realicen este trabajo. Luego de empapelar las ventanas pasan al área de almacenamiento donde son guardas para cuando se tenga el pedido completo transportarlo a lugar indicado por los clientes.

### **2.1.1. Máquina**

Aluminios Aldana tiene en su planta dos máquinas para lograr realizar los marcos que poseen a su disposición en el mercado. Estas máquinas les ofrecen la capacidad de no tener competencia en el mercado ya que los perfiles que generan son únicos en Guatemala. Estas máquinas son tipo universal y europea.

- Máquina universal: esta máquina es la más sencilla de utilizar, ya que en esta se coloca la plancha de aluminio y se manipula en la máquina el grado de inclinación que tiene que tener el marco para que la ventana tenga la especificación que se desea.

En esta máquina la lámina entra y conforme va avanzando va generando el ángulo para dividir la pieza en dos. Cuando se termina el proceso dentro de la máquina esta genera las dos partes que pasan a ser soldadas por el personal encargado de hacer la unión para que el marco quede listo para que se le sea colocado el vidrio.

Esta máquina por semi-manual necesita que el operario este cerca del proceso por si este genera algún problema, generalmente se dan porque la sierra de la máquina que corta se desgasta y no se tiene un calibrador para ver el filo que tiene, por lo que hace que aluminio no sea cortado y genere que la máquina deje de funcionar.

El operario tiene que estar revisando la sierra de una forma periódica, porque la operación no se puede retrasar por demás de desgaste de la sierra. Este proceso genera demoras, los operarios tienen 4 sierras para poder cambiar, y su stock mínimo para reabastecerla es de 2 sierras.



Figura 40. **Máquina universal**



Fuente: Aluminios Aldana.

- Máquina europea: esta máquina por ser extranjera su grado de complejidad es más alta aunque es la más rentable para la empresa por la variedad de tareas que puede realizar.

La máquina europea hace los perfiles sin necesidad de cortarlos, en su forma de programar tiene la opción, de que si se desea cortar o si solo se puede doblar dejando el perfil marcado y tener la simulación de que fue cortado y luego pegado con alguna herramienta para unir dos piezas.

“Cuando la plancha de aluminio sale de esta máquina, sale ya con los perfiles marcados y doblados, esto quiere decir que el marco ya está terminado para que sean entregados al área donde se le coloca el vidrio

al marco y continuar con el proceso para llegar al producto final que es la ventana.”<sup>5</sup>

Esta máquina aparte de la efectividad que tiene para hacer perfil y generar los marcos, tiene el problema que el voltaje que necesita sea más alto por lo que el costo de luz se eleva en comparación a la otra máquina y sea un factor para que la producción no sea limpia del todo.

Figura 41. **Máquina europea**



Fuente: Aluminios Aldana.

### **2.1.2. Personal**

En la elaboración de las ventas de Aluminios Aldana los operarios que están en contacto con el proceso tienen una responsabilidad muy alta, ya que esta gestión no es proceso automatizado si no es un proceso semi-

---

<sup>5</sup> Figueres Ferrer, José. Estudio de tiempos muertos y evaluación de la eficiencia del proceso, Tecnológico de Costa Rica <http://www.elisava.net/es/biblioteca/recursos-de-informacion/como-hacer-una-bibliografia>. [Consulta: 15 de marzo del 2014].

automatizado donde se requiere tanto el uso de máquinas como de mano de obra para realizar el producto.

El personal empieza a tener participación desde el inicio del proceso cuando les toca programar cualquiera de las dos máquinas para generar los perfiles que se desean elaborar. Es importante que el operario que este encargado de ver las máquinas tenga el cuidado de ir viendo el proceso se corte ya que si se mueve la plancha de aluminio se pierde toda la plancha.

La etapa de verificar las medidas de los perfiles, los operarios tiene su medidor para ver que las cuatro esquinas coincidan para no tener problemas en el momento de colocar el vidrio. Si salen de la máquina universal en esta se hace la unión de las piezas por medio de soldadura.

Los operarios no todos tienen las mismas responsabilidades ni la misma experiencia por lo que esto lleva a tener un proceso con limitantes. Cada estación de trabajo tiene sus propios operarios, pesar que todos en la planta tienen participación en el proceso el gran problema es que si un operario falta no pueden hacer cambio de una estación a otra ya que no saben usar las máquinas o herramientas que se deben utilizar en las otras estaciones que no sea en las que laboran diariamente.

La planta cuenta con operarios que están por un determinado tiempo, ellos son operarios que asignan un cliente para llevar a cabo las decoraciones que ellos quieren y que la empresa no ofrece. El problema es que el operario que llega por que el cliente lo solicita no siempre tiene la experiencia en la elaboración de las ventanas por lo que generalmente el pedido se atrasa por darles una pequeña y breve capacitación del operario a cargo de cada estación.

En el proceso se necesita una atención alta de cada persona en su jornada laboral ya que tienen que inspeccionar cada vez que el material o la materia prima han sufrido un cambio.

Con el vidrio, los cortes tienen que ser precisos para no tener demasiado residuo por lo que las dos personas encargadas de hacer esto tienen una experiencia alta dentro de la empresa.

Esta empresa no hace demasiada rotación de personal, ya que el proceso necesita de gente con experiencia y conocimientos sobre la elaboración de vidrios. Una gran parte de la planilla que labora en Aluminios Aldana tiene más de 6 años laborando en ella.

## **2.2. Ubicación de materia prima**

Dentro de la planta no se cuenta con un área específica donde tengan almacenada la materia prima necesaria para llevar a cabo las ventanas. Esto hace que el proceso sea un poco más tardado en lo que el personal encargado de generar la ventana reúne los materiales necesarios.

Se tiene más cerca del producto de PVC que la materia prima que se utiliza actualmente. Esta materia quedó eciclada de la forma en la que se trabajan antes las ventanas. Aluminios Aldana se abasteció en gran cantidad de este producto ya que se tenía proyectado hacerle tratamientos al material para adecuarlo y de esta forma utilizarlo en la elaboración de las ventanas.

Esta bodega donde se tiene almacenado el producto, es un área más cercana al área de producción, por lo que no está ubicada de una forma adecuada para que se logre tener una eficiencia en la producción de ventanas.

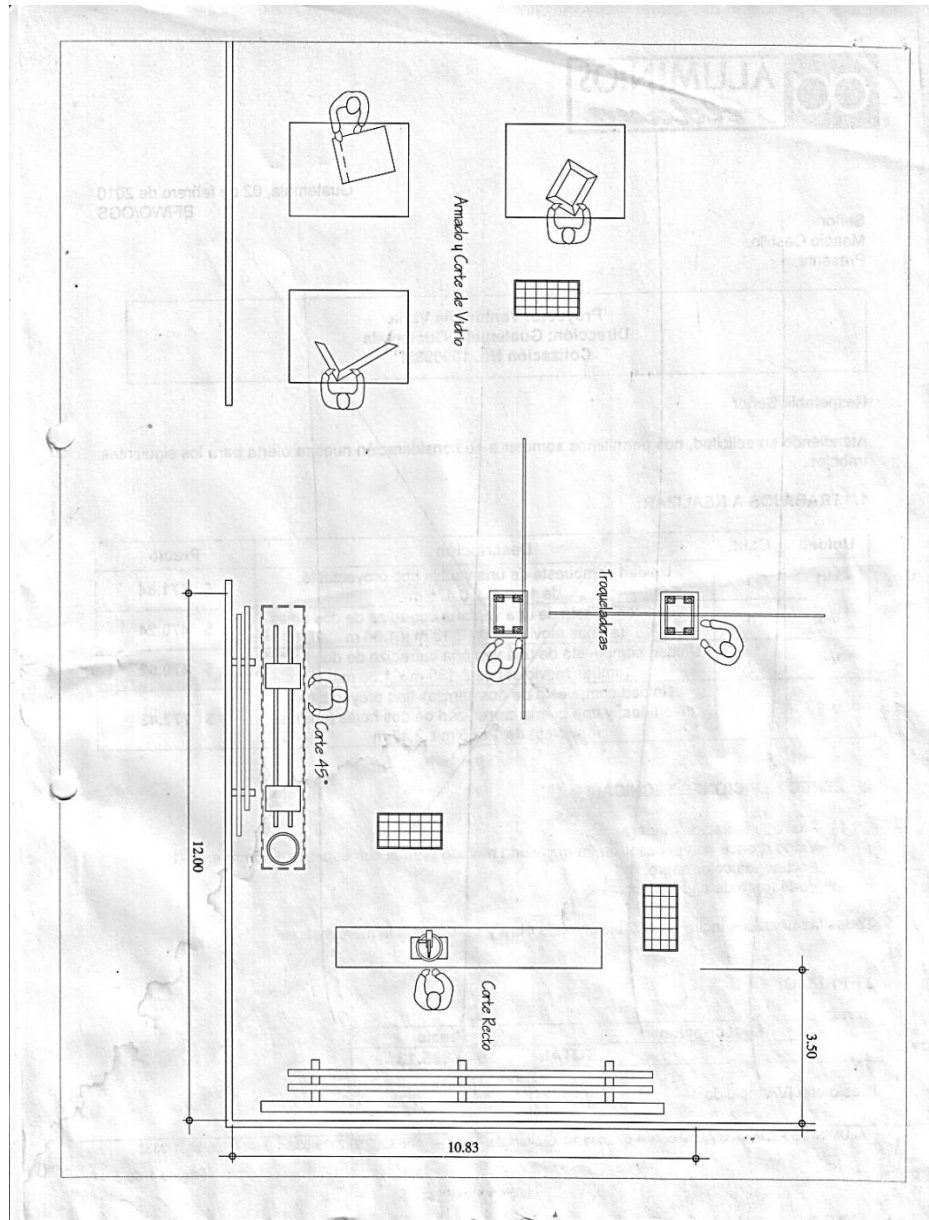
### **2.2.1. Aluminio**

El aluminio que es muy utilizado y es una parte fundamental del proceso está ubicado al entrar a la planta del lado derecho. El espacio donde se encuentra el aluminio está retirado del área de corte o de manipulación para la generación de los perfiles. Este sector tiene divisiones ya que el aluminio dependiendo del tamaño de la ventana a elaborar así varía el tamaño de la plancha.

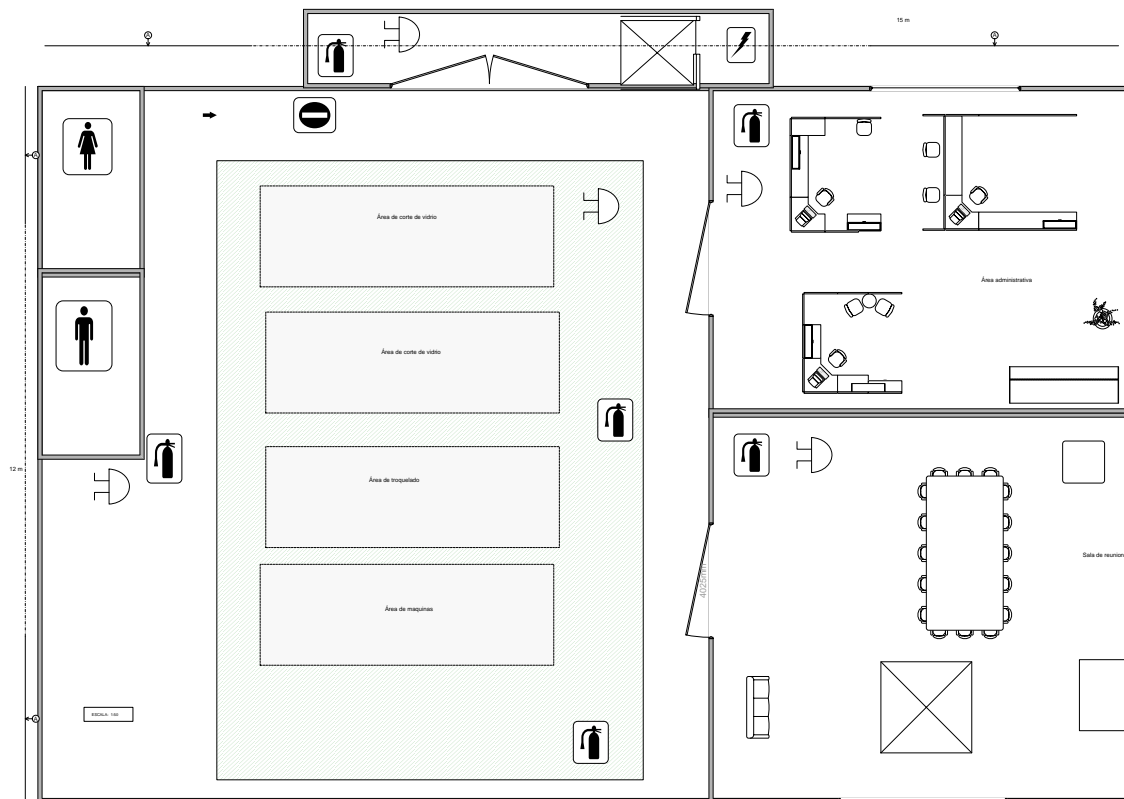
En la figura 42 se presentan el diseño previo que tenía la empresa dado que no se contaba con un plano de las instalaciones, se diseñó uno nuevo para identificar cada área de trabajo

Figura 42. Área de aluminio

Diseño por parte de la empresa



Continuación de la figura 42.

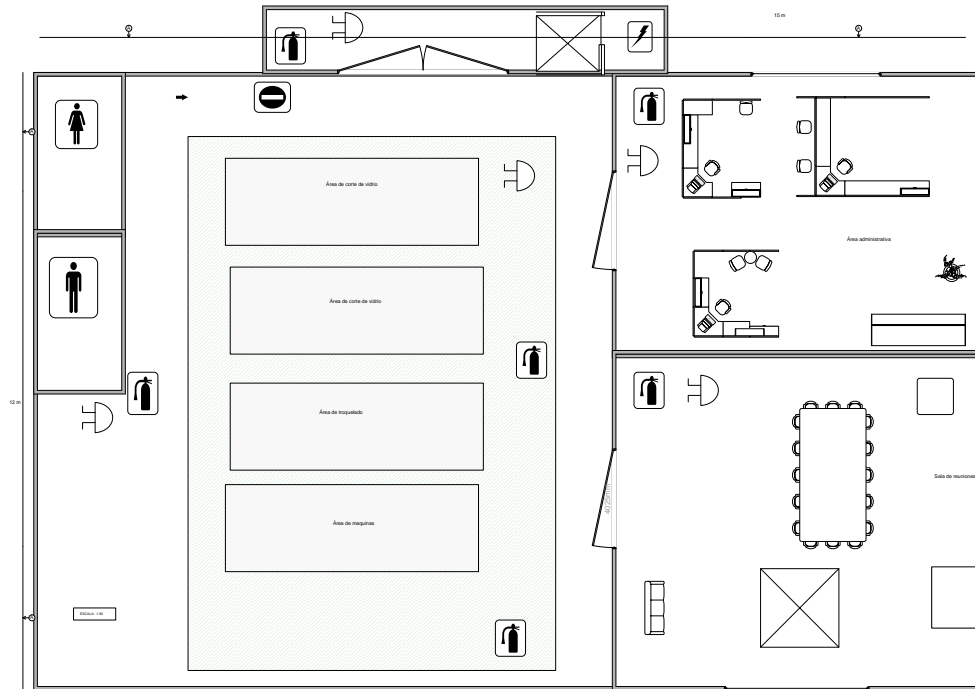


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2. Vidrio

El vidrio por su parte se encuentra ubicado al costado del área de corte. A diferencia del aluminio este no tiene una separación o no se encuentra dividido por tamaños, esto quiere decir que a la hora de buscar una plancha de vidrio pequeña se necesitan mover las que están adelante ya sean más pequeñas o más grandes para lograr obtener el vidrio que se necesite para el marco terminado

Figura 43. Área de ubicación de vidrio para ventanas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.3. Distribución de la planta

La planta está distribuida de una forma desordenada donde no hay orden que ayude que el proceso se mas rápido. En la entrada de planta donde se encuentra ubicado el parqueo, a un costado están los encargados de revisar el producto final y empacarlo para almacenarlo durante el tiempo que se tenga para la entrega del pedido.

Al ingresar a la planta se encuentra ubicado del lado derecho el espacio que es utilizado para guardar el aluminio que se ha comprado para ser



procesado. Esta sección está separada por diferente espacio donde se colocan las planchas por tamaño.

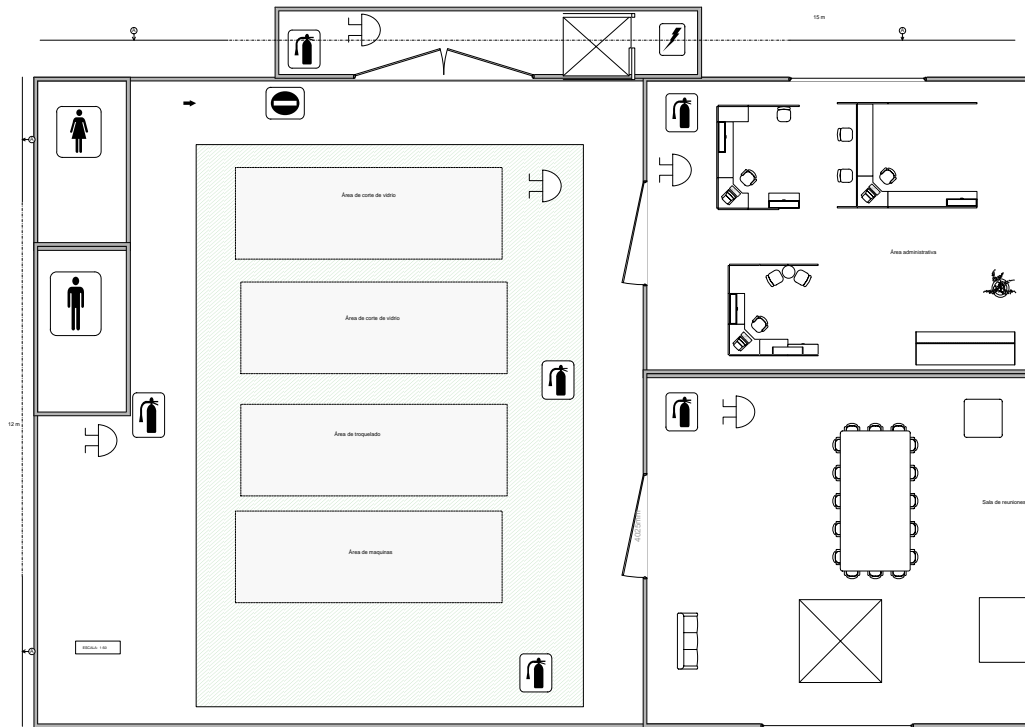
Del lado izquierdo está colocada una serie de máquinas que no están funcionando y solo las están guardando. Ya que tenían otra planta que cerraron y el espacio no se presta para que sean instaladas y poder hacer una producción más limpia ya que el polvo que se genera en esta sección es muy grande.

Delante de donde se encuentran las maquinas está ubicado la sección que se les asigna al personal que los cliente manda para que realicen los acabados que necesita la ventana de acorde al lugar donde será colocada la misma. Esta sección cuenta con una mesa para que el personal lleve a cabo su trabajo de una forma segura y agradable.

Luego se encuentra la sección donde se almacena el vidrio que también es la misma área que realiza el corte del vidrio para colocarle el adhesivo correcto para unirlo con el marco. Enfrente de esta sección, se tiene un área donde hay tuvo PVC que se usaba para la elaboración de ventanas con este material que ahora ya no brindan ese servicio.

Al final están ubicadas las dos máquinas, tanto la universal como la europea donde se general los perfiles y los marcos de las ventanas que se desea elaborar. Cabe mencionar que todas las áreas de trabajo no están separadas por paredes si no solo se visualiza por la forma en que están colocadas las mesas y máquinas de trabajo.

Figura 44. Distribución de planta



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

## 2.4. Estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo no se encuentran separadas por paredes si no que la colocación del material de trabajo es la que hace que se logre visualizar cada estación. Básicamente ellos cuentan solo con dos estaciones de trabajo que son donde se corta o se dobla los perfiles y luego donde se adhiere el vidrio al marco.

Figura 45. Estación de trabajo



Fuente: Aluminios Aldana.

## **2.5. Eficiencia del proceso**

Ser eficiente es hacer las cosas en el menor tiempo y al menor costo posible, así que la eficiencia se relaciona con la velocidad del proceso.

El tiempo es una expresión de la Eficiencia del proceso. Esto es, el tiempo que necesita un proceso para transformar un conjunto de insumos en rendimientos. El tiempo en base a datos de la empresa es 50 minutos para elaborar una venta.

Igualmente, podemos considerar la eficiencia, con respecto a los costos del proceso, ya que por lo general, las empresas con costos menores de proceso son las que tienen mayores utilidades.

Además de los aspectos mencionados anteriormente también puede ser medida por tiempos muertos y ritmos de trabajo para ver donde se puede mejorar el proceso para que la producción limpia y rápida. En el proceso se dejan residuos de aluminio y vidrio que no se logran reutilizar en otro proceso.

### **2.5.1. Tiempos muertos**

Es el tiempo en el que no se está realizando un trabajo útil. Es muy importante, por ejemplo, en el caso de tareas que no pueden empezarse hasta que se terminan otras. Los recursos humanos o materiales están inactivos hasta que finalizan las tareas precedentes. Esto supone un coste y una ineficacia del proceso productivo.

También se producen tiempos muertos por causas consideradas inevitables, por ejemplo por avería de una máquina. Es importante medir su

duración y su frecuencia: muchos tiempos muertos breves son tan perjudiciales como un tiempo muerto largo.

Esto se da continuamente durante el proceso ya que en el momento que las máquina está generando los cortes el personal que se encuentra en el lugar del vidrio están en tiempo ocioso ya que después que pegan un vidrio tienen que esperar que la máquina termine de generar. El tiempo muerto es de 10 minutos en base a datos de la empresa.

### **2.5.2. Ritmo de trabajo**

Simultáneamente al cronometraje el trabajo, se debe abordar una de las etapas más críticas del estudio de tiempos, dado que la valoración del ritmo de trabajo y la determinación de los suplementos son los dos temas más discutidos del estudio, más aún la valoración, dado que esta se determina por correlación con el juicio del especialista. Cuando se decide valorar el ritmo de trabajo, es muy probable que el objeto del estudio sea determinar tiempos estándar de ejecución y establecer sistemas de remuneración con incentivos por eficiencia. La metodología que utilice el especialista en tiempos influye decisivamente en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y de manera en la rentabilidad de la organización. El ritmo de trabajo con base a datos de la empresa es de 55 min.

### **3. PROPUESTA DE MEJORA**

#### **3.1. Propuesta de materia prima**

Al momento en que entren producto a la bodega, es necesario seguir ciertos pasos para ingresar los datos en el sistema. De ésta forma llevar un buen control en el inventario de productos. Por lo cual se describen a continuación los procedimientos para ingreso a bodega.

- Procedimiento escrito de ingreso a la bodega: el procedimiento tiene como objetivo: detallar las actividades de ingreso de productos de bodega
- Alcance: el procedimiento es aplicable para todo el personal, de acuerdo a su competencia, desde girar instrucciones en la elaboración del procedimiento hasta la aprobación, autorización y archivo del mismo.
- Glosario
  - Procedimiento: consiste en una serie de pasos realizados cronológicamente, para efectuar un trámite administrativo. Describe en forma clara y precisa quién, qué, cómo, cuándo, dónde y con qué se realiza cada uno de los pasos.
  - Norma: son las disposiciones administrativas que regulan lo establecido en un procedimiento, a fin evitar o reducir la aplicación

de diversos criterios que provoquen confusión en las personas que intervienen en el mismo.

- Referencias: propietario del proceso: departamento de bodega.
- Políticas: es el jefe de bodega es el responsable de la entrada de productos.

Los procedimientos deben de ser accesibles para todo el personal y deben tenerse control de los lugares de localización de los mismos y el control de las copias de dichos procedimiento. El incumplimiento, por parte de cualquier persona involucrada en el mismo, será sancionado con las medidas disciplinarias que rigen al personal de la organización.

Tabla I. **Aprobación del proceso de ingreso a bodega**

<b>Empresa de ventanas de aluminio</b>			
Título del Procedimiento: Proceso de ingreso a bodega	Departamento: bodega	Procedimiento No. BE.1.0	
Aprobaciones		Autorizaciones	
Función y/o Cargo	Firma	Función y/o Cargo	Firma
Gerente administrativo financiero		Gerente general	
Jefe de Bodega			
Copia No.	Asignada a:		
1	Gerente general		
2	Gerente administrativo financiero		
3	Jefe de bodega		

Fuente: elaboración propia.

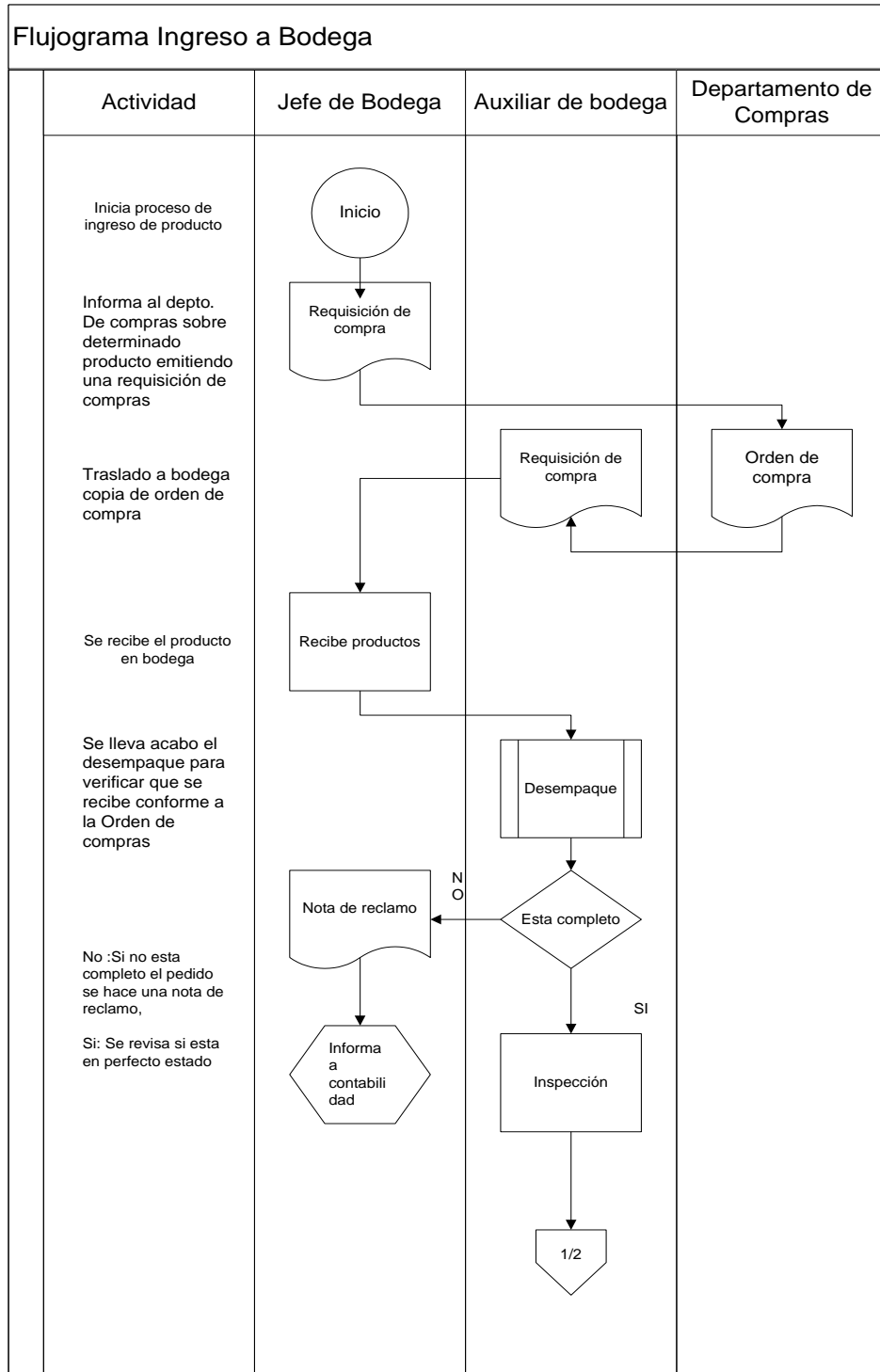
- Detalle del proceso.
  - El jefe de bodega informa al Departamento de Compras la necesidad de un determinado insumo y materia prima, emitiendo para el efecto una requisición de compra.
  - El Departamento de Compras debe trasladar al Departamento de Almacén una copia de la orden de compra enviada al proveedor con la fecha de entrega de la mercadería solicitada.
  - Se recibe la mercadería y se revisa: El cumplimiento del tiempo acordado, el cumplimiento de las características indicadas y, calidad y buen estado del producto.
  - Se lleva a cabo el desempaque para verificar que la mercadería se recibe conforme a lo estipulado en la orden de compra.
  - Si el pedido no está completo se debe registrar el faltante y elaborar una nota de reclamo.
  - Si el pedido está completo se inspecciona si se recibe en perfecto estado, esto lo debe realizar control de calidad.
  - Si la mercadería no está en perfecto estado, se emite una nota de devolución y se envía de nuevo al proveedor.
  
- Departamento de Compras.
  - Si la mercadería se recibe en perfecto estado, se le asigna código al producto recibido.
  - Se emite un formulario de Ingreso a Bodega.
  - Firma el formulario de Ingreso a Bodega.



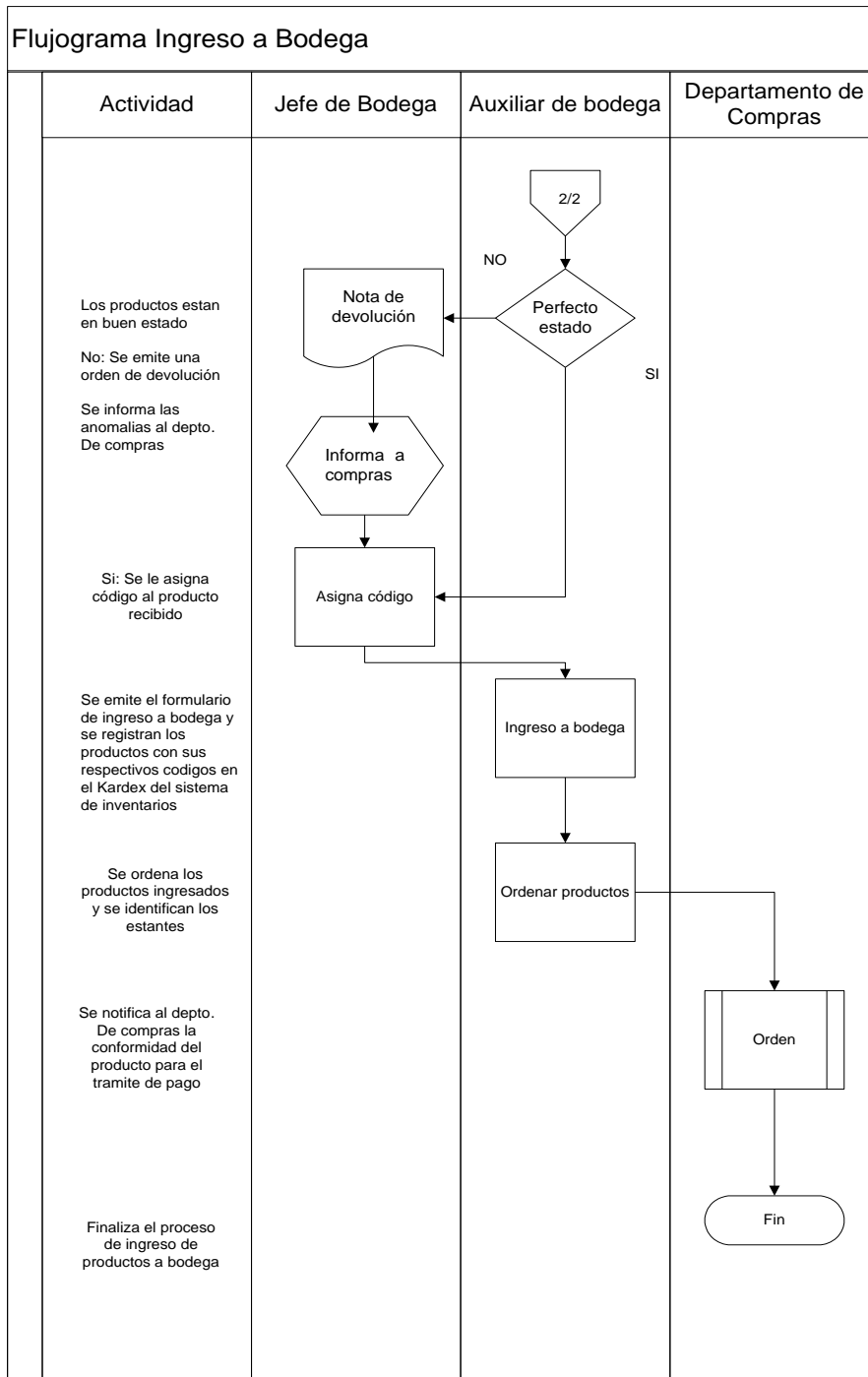
- Se procede a ingresar los artículos recibidos en el kardex del sistema de inventarios.
- Se ordena la mercadería ingresada y se identifican los estantes para su pronta ubicación.
- Se notifica al Departamento de Compras la conformidad con el producto recibido, para que se inicie el trámite del pago correspondiente al proveedor.

A continuación, se presentan el diagrama de ingreso a bodega de los productos por parte de los proveedores para su distribución a los clientes.

Figura 46. Diagrama de ingreso a bodega



Continuación de la figura 46.



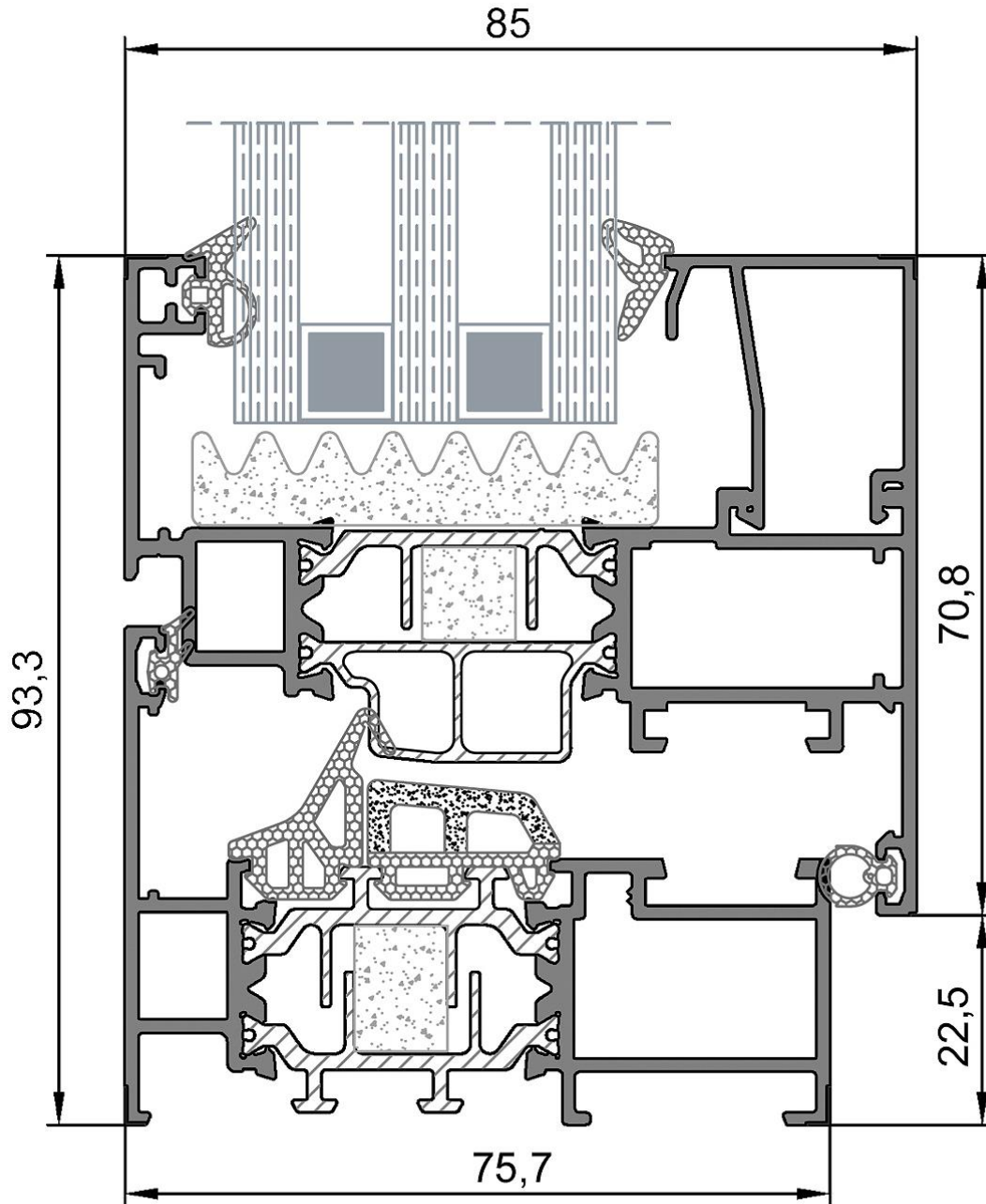
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

### **3.1.1. Propuesta de medida aluminio**

Se deben utilizar ventana abisagrada ya que cumple con los requisitos térmicos más exigentes. Posee unos valores de transmitancia de hueco mínimos desde  $0,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (dato proporcionado por la empresa) para adaptarse a las distintas severidades climáticas y exigencias en materia de eficiencia energética.

Los niveles de aislamiento extremos se consiguen mediante una tecnología patentada, en la que las pletinas de aislamiento de alta estabilidad se combinan con una espuma especial de tal manera que no es necesaria ninguna manipulación adicional durante la producción de los cerramientos. Esto garantiza una calidad constante del elemento ensamblado, convirtiendo a ésta ventana en altamente adecuada para la construcción.

Figura 47. Vista en planta



Fuente: Aluminios Aldana: Escala 1:150. Medidas en milímetros.

### 3.1.2. Propuesta de medida de vidrio

Para la fabricación de las ventanas se puede utilizar varios tipos de vidrio según la preferencia de los clientes.

- El vidrio laminado se compone de dos vidrios de cualquier espesor unidos por una lámina de Polivinil Butiral, de manera que en caso de rotura, el cristal queda adherido a su misma estructura sin que haya desprendimiento de pedazos de vidrio. Es un vidrio difícil de penetrar y disminuye el ruido ya que cuenta con la capacidad de absorber vibraciones.

Figura 48. **Vidrio laminado**



Fuente: Aluminios Aldana.

- El vidrio insulado reduce significativamente los ruidos del exterior. Además es una solución de aislamiento térmico, manteniendo una temperatura ambiente dentro de una casa, edificio u oficina independiente a los cambios climáticos que se dan en el exterior. Reduce aproximadamente un 50 % la cantidad de calor que ingresa del exterior.

Genera un significativo ahorro de electricidad en ambientes con aire acondicionado.

Figura 49. **Vidrio insulado**



Fuente: Aluminios Aldana.

- El vidrio templado térmicamente, el vidrio flotado se calienta gradualmente hasta una temperatura de reblandecimiento de entre 575 y 635 grados Celsius para después enfriarlo rápidamente con aire. De esta manera se consigue conferirle mayor resistencia estructural y al impacto que el vidrio sin tratar, teniendo la ventaja adicional que en caso de rotura se fragmenta en pequeños trozos inofensivos (por lo cual se le considera uno de los tipos de vidrio de seguridad).

Figura 50. **Vidrio templado**

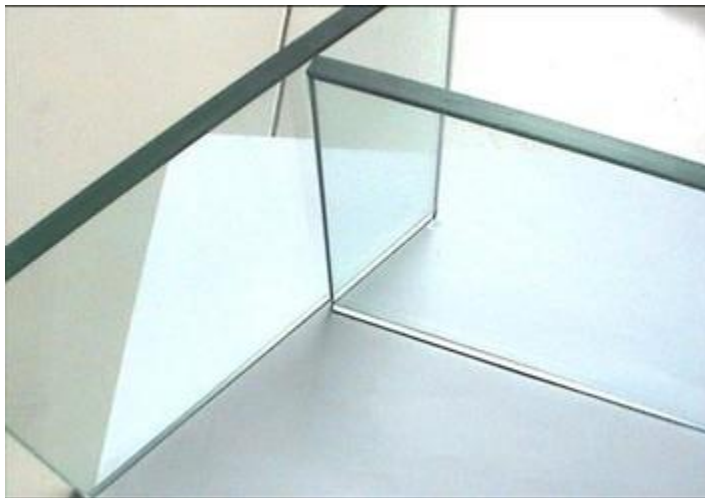
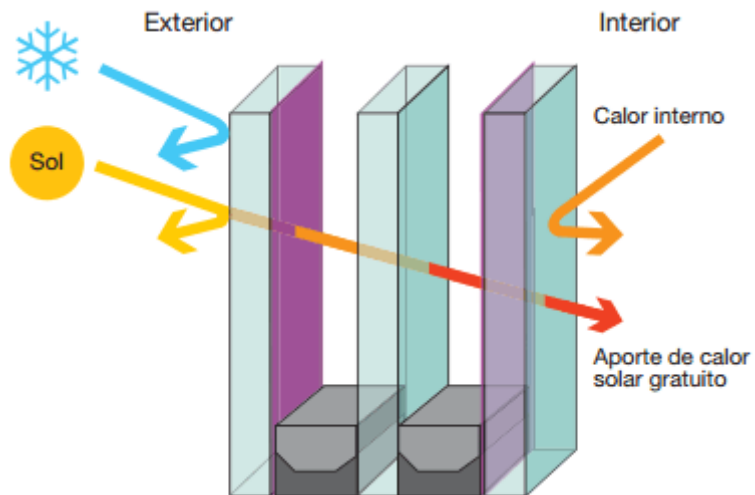


Fuente: Aluminios Aldana.

- Vidrio de baja emisividad (low-e): se emplea exclusivamente como vidrio interior de unidades de doble vidrio hermético mejorado en un 35 % su capacidad de aislamiento térmico. Es un vidrio desarrollado para reducir las pérdidas de calor desde el interior. Además contribuye a disminuir la carga que por radiación solar, ingresa a través del doble vidrio hermético. Está recomendado para zonas frías en las que es necesario aprovechar al máximo el calor generado en el interior, así como el que proviene del sol exterior y obtener el máximo aprovechamiento de la luz natural.



Figura 51. Vidrio de baja emisividad



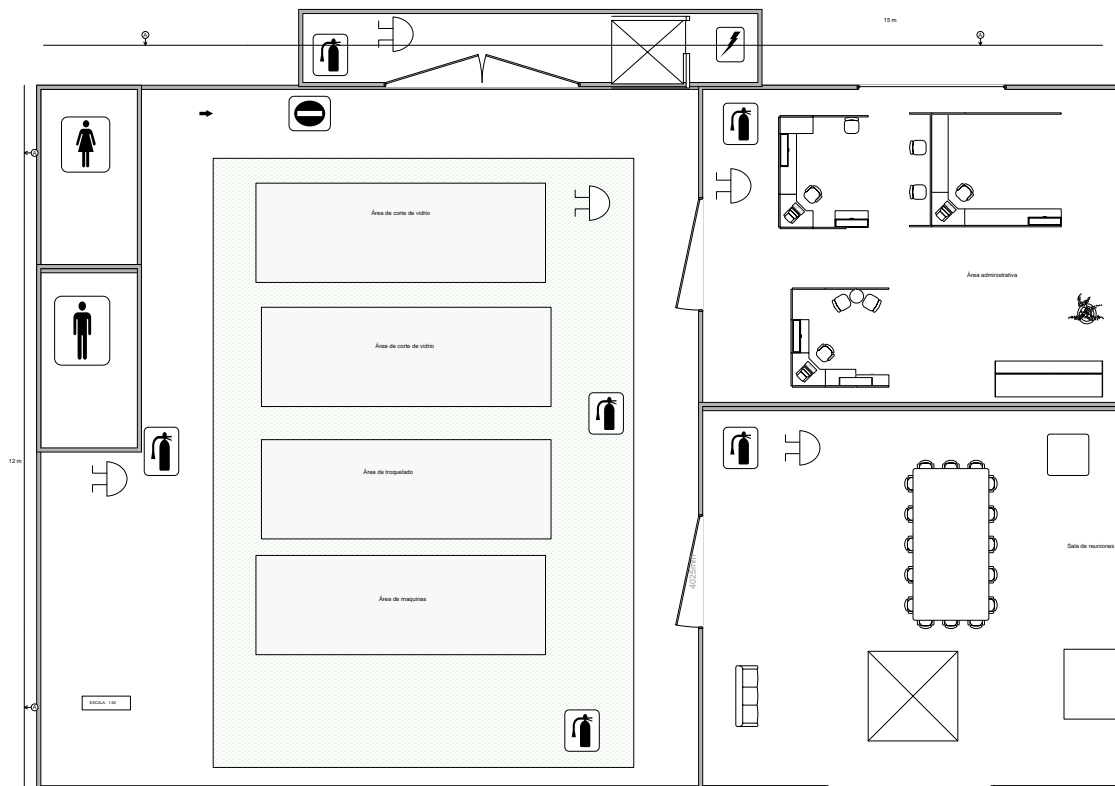
Fuente: Aluminios Aldana.

### 3.2. Redistribución de planta

Para la redistribución de planta se realizó una reunión con el gerente general y los jefes de área para determinar la ubicación de las estaciones de

trabajo. A continuación se presentan el plano de la redistribución de las estaciones de trabajo.

Figura 52. **Redistribución de planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 3.3. Estaciones de trabajo

El personal debe de contar con acceso en las entradas y salidas de la planta, debe contar con una buena iluminación, ventilación, renovación de aire, así como baños en perfectas condiciones, que los pasillos estén limpios, pisos,

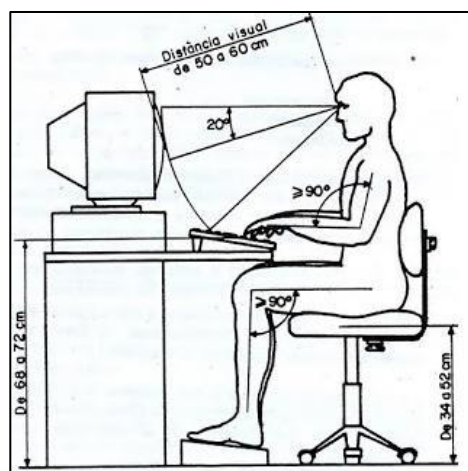
que se extraiga la basura por parte del Departamento de Servicios varios todos los días, para evitar acumulaciones y focos de contaminación.

- El trabajo que se realiza sentado: si un trabajo no necesita mucho vigor físico y se puede efectuar en un espacio limitado, el trabajador debe realizarlo sentado.

A continuación figuran algunas directrices ergonómicas para el trabajo que se realiza sentado en la institución:

- El trabajador tiene que poder llegar a todo su trabajo sin alargar excesivamente los brazos ni girarse innecesariamente.
- La posición correcta es aquella en que la persona está sentada recta frente al trabajo que tiene que realizar o cerca de él.

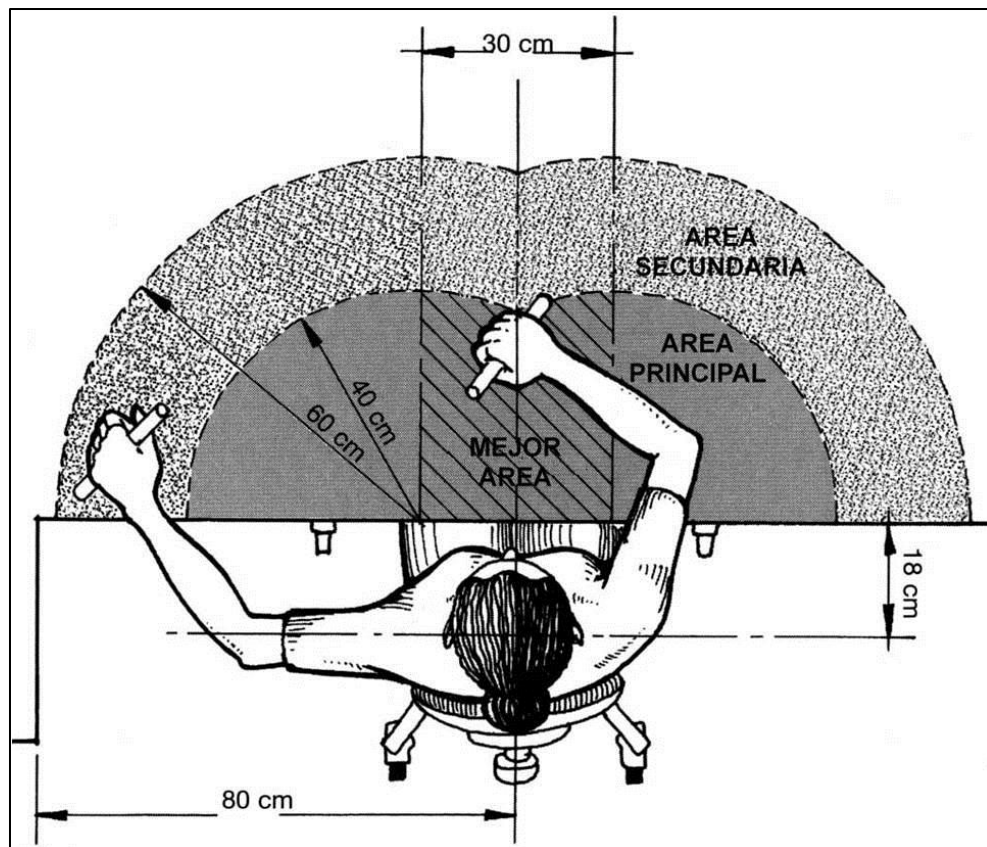
Figura 53. **Posición correcta para sentarse**



Fuente: elaboración propia.

- La mesa y el asiento de trabajo deben ser diseñados de manera que la superficie de trabajo se encuentre aproximadamente al nivel de los codos.
- La espalda debe estar recta y los hombros deben estar relajados.
- De ser posible, debe haber algún tipo de soporte ajustable para los codos, los antebrazos o las manos.

Figura 54. **Condiciones para realizar trabajos sentado**



Fuente: Granero Castro. *Evaluación de impacto ambiental*. p 50.

### 3.4. Forma de cortes

Por el material de corte: éste puede ser acero o carburo. Cada material tiene un grado de dureza diferente que incide su tiempo útil, siendo el carburo – específicamente, el carburo de tungsteno-, el que tiene una duración más prolongada.

Por el método de lubricación: algunos cortadores de vidrio poseen pequeñas válvulas en el mango que permiten esparcir el lubricante a medida que se realiza el corte. Algunos modelos vienen con una pequeña almohadilla en la punta que puede ser empapada en aceite. Los cortadores de vidrio tradicionales requieren que la lubricación se haga aparte.

Por el método de corte: algunos cortadores de vidrio poseen ruinas móviles y otras fijas, mientras que otros cortadores utilizan una cuchilla en forma de punta. Los de ruinas móviles son los más comunes.

Figura 55. **Máquina para realizar cortes por lubricación**



Fuente: Aluminios Aldana.

## 4. ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero es un proceso que comprende la interpretación, comparación y estudio de los estados financieros y datos operacionales de la empresa.

### 4.1. Valor presente neto

El valor actual neto es uno de los métodos básicos, que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de beneficios futuros, menos el valor actualizado de los costos futuros. La tasa que se utiliza para descontar los flujos es el rendimiento mínimo aceptable de la empresa, por debajo de la cual los proyectos de inversión no deben realizarse.

Si el valor actual neto de un proyecto es positivo, la inversión deberá realizarse y si es negativo deberá rechazarse, las inversiones con VAN positivo tienen una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima aceptable.

A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones:

Tabla II. **Criterios para las decisiones**

<b>VAN</b>	<b>Criterio de decisión</b>
VAN	> 0 Se acepta
VAN	= 0 Indiferente
VAN	< 0 Se rechaza

Fuente: elaboración propia.

- Evaluación financiera del proyecto

Para la evaluación financiera del proyecto se utiliza el valor anual neto, el cual es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo que permite determinar de ante mano si una inversión es factible realizarla, cuando el valor es menor que cero (0) determina que el proyecto no es rentable a diferencias cuando da un valor mayor a cero (0), lo cual es factible el proyecto.

La tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

La relación costo beneficio es un método evalúa la eficiencia con que se utilizan los recursos de un proyecto determinado, si los ingresos superan a los costos el proyecto es aceptable, en caso contrario el proyecto debe ser rechazado.

Con el monto de la inversión inicial de Q 27 060,84, teniendo unos ingresos esperados de Q 75,000, unos gastos de Q 35 000,00. Se determina el valor actual neto de la propuesta.

La tasa de actualización o mejor conocida como TREMA es uno de los elementos esenciales para la evaluación financiera de un proyecto de inversión, es decir, para calcular la VAN, TIR y B/C se requieren de todos los ingresos, egresos y la TREMA,

Para determinar la TREMA se consideran las siguientes dos opciones: un índice inflacionario más una prima (por decirlo así: un premio) por incurrir en el riesgo de invertir el dinero en el proyecto:

Tabla III. Flujo de efectivo

	1	2	3	4	5
VENTAS	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00
<b>Total de Ingresos</b>	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00	75 000,00
Planilla	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Materia Prima	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00
Mantenimiento	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
<b>Total de Egresos</b>	35 000,00	35 000,00	35 000,00	35 000,00	35 000,00
Flujo de Efectivo	40000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00

TREMA = índice inflacionario (inflación) 5% + prima de riesgo 5%

Tasa al 10 %

$$VPN = -27060,84 - 35000 \left[ \frac{(1 + 0.10)^6 - 1}{0.10(1 + 0.10)^6} \right]$$

$$+ 75000 \left[ \frac{(1 + 0.10)^6 - 1}{0.10(1 + 0.10)^6} \right] =$$

$$= 147135,8$$

$$VPN = -27060,84 - 35000 \left[ \frac{(1 + 0.20)^6 - 1}{0.20(1 + 0.20)^6} \right]$$

$$+ 75000 \left[ \frac{(1 + 0.20)^6 - 1}{0.20(1 + 0.20)^6} \right] =$$

$$= Q105921.30$$

Fuente: elaboración propia.



## **4.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno de un proyecto de inversión, es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficio (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos). Una única tasa de rendimiento anual en donde la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. La consideración de la aceptación de un proyecto cuya tasa interna de retorno es igual a la tasa de costo de capital, se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto, cuyo valor actual neto es cero. Es decir, la tasa de costo de capital es el rendimiento del inversionista que asegura cubrir sus desembolsos en efectivo y su costo de oportunidad.

La tasa interna de retorno es la tasa de interés que paga el proyecto por invertir en él, siempre que las ganancias se reinviertan a esa misma tasa, previo a su estimación debe especificarse una tasa interna mínima aceptable, que se utiliza como un criterio básico, para la selección o el rechazo de un proyecto. Puede ser el costo de oportunidad del capital. El criterio formal de la selección para medida de la tasa de rentabilidad interna del valor de un proyecto consiste en aceptar todos los proyectos de una tasa interna de retorno superior al costo de oportunidad del capital.

A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones:

Tabla IV. **Criterio de decisión trema**

<b>TIR</b>	<b>CRITERIO DE DECISIÓN</b>
TIR	> COC (TREMA) Se acepta
TIR	= COC Indiferente
TIR	< COC Se rechaza

Fuente: elaboración propia.

TREMA: tasa de rendimiento mínima aceptable

- Tasa interna de retorno (TIR)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente fórmula

$$TIR = \left[ \frac{(tasa1 - tasa2) - (0 - VPN(-))}{(VPN +) - (VPN (-))} \right] + tasa2$$

$$TIR = \left[ \frac{(10 - 20) - (0 - 105921.30)}{(147135.80) - (105921.30)} \right] + 20$$

$$= 22,56\%$$

La tasa interno de retorno para la inversión es de 22, 56 %. Esto significa que es la tasa máxima de pago para obtener una alternativa económica.

#### 4.3. **Análisis costo/beneficio**

Este método consiste en relacionar el valor actual de los ingresos con el valor actual de los egresos totales que durante su horizonte el proyecto

percibirá y desembolsará respectivamente. Una relación costo beneficio cuyo resultado supere la unidad, significa que los ingresos exceden a los costos del proyecto, permitiendo entonces emitir una opinión favorable acerca de la viabilidad financiera del proyecto.

Si la relación costo beneficio es menor que la unidad, se infiere que no se está recuperando la inversión efectuada.

A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones:

Tabla V. **Criterio de decisión costo/beneficio**

<b>R - B/C</b>	<b>Criterio de decisión</b>
R - B/C	> 1 Se acepta
R - B/C	= 1 Indiferente
R - B/C	< 1 Se rechaza

Fuente: elaboración propia.

- Costo/beneficio

El costo beneficio del proyecto se determina entre el resultado de dividir los ingreso/egresos del proyecto.

Para el estudio de la empresa se determinan en base al VPN los siguientes valores:

Tabla VI. **Valores del VPN**

	VPN egresos	VPN ingresos	Ratio
Propuesta 1	Q 179482,34	Q 326617,50	1,82
Propuesta 2	Q 143453,34	Q 249412,50	1,73

Fuente: elaboración propia.

Considerando que ambas opciones son rentables porque son mayores que uno (1), la primera propuesta da un mayor beneficio.

Al conocer la relación de beneficio costo a obtener en proyecto, este indica que se tiene para cubrir cada quetzal de gastos Q 1,82 de ingresos, lo que determina que el proyecto de inversión logrará solventar sus egresos inmediatos. Dado que por cada quetzal que se invierte al proyecto se obtiene una ganancia extra de Q0, 82.

Para el análisis de los indicadores financieros de la empresa en estudio, se procedió a determinar el estado de flujo de efectivos para calcular los indicadores financieros.

Tabla VII. **Estado de flujo de efectivo**

Estado de flujo de efectivo	2012	2013	2014
Ganancias de las actividades de operación	Q 3,070.00	-Q 270.00	Q 2,300.00
Ajustes por:			
Provisión de cuentas incobrables	Q 400.00	-Q 200.00	Q 1,100.00
Depreciaciones y amortizaciones	Q 4,850.00	Q 6,700.00	Q 6,170.00
<b>Ganancia antes de cambios en el capital de Incrementos/decrementos en flujos de operación</b>	Q 8,320.00	Q 6,230.00	Q 9,570.00
(Aumento) disminución en cuentas por cobrar	-Q 2,100.00	-Q 12,900.00	-Q 14,400.00
(Aumento) disminución en inventarios	-Q 2,805.70	Q 1,320.00	-Q 2,505.00
Aumento (disminución) cuentas por pagar	Q 4,559.00	-Q 7,749.00	-Q 2,750.00
(Aumento) disminución en otros activos	Q 1,690.00	-Q 20.00	-Q 20.00
	<i>Q 1,343.30</i>	<i>-Q 19,349.00</i>	<i>-Q 19,675.00</i>
<b>Flujos netos de efectivo de actividades de operación</b>	Q 9,663.30	-Q 13,119.00	-Q 10,105.00
<b>Flujos de efectivo por actividades de inversión</b>			
Compra de acciones		-Q 161.00	
Compra de activos fijos	-Q 3,681.00	-Q 555.00	-Q 9,200.00
<b>Flujo neto de efectivo usado en actividades de inversión</b>	-Q 3,681.00	-Q 716.00	-Q 9,200.00
<b>Flujos de Efectivo por actividades de Financiamiento</b>			
Pago de dividendos			
Devolución pagos en exceso de capital	-Q 1,000.00		
Préstamos bancarios neto	-Q 7,382.30		
<b>Flujo neto de efectivo usado en actividades de financiamiento</b>	-Q 8,382.30	Q 15,235.00	Q 18,805.00
Incremento neto de efectivo y equivalentes al efectivo	-Q 2,400.00	Q 1,400.00	Q 500.00
Efectivo y equivalentes al efectivo al principio del período	Q 4,500.00	Q 2,100.00	Q 3,500.00
<b>Efectivo y equivalentes de efectivo al final del período</b>	Q 2,100.00	Q 3,500.00	Q 3,000.00

Fuente: elaboración propia.

Análisis de variaciones importantes que afectan la generación de flujos de efectivo.

Un indicador financiero o índice financiero es una relación entre cifras extractadas de los estados financieros y otros informes contables de una empresa con el propósito de reflejar en forma objetiva el comportamiento de la misma. Refleja, en forma numérica, el comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes. Al ser comparada con algún nivel de referencia, el análisis de estos indicadores puede estar señalando alguna desviación sobre la cual se podrán tomar acciones correctivas o preventivas según el caso.

Tabla VIII. **Indicadores financieros**

Liquidez	Formula	Año			Indicador empresa
		2012	2013	2014	
Circulante	Activo circulante	1.2	1.5	1.7	1.5
	Pasivo circulante				
Prueba del ácido	Activo circulante-inventario	0.8	1	1.1	1
	Pasivo circulante				
<b>Administración de activos</b>					
Rotación de inventarios	Costo de ventas	2.3	2.8	2,5	4.5
	inventarios				
Rotación cuentas por cobrar	Cuentas por cobrar	139	152	137	90
	Ventas anuales /360				
<b>Adminitración de deudas</b>					
Razón de endeudamiento	Deudas totales	58%	41%	45%	40%
	Activos totales				
Días pendientes pago proveedores	Saldo proveedores	137	83	57	90
	Costo de ventas/360				
Razón de interes	Utilidad antes de impuestos	2.16	1.16	1.86	3
	Cargos por intereses				
Costo financiero promedio	Cargo por intereses	9.10%	8%	6%	
	Total de préstamos				

Fuente: elaboración propia.

Las razones financieras se utilizan para conocer hechos relevantes de los estados financieros, para este análisis se están considerando aquellas que tienen relación con el área financiera de la empresa.

- Razones de liquidez: las razones de liquidez miden la capacidad de pago de la empresa de sus pasivos corrientes, la prueba circulante de la

empresa oscila entre 1,2 y 1,7, y significa que para cada quetzal (Q1,0) de deuda, se cuenta con Q1,2 y Q1,7 de activos de rápida realización para cumplir con esta obligación.

La prueba de ácido mide la capacidad de pago que tiene la empresa para cubrir los pasivos corrientes sin considerar sus inventarios. Como se observa, la razón indica que la empresa tiene entre Q0.8 y Q1.1 de activos corrientes de fácil realización para cubrir Q1.0 de pasivos corrientes. Si se observa el balance general, el rubro de pasivos corrientes se considera los saldos de préstamos bancarios por pagar a corto plazo, parte de estos préstamos están garantizados con propiedad planta y equipo, pero para efectos de análisis de esta razón financiera, no se segrega, ya que las razones son indicadores de medición financiera como evaluación de riesgo de negocio. Las razones financieras reales que maneja la empresa se consideran razonables en función de las políticas establecidas por la empresa.

- Administración de activos: estas razones miden la capacidad que tiene la empresa en la generación de flujo de efectivo al optimizar sus recursos.
  - Rotación de inventarios: la razón de rotación de inventarios para la empresa oscila en 2.2 y 2.8 veces al año, si la rotación de inventarios se convierte a días ( $360/2.2$ ,  $360/2.8$ ), se puede decir que la empresa maneja inventarios en sus bodegas entre 164 y 128 días. La política de la empresa indica que los inventarios deben rotar 4.5 veces al año lo que, convertido en días, equivale a 80 días ( $360/4.5$ ). Esta razón está muy desviada de lo que pretende la empresa y se están invirtiendo flujos de efectivo en capital de trabajo estancado.



- Rotación de cuentas por cobrar: esta razón mide la eficiencia que tiene la empresa en la recuperación de sus cuentas por cobrar: a mayor recuperación de cuentas por cobrar, mayor generación de flujos de efectivo. Si la empresa genera mayores flujos de efectivo, este lo puede utilizar para disminuir la deuda financiera, o bien para convertir más eficiente la utilización del efectivo en las actividades de operación.

En este caso se observa que la empresa recupera sus cuentas por cobrar entre 139 y 154 días, que contrasta con la política de créditos de la empresa e indica que las cuentas por cobrar deben recuperarse en un máximo de 90 días, dependiendo del tipo de cliente al cual se le otorga crédito. Esta es un área de oportunidad para generar flujos de efectivo para la empresa, ya que sus indicadores reales están muy por encima de los estipulados en las políticas, tal como lo indica la gerencia.

- Administración de deuda: estas razones miden la eficiencia de la administración de las deudas.
  - Razón de endeudamiento: este factor mide el porcentaje de endeudamiento de una entidad económica, en este caso se observa que el endeudamiento de la empresa oscila entre el 40 % y 60 %. Para el caso de la empresa, de acuerdo con las políticas, la razón de endeudamiento se mantiene dentro de los parámetros establecidos.

## **5. IMPLEMENTACIÓN**

### **5.1. Diagrama de hombre-máquina**

El diagrama de proceso hombre-máquina se utiliza para el análisis y la mejora de la productividad de una estación de trabajo en la cual existe la interacción del hombre y la máquina. Es la representación gráfica de la secuencia de actividades que conforman las operaciones en las que intervienen hombres y máquinas, en la cual se muestra la relación de tiempo exacta que existe entre el tiempo de trabajo del operario y el tiempo de trabajo de la máquina, facilitando con estos datos determinar la eficiencia de los operarios y de las máquinas con el fin de encontrar un balance en el ciclo de trabajo de ambos de una manera más adecuada.

La mayoría de las máquinas son automáticas por completo, lo que da lugar a que el operario se encuentre ocioso en gran parte del ciclo.

La utilización de este tiempo ocioso permite la mejora en la eficiencia de la estación de trabajo así como el incremento en el salario del trabajador.

Para el mayor aprovechamiento del tiempo de ocio, existe el acoplamiento de máquinas, que se presenta cuando el trabajador opera más de una máquina. Un buen acoplamiento de máquinas, sienta la base para el establecimiento adecuado de un plan de remuneración o incentivos puesto que el mismo incrementa la responsabilidad del operario, ya que realiza un mayor esfuerzo físico y mental.

El diagrama terminado muestra en donde ocurren los tiempos ociosos de los operarios y los tiempos muertos de las máquinas, dando así un punto de partida para la introducción de mejoras al proceso. Pero además debe tomarse en cuenta el costo del operario ocioso y el costo de la máquina ociosa para poder hacer una correcta recomendación.

- Elaboración del diagrama de proceso hombre – máquina

Al elaborar un diagrama hombre-máquina, lo primero que se debe hacer, es determinar cuál operación se va a diagramar. Una vez seleccionada la operación debe observarse repetidamente para dividirla en sus elementos e identificar en donde inicia y en donde finaliza cada ciclo.

Después se debe proceder a medir el tiempo de cada una de las actividades que componen la operación, es necesario registrar el tiempo exacto de cada una de las actividades, los valores deben representar los tiempos estándar.

Después de seleccionada la operación y recopilados los tiempos se debe proceder a la construcción del diagrama.

Al igual que todos los diagramas, el diagrama hombre-máquina debe llevar un encabezado que puede contener la información siguiente: Nombre del diagrama (hombre-máquina), número de parte, número de dibujo, descripción de la operación, método (actual o propuesto), inicio y fin de la operación, nombre de la persona que realiza el diagrama, fecha de elaboración, entre otros.

Los diagramas hombre-máquina se hacen a escala, entonces el analista debe escoger la unidad de medida para representar las unidades de tiempo, por ejemplo un centímetro puede representar un minuto. Entre más largo es el ciclo de la operación, más corta es la distancia que representa la unidad de tiempo y viceversa.

Establecida la escala en la parte izquierda del papel se describen las actividades o elementos que conforman la operación, a la derecha de esta descripción se colocan los tiempos del operario, tanto activos como inactivos, y a la derecha se colocan los tiempos de trabajo y muertos de la(s) máquina(s).

El tiempo del operario se representa con una línea vertical continua y una discontinuidad en la misma representa el tiempo ocioso del mismo, de igual forma para las máquinas, una interrupción representa el tiempo muerto y una línea discontinua representa un tiempo de carga y descarga.

En la parte inferior del diagrama se muestran los tiempos totales de trabajo y ociosos tanto de la(s) máquina(s) como del operario. El tiempo productivo más el tiempo ocioso del operario debe ser igual al tiempo productivo más el tiempo ocioso de cada máquina que opera

### **5.1.1. Máquina corte universal**

Para realizar el estudio se tomó la máquina de corte universal en la cual se tiene una orden de 4 000 unidades el pedido debe ser terminado en 11 semanas.

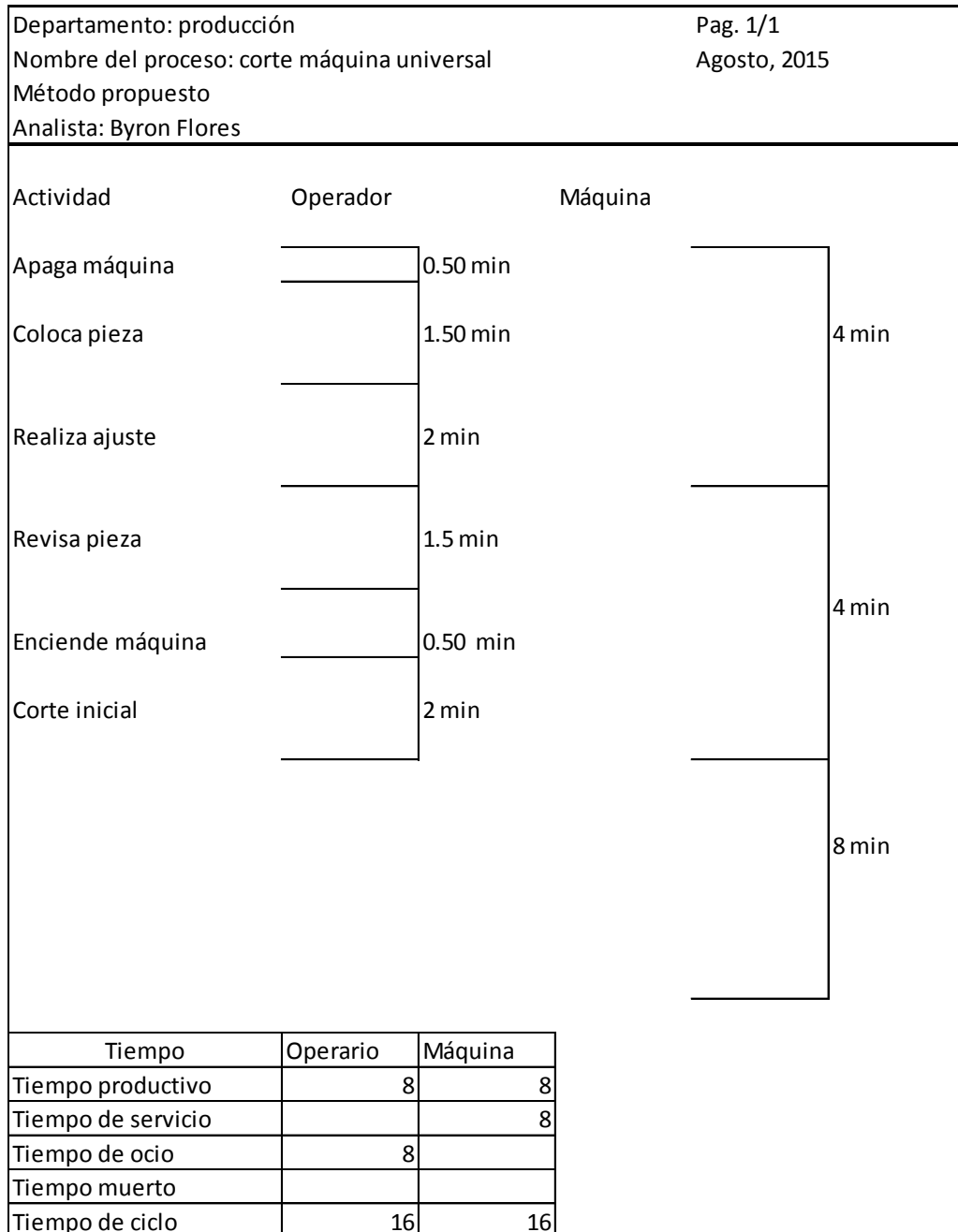
La compañía trabaja 44 horas a la semana, y puede prolongarse hasta un 40 % de tiempo extra. Los tiempos de operación son los siguientes: colocar

pieza (1,50 min.). Encender máquina (0,50 min.). Ajustar piezas (2,00 min.). Realiza el corte (8,00 min.). Apagar máquina (0,50 min.). Revisa pieza (1,50 min.). Corte inicial (2,00 min.). Caminar de una máquina a otra. (1,00 min.).

Se acostumbra un suplemento de 12 % para corregir el ciclo utilizado en la determinación de los costos. Los costos de la operación son los siguientes: El salario del operador es de Q 10,00/hora, la hora extra se paga a 1,5 del costo de la hora normal

El costo variable de la máquina es de Q 25/hora el costo del material es de Q 18,00/unidad.

Figura 56. Diagrama hombre-máquina, máquina corte universal



Fuente: elaboración propia.

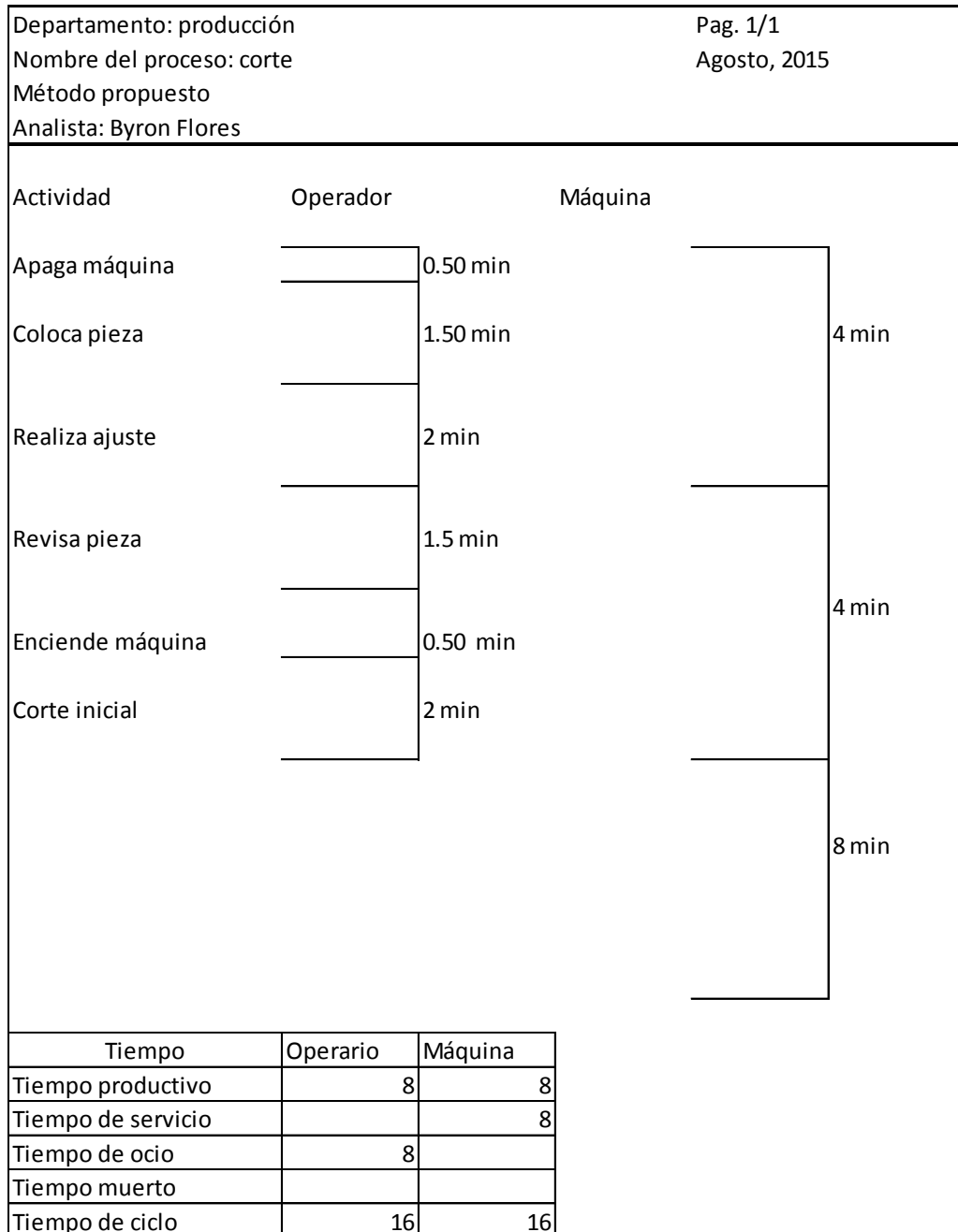
- Ciclo = 16 min.
  - Tiempo estándar por pieza =  $16 \text{ min} * 1,12 = 17,92 \text{ min/pieza}$
  - Número de piezas/hora =  $60 / 17,92 = 3,35 \text{ piezas/hora}$
  - Tiempo para 4 000 piezas =  $4\ 000/3,35 = 1195 \text{ horas}$

### **5.1.2. Máquina corte europeo**

Para realizar el estudio se tomó la máquina de corte europeo en la cual se tiene una orden de 3 500 unidades el pedido debe ser terminado en 11 semanas.

La compañía trabaja 44 horas a la semana, y puede prolongarse hasta un 40 % de tiempo extra. Los tiempos de operación son los siguientes: colocar pieza (1,50 min.). Encender máquina (0,50 min.). Ajustar piezas (2,00 min.). Realiza el corte (8,00 min.). Apagar máquina (0,50 min.). Revisa pieza (1,50 min.). Corte inicial (2,00 min.). Caminar de una máquina a otra. (1,00 min.).

Figura 57. Diagrama hombre-máquina, máquina corte europeo



Fuente: elaboración propia.



- Ciclo = 16 min.
  - Tiempo estándar por pieza =  $16 \text{ min} * 1,12 = 17,92 \text{ min/pieza}$
  - Número de piezas/hora =  $60 / 17,92 = 3,35 \text{ piezas/hora}$
  - Tiempo 3 500 piezas =  $3\ 500/3,35 = 1045 \text{ horas}$

## **5.2. Nuevas formas de cortes**

Existen en la industria de ventanas de aluminio nuevos equipos para el proceso de producción, en el área de corte la empresa puede contar con máquinas para cortes horizontales como verticales.

### **5.2.1. Horizontal**

La máquina de corte horizontal de acodo de vidrio se aplica al procesamiento del acodo de vidrio, mientras se puede terminar el corte y el procesamiento de biselado de acodo de vidrio.

Esta máquina usa la instalación horizontal, lo cual tiene la característica de fácil operación y estable funcionamiento. El agarre de perfil es fácil y la eficiencia de producción es alta.

Tabla IX. **Características de la máquina de corte horizontal**

Voltaje de entrada	380V 50HZ
Potencia de entrada	1.5KW
Presión neumática de trabajo	0.4~0.6Mpa
Consumo de aire	80L/min
Velocidad de motor eléctrico	2800r/min
Longitud de hoja de sierra	320~1800mm
Altura de corte	≤26mm
Dimensión exterior	1480x620x1350mm

Fuente: [www.window-door-machine.es/](http://www.window-door-machine.es/). Consulta: junio 2015.

Figura 58. **Máquina de corte horizontal**



Fuente: [www.window-door-machine.es/](http://www.window-door-machine.es/). Consulta: junio 2015.

### 5.2.2. Vertical

Algunas máquinas de corte vertical poseen un sistema de fijación de doble cara con una precisión +/- 0,1 mm.

El ángulo de corte es de 90° y el ancho de corte min. /máx.: 4 mm/. Utilizan una cinta transportadora soporte con rodillos 3,0 m. Además cuenta con otros accesorios como:

- Pantalla táctil
- Sistema de control para servo mecanismos
- Sistema de alimentación automática
- Sistemas de refrigeración y cilindros hidroneumáticos

Figura 59. **Máquina de corte vertical**



Fuente: [www.window-door-machine.es/](http://www.window-door-machine.es/). Consulta: junio 2015.

### **5.3. Residuos**

Para el manejo de residuos de vidrio y aluminio, la empresa debe registrarse en base al Acuerdo Gubernativo 111-2005 con base en la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desecho Sólidos.

El objetivo general de este Acuerdo Gubernativo es: reducir los niveles de contaminación ambiental que producen los residuos y desechos sólidos, para que Guatemala sea un país más limpio y ordenado que brinde a su población un ambiente saludable.

Ante lo expuesto, la responsabilidad social de la empresa debe enfocarse en dar un tratamiento a los desechos producidos en la fabricación de ventanas de aluminio, para evitar la contaminación ambiental, colaborar con el cuidado del medio ambiente.

#### **5.3.1. Aluminio**

La alta durabilidad del aluminio y su reciclaje 100%, sin pérdida de calidad, ha establecido su reputación como el metal verde. Su notable resistencia y características de bajo mantenimiento lo convierten en el material de construcción definitivo de una industria que está en constante búsqueda de alternativas más resistentes, ligeras, duraderas y ecológicas

El aluminio no libera emisiones tóxicas durante su procesamiento o durante su uso y no se corroe, lo que lo convierte en un material seguro para los seres humanos. También es muy ligero, y gracias a ello se requiere mucha menos energía para su transporte, reduciendo así los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **5.3.2. Vidrio**

Se debe desarrollar todo lo correspondiente a cómo se deberán manejar los residuos sólidos dentro de un manejo integral de residuos y comprende la prevención, el almacenamiento, la recolección, el transporte, el aprovechamiento, el tratamiento y la disposición final.

La separación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la separación inicial de manera selectiva de los residuos sólidos no peligrosos, de los peligrosos, procedentes de cada una de las áreas generadoras dentro de la empresa, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya efectividad depende de la adecuada clasificación de los residuos.

Posterior a los procesos que evitan y minimizan la generación de residuos y que favorecen una correcta separación en la fuente, se debe disponer de recipientes adecuados, que sean de un material resistente, que no se deterioren con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

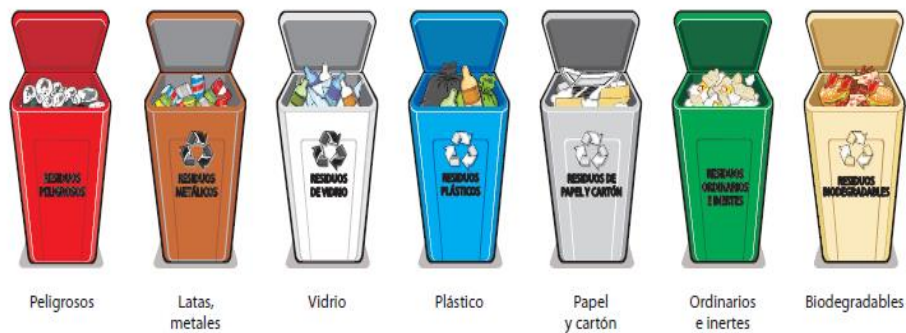
El diagnóstico que debe hacer el jefe de producción en conjunto con los jefes de área, es definir la cantidad de recipientes existentes y cuáles son los que se requieren, para la adecuada separación de los residuos en todas las áreas de la organización. Algunos recipientes son desechables y otros reutilizables, pero todos deben cumplir con el color correspondiente a la clase de residuos que se va a depositar en ellos, como se ilustra en la figura, a lo cual se le denomina código de colores, aspecto que no es obligatorio, pero sí

importante. Además, los recipientes deben ser visibles y estar ubicados estratégicamente en las instalaciones de la organización.

Para facilitar el proceso de separación en la fuente, es conveniente que los recipientes estén rotulados teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Si los recipientes que posee la empresa no cumplan con el código de colores, estos pueden pintarse, emplear cintas adhesivas visibles o utilizar el fondo del rótulo para establecer el color correspondiente al tipo de residuo.

Figura 60. **Recipientes utilizados para separación de los residuos sólidos y su código de colores**



Fuente: NTC 5167.

- Se debe colocar recipientes de color verde en los lugares donde se genere residuos no peligrosos como: servilletas, empaques de papel plastificado, plástico no reciclable, papel carbón, envases tetra pack, estos se deben de ubicar en oficinas, cafetería.

- Los recipientes de color crema para residuos biodegradables se colocan en donde se produce residuos de alimentación como la cafetería, antes y después de su preparación, residuos vegetales, material de poda y jardín.
- Los recipientes de color gris los cuales son para todo tipo de cartón limpio y seco, estos se deben de colocar en las oficinas, áreas de producción, cafetería, bodega.
- Los recipientes de color azul se utilizan para todo lo que sea plástico. Estos se deben de ubicar en cafetería, área de producción, oficinas administrativas.
- Los recipientes de color blanco se utilizan para envases y frascos de vidrio, latas metálicas. Estos se deben de ubicar en áreas de producción, bodega, cafetería.

Se deben diseñar rutas de recolección interna de residuos según la distribución de los puntos de generación y que cubran la totalidad de la empresa, estableciendo horarios y frecuencias e identificando en cada uno de estos lo siguiente:

- Localización, número y capacidad de los recipientes donde se encuentran los residuos.
- Tipo de residuo generado, lo cual está asociado al color del recipiente.
- Sitio de almacenamiento definitivo, tamaño y características.

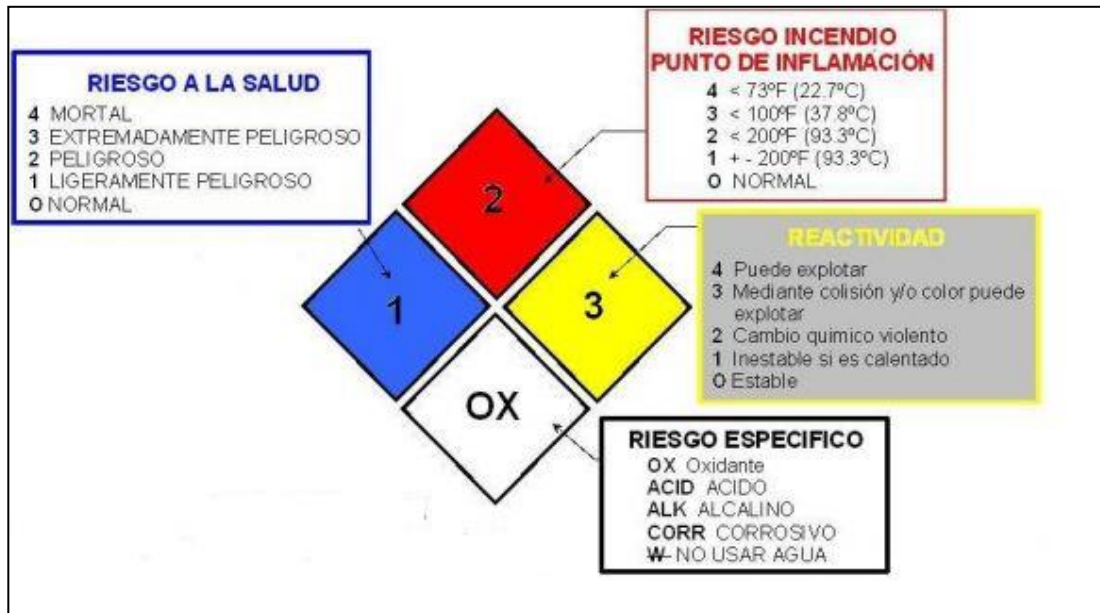
- Zonas de desplazamiento con carretas o sin ellas.

Esta actividad se establece en el manejo integral de residuos con la ayuda de planos de la edificación donde funciona la organización. La frecuencia de recolección interna dependerá de la capacidad de almacenamiento y el tipo de residuo generado, así como la frecuencia de recolección por parte de la empresa de limpieza de su localidad. Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos deben ser de uso exclusivo para este fin.

- Almacenamiento: Estos residuos peligrosos por su contenido pueden reaccionar entre sí de forma violenta, no deben ser almacenados conjuntamente, ya que en caso de incendio, caídas, roturas o cualquier otro tipo de incidente, los recipientes que los contienen pueden resultar dañados y los productos contenidos en ellos, pueden entrar en contacto, produciendo reacciones peligrosas.



Figura 61. Sistema de identificación de riesgos químicos



Fuente: Sistema de identificación de los materiales peligrosos. [www.diverseylever.com](http://www.diverseylever.com).

Consulta: junio de 2015.

- El manejo externo de los residuos sólidos incluye todas las actividades que se realizan cuando estos salen de la litografía. Se debe identificar y describir en el manejo integral de residuos, la información de la empresa contratada y el tipo de manejo que reciben los residuos al exterior de la organización, en qué tipo de vehículo se recolectan, con qué frecuencia se hace, entre otra información asociada a esta actividad.

Todos los generadores de residuos peligrosos deben conservar, hasta por un tiempo de cinco años, las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, valorización, tratamiento o disposición final de sus residuos, emitidos por los respectivos receptores. Hay que recordar que

esta actividad se debe hacer para todos los residuos que se generen, incluyendo los peligrosos.

- Indicadores de gestión

La empresa deberá analizar los indicadores de gestión, estos deben arrojar resultados sobre las etapas del manejo integral de los residuos sólidos para identificar las conformidades e inconformidades que presenta. Con base en esta información, se tomarán medidas que permitan el mejoramiento continuo al interior de la empresa.

Los indicadores de gestión son un conjunto de expresiones numéricas que representan los aspectos que son susceptibles de variar en el tiempo, permiten analizar la evolución, el cumplimiento de las metas propuestas en el manejo integral de residuos y medir su desempeño en términos cuantitativos.

Para ello, es necesario definir con antelación aspectos tales como: qué es lo que se va a medir, quién va a realizar la medición, cuáles son los mecanismos de medición que se van a utilizar y para qué sirven los resultados.

Algunos de los indicadores de gestión propuestos para el manejo en la empresa son los siguientes:

- Reducción en la cantidad de residuos generados

Este indicador ayudará a la empresa a tener una muestra de la disminución en la cantidad total de residuos generados, incluyendo el material aprovechable, no aprovechable, peligroso y no peligroso. Es la sumatoria de los residuos generados durante un período de tiempo determinado; el nivel de

referencia, es decir, el valor contra el cual se comparará la empresa para determinar la evolución. Éste se establece con el dato de generación de residuos aportado en el diagnóstico o con los datos del primer año de registros, comparado mes a mes.

$$\text{Porcentaje de reducción} = \frac{\text{Cantidad residuos solidos(año1)} - \text{Cantidad residuos solidos(año0)}}{\text{Cantidad residuos solidos(año1)}} \times 100$$

Este indicador permite realizar una medición de la meta que se espera lograr con la implementación del manejo integral de residuos.

- Indicadores de tratamiento y aprovechamiento

En este indicador se medirá la cantidad de residuos sometidos a procesos de tratamiento como desactivación de alta eficiencia, incineración o aprovechamiento como compostaje, reúso o reciclaje, u otros sistemas utilizados en la región. Los diferentes indicadores propuestos son:

$$\% \text{ Destinada para reciclaje} = \frac{\text{Residuo reciclable} \left( \frac{kg}{mes} \right)}{\text{Total de residuos generados} \left( \frac{kg}{mes} \right)} \times 100$$

$$\% \text{ Destinada a incineración} = \frac{\text{Residuo peligrosos} \left( \frac{kg}{mes} \right)}{\text{Total de residuos generados} \left( \frac{kg}{mes} \right)} \times 100$$

- Indicadores de disposición final

Este indicador medirá la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios.

$$\% \text{ Destinada a rellenos sanitarios} = \frac{\text{Residuos ordinarios} \left( \frac{kg}{mes} \right)}{\text{Total de residuos generados} \left( \frac{kg}{mes} \right)} \times 100$$

- Indicadores de efectividad

Porcentaje de avance del programa de formación y educación. Este indicador muestra el total de talleres que se han hecho efectivos, con relación al total de talleres programados.

$$\% \text{ De avance de programas de formación} = \frac{\text{Talleres realizados}}{\text{Talleres programados}} \times 100$$

### 5.3.3. Electricidad

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

Para ubicar adecuadamente las luminarias en el interior del área de trabajo debemos determinar el tipo de iluminación que se quiere tener es decir un tipo de iluminación directa.

La iluminación directa es aquella en la cual, la fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminar. Este detalle nos ayudará a determinar valores claves en el diseño de iluminación.

- Uniformidad: la uniformidad es procurar que la iluminación sea lo más balanceado, evitando los contrastes muy fuertes, esto se relaciona en especial con el número de lámparas y la forma en que se distribuyan en el área de producción. Para lograr esta uniformidad existen dos normas, las normas alemanas y americanas, que recomiendan la altura de suspensión de las lámparas, que es el espaciamiento de las lámparas sobre el plano de trabajo que se detalla en la tabla siguiente:

Tabla X. **Tabla de altura de suspensión de lámparas**

<b>Norma</b>	<b>Altura en suspensión en metros</b>
Americana	2-3
Alemana	1,5 – 2,5

Fuente: FINK, Donald. *Manual de Ingeniería Eléctrica*. p. 61.

## **6. MEJORA CONTINUA**

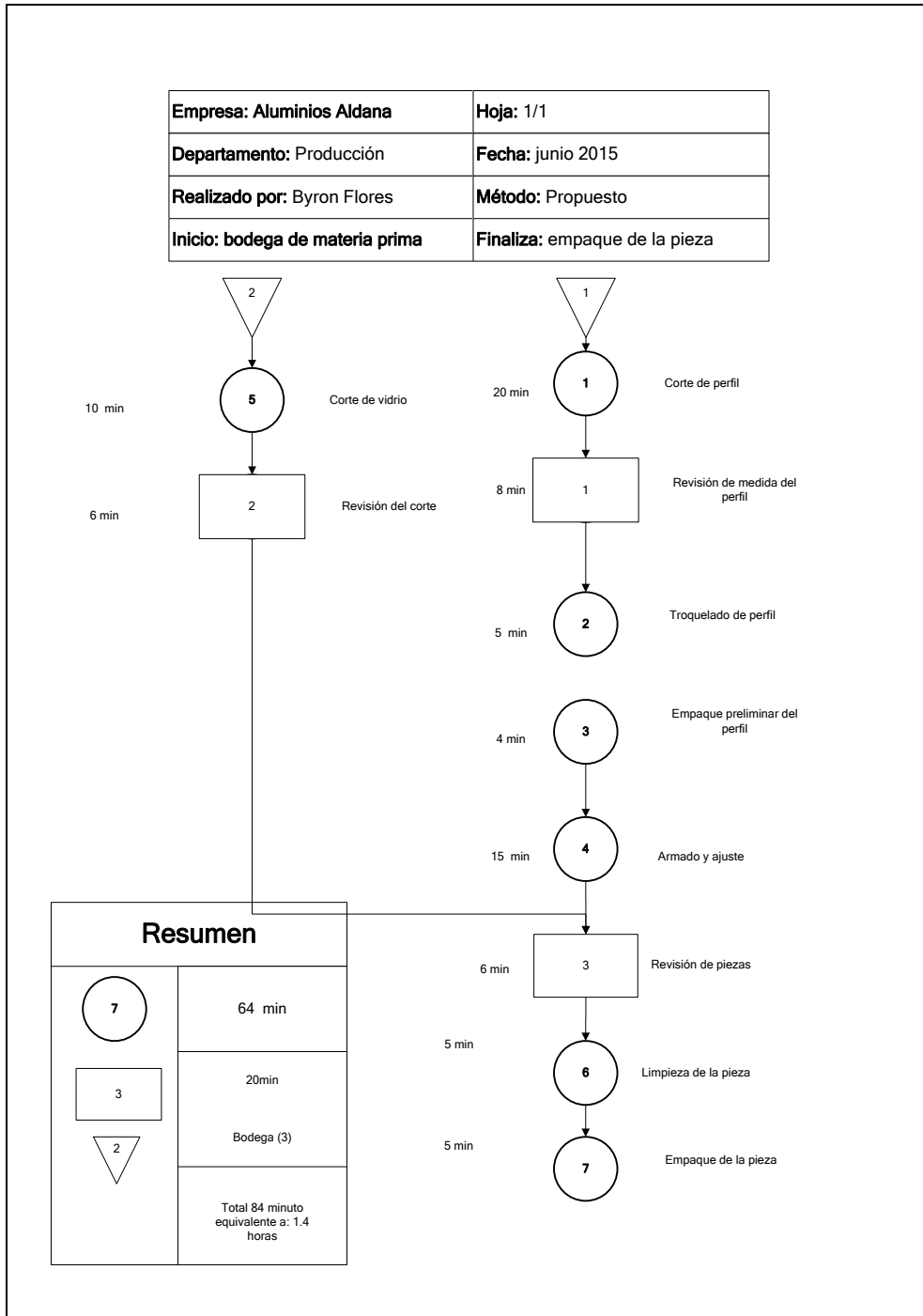
### **6.1. Nueva línea de producción**

Para tener una mejora en el área de producción se realizó una reunión con gerencia general y jefes de área para exponer una mejora en el proceso de fabricación de ventanas de aluminio para lo cual se presentan el diagrama de operaciones propuesto para la mejora.

Este diagrama les permitió observar, que al momento de introducir una nueva línea de producción, el proceso sería más rápido. Esto permitiría que la elaboración del producto terminado fuera más rápido y que se pudieran trabajar órdenes al mismo tiempo.

También se ganaría en tiempo de entrega, ya que a veces los tiempos a los que se compromete producción son prolongados por lo que esto les permitiría contar con tiempos más cortos y lograr que aumenten las ventas de ventanas.

Figura 62. Diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia. Microsoft Visio 2010.

## **6.2. Capacitación**

Capacitar es dar una preparación teórica al personal con el objeto que cuente con los conocimientos adecuados para cubrir el puesto con toda la eficiencia. Por lo que en éste caso será necesario capacitar al personal del área de producción en cuanto al procedimiento que se debe de llevar para la fabricación de ventanas de aluminio.

### **6.2.1. Personal**

Las capacitaciones del personal se deben de basarse en los conocimientos teóricos y prácticos del diseño, fabricación, detalles y empaque de los diferentes tipos de ventanas que se comercializan en la empresa en estudio. Para ello se desarrolló un plan de capacitación para el personal de producción, desde operarios, jefes de área, gerencias, para fortalecer las actividades que realizan día con día.

El programa de capacitación será impartido por una de las empresas proveedoras de materia prima, la cual cuentan con la experiencia en la venta de materiales para fabricación de ventanas y puertas de aluminio.

A continuación se presentan los temas y duración de cada taller.



Tabla XI. **Talleres de capacitación**

Objetivo: los talleres están orientados al sector metal mecánico para desarrollar competencias técnicas orientadas a crear mayor eficiencia en la carpintería metálica	
Módulo 1 ( duración dos semanas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a las normas de seguridad e higiene en la planta.</li> <li>• Partes de una ventana, tipología y características generales.</li> <li>• Pedidos de materiales</li> <li>• Presupuestos y costos</li> <li>• Planillas de armado</li> </ul>
Módulo 2 ( duración dos semanas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de planos</li> <li>• Maquinaria</li> <li>• Corte y mecanizado de ventana</li> <li>• Armado de aberturas</li> </ul>
Módulo 3 ( duración dos semanas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción del sistema</li> <li>• Limpieza de taller e instalaciones</li> <li>• Operación de máquinas de corte vertical y horizontal.</li> </ul>

Fuente: Aluminios Aldana.

### 6.3. **Maquinaria**

La maquinaria debe llevar un mantenimiento preventivo, para evitar fallos inesperados que retrasen el proceso de producción, según lo establece los manuales de las máquinas se deben de seguir los siguientes pasos.

- Instalación
  - Posicionamiento: antes de ubicar la máquina, chequear y nivelar la superficie. Buscar un lugar amplio con buena iluminación natural o artificial. La máquina deberá estar en una superficie plana, horizontal, estable y de suelo firme. Dentro de lo posible, fijada al suelo para evitar movimientos durante la actividad de corte. No olvidar que la manipulación de perfiles es de mayor cuidado para evitar rayones y golpes en los mismos. Se aconseja, colocar la máquina de corte en una zona con espacio suficiente para el movimiento del material a trabajar. Además de sugerir acomodar los perfiles en carros estanterías con ruedas que acompañan los mismos durante todos los procesos de fabricación de aberturas.
  
- Seguridad y aplicaciones
  - La máquina no puede ser utilizada en ambientes húmedos con alto grado de contaminación de sustancias químicas gaseosas (cloros, amoníacos y similares) ni en locales donde existen sustancias inflamables.
  - Dentro de lo posible, evitar que personas ajenas circulen alrededor de la máquina durante su funcionamiento. De ésta manera, evitarán que partículas que desprende la máquina dañen los ojos u otra parte del cuerpo.
  - Siempre utilizar guantes y anteojos de protección durante su funcionamiento.

- Comprobación de fallas
  - La cortadora no corta bien en ángulo:
    - Verificar que el sistema de medición esté correctamente nivelado con respecto al suelo y alineado con la superficie de apoyo con la máquina
    - En caso de las máquinas neumáticas para disminuir la fuerza de apriete se debe hacer desde el regulador en el equipo.
    - Comprobar que el perfil no se mueva cuando se corta.
    - Comprobar cortando un perfil lo más cuadrado posible y corroborar la escuadra.
  - La cortadora vibra:
    - Verificar que entre las arandelas de ambos lados del disco no haya virutas ni rastros de aceite. Limpiar con paño seco y volver a ajustar las arandelas.
    - Verificar que producto de un enganche, se haya saltado algún diente de la hoja de corte.

#### **6.4. Área de almacenamiento**

Analizados los aprovechamientos de los espacios y de las áreas especiales del almacenamiento se debe tener en cuenta:

- Pasillos: los pasillos, hasta donde sea posible, deben ser rectos y conducir directamente a las salidas, deben existir el menor número de cruces posibles. Los mismos deben ser situados donde existe la mayor iluminación y visibilidad. Dejar un pasillo peatonal periférico de 70 cm. a 100 cm., entre los materiales almacenados y los muros de la bodega, lo que facilita realizar inspecciones, prevención de incendios y defensa del muro contra los derrumbes. Los pasillos interiores longitudinales y transversales deben tener dimensiones apropiadas al tipo de manipulación y al equipo a utilizar en esta maniobra. Los pasillos de circulación de marcados deben estar constantemente libres de obstáculos.
- Demarcación: pintar una franja de 10 cm., con pintura amarilla en los pasillos, las zonas de almacenamiento y la ubicación de los equipos de control de incendios y primeros auxilios.
- Señalización: colocar carteles y avisos en los sitios de ubicación de los equipos de control de incendios y de primeros auxilios, salidas de emergencia, sitios y elementos que presenten riesgos como columnas, áreas de almacenamiento de materiales peligrosos y otros. Permitir el fácil acceso a los extintores y demás equipos de lucha contra incendio. Las válvulas, interruptores, cajas de fusibles, tomas de agua, señalizaciones, instalaciones de seguridad tales como botiquín, etc.

#### **6.4.1. Aluminio y vidrio**

Como todas las empresas deben de llevar un control de sus inventarios, ya sea en libros o en algún sistema de cómputo que maneje los inventarios. Por lo que se debe de llevar un control de las existencias de los productos en el sistema que maneja la empresa.

Así que para poder observar la cantidad de producto que se encuentran en el sistema se puede usar la siguiente tabla, que es casi igual a la tabla de existencias físicas.

#### **6.5. Estandarización de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica que permite determinar el tiempo para realizar una tarea con la mayor exactitud posible, partiendo de un número determinado de observaciones.

Al realizar el estudio de tiempos se podrán establecer los tiempos estándares para mejorar los procesos de producción.

- Estudio cronometrado de tiempos: básicamente para realizar el estudio de tiempos se usaron métodos de lectura vuelta a cero en el caso de actividades con operaciones prolongadas y continuas cuando las operaciones tenían ciclos cortos, en el tema de tiempos estándar se indica la forma en que se manejó el número de observaciones usadas.

En la sección 6.1 se determinó que el tiempo de la operación es de 84 minutos.

El número de observaciones se establece por medio de la tabla Westinghouse. Esta tabla ofrece el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se trabajan anualmente. Para este caso se recomienda la tabla Westinghouse, debido a que esta solo es aplicable a operaciones muy repetitivas.

Tabla XII. **Tabla Westinghouse**

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Medición del trabajo. p. 32.

Figura 63. **Calificación por nivelación Sistema Westinghouse**

Destreza o habilidad			Esfuerzo o Desempeño			Condiciones		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo	+0.06	A	Ideales
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo	+0.04	B	Excelentes
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente	+0.02	C	Buenas
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente	0	D	Regulares
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Buena	-0.03	E	Aceptables
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Buena	-0.07	F	Deficientes
0	D	Regular	0	D	Regular			
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable			
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable			
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente			
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente			

Consistencia		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelentes
+0.01	C	Buenas
0	D	Regulares
-0.02	E	Aceptables
-0.04	F	Deficientes

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 33.

Tabla XIII. **Tolerancias o concesiones para determinar tiempos estándares dentro la empresa Aluminios Aldana**

Destreza o habilidad	6
Esfuerzo o desempeño	5
Condiciones	4
Consistencia	3
Total de concesiones	18

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo estándar: para determinar el tiempo estándar se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = T_n (1 + \% \text{ concesiones})$$

$T_s$  = tiempo estándar

$T_n$  = tiempo normal = tiempo cronometrado ( $T_c$ ) multiplicado por el porcentaje de calificación del operario. Si la calificación del operario es 100 % entonces el  $T_c$  es igual al tiempo normal.

Par lo cual se determina el tiempo en minutos y con base a la tabla de Westinghouse se determina el número de ciclos a estudiar. Se toma como promedio anual 5,000 operaciones según entrevista realizada con el gerente general. Como la tabla tiene un rango dentro 1,000-10 000 actividades al año este parámetro se utilizará.

Con base en las observaciones necesarias, se determinó el tiempo promedio para cada una de las operaciones.

$T_s$  evaluación general = 84 (1 + 0,18) = 99.12 minutos, es la tiempo estándar que se de utilizar para la operación para la evaluación general.



## 6.6. Evaluaciones

Para las evaluaciones del avance de la propuesta se deben tener indicadores en el área de producción, así como el control de materia prima.

### 6.6.1. Indicadores

Los indicadores se utilizan para evaluar el desempeño que tiene las diferentes operaciones en el área de producción.

- Nivel de calidad: con este indicador se podrá observar que cantidad de productos están bien elaborados y con ello se verá reflejada si la empresa cumple con las expectativas de los clientes.

$$\text{Nivel de calidad} = \frac{\text{total de productos sin defectos}}{\text{total de productos elaborados}}$$

- Cumplimiento de los productos realizados: este indicador permite conocer si la empresa entrega a tiempo sus productos a los clientes.

$$\text{Cumplimiento de entrega} = \frac{\text{total de productos no entregados a tiempo}}{\text{total de productos entregados}}$$

### **6.6.2. Controles**

Se necesitan variables de control, con indicadores que midan en el ingreso a bodega:

- Cantidad de mercadería ingresada a bodega
- Tiempo utilizado para ingresar la mercadería
- Porcentaje de mercadería no ingresada a bodega
- Porcentaje de mercadería rechazada

De igual manera se necesitan indicadores que midan la salida de mercadería de bodega:

- Cantidad de mercadería despachada de bodega
- Tiempo utilizado para despachar la mercadería

Al tener un variables de control la empresa contará con:

- Manejo fluido y eficiente de las operaciones
- Llevar un control específico de las operaciones de la empresa.
- Mejorar estabilidad en las cargas de trabajo.
- Llevar un control de la economía de producción.
- La empresa puede satisfacer las demandas de sus clientes con mayor rapidez

Tabla XIV. **Variables de control de ingreso de producto**

Procedimiento	Indicador	Objetivos	Unidad	Módulo de cálculo	Responsable	Periodicidad
Control de mercadería entrante a bodega por medio del proveedor	Cantidad de mercadería entrante a Bodega	Medir la cantidad de mercadería entrante	Cantidad	Sumatoria de la mercadería que ingresan diariamente	Jefe de bodega	Diaria
	Tiempo utilizado para ingresar la mercadería	Medir el tiempo utilizado para ingresar la mercadería	Mercadería / minutos	Sumatoria de la mercadería ingresada entre el total de minutos utilizados para almacenar	Jefe de bodega	Diaria
	Porcentaje de mercadería no ingresada a bodega	Contabilizar la cantidad de mercadería no ingresada	Porcentaje	Total de mercadería no ingresada entre el total de mercadería ingresada	Jefe de bodega	Diaria
	Porcentaje de mercadería rechazada	Medir la cantidad de mercadería rechazada	Porcentaje	Total de mercadería rechazada entre el total de mercadería ingresada	Jefe de bodega	Diaria

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Con el ajuste de las máquinas y las inversiones que se realicen, se busca reducir los excesos de residuo de vidrio y aluminio al momento de fabricar las ventanas.
2. La redistribución de la plata, tuvo como consecuencia un proceso eficiente, porque logró reducir un 20% de los tiempos muertos y optimizar el proceso en un 33%.
3. Las instalaciones son las adecuadas, con la redistribución de la planta el espacio se logró aprovechar un 75% más de lo que se estaba logrando. No se contaba con áreas en las cuales no eran para almacenamiento u operaciones.
4. Con la materia prima, se realizaron pruebas con un nuevo proveedor, y se logró identificar que la materia prima era la adecuada, no solo por el rendimiento sino también por tema de costos. Dado que el tiempo de entrega del producto en bodega era de 10 días en comparación con el proveedor actual de 12 días,
5. Se localizó un comprador para los residuos, ello permitió recuperar un 10% del total.
6. El del costo de materia prima, el material reciclado beneficia a la empresa en tener una producción más limpia y generar ingresos por los residuos.

7. El análisis de beneficio y costo dio como resultado que la inversión sería rentable tanto para mejorar los procesos como también para ofrecer una mejor calidad.

## RECOMENDACIONES

1. En el momento de la toma de decisión de la compra de la maquinaria, es preciso planificar el mantenimiento para lograr que la maquinaria este en óptimas condiciones.
2. Realizar un análisis anual de la distribución de la planta, según el crecimiento de la empresa y la introducción de los nuevos perfiles para las ventas nuevas, ya que se necesitará espacio, personal y maquinaria.
3. De forma adecuada buscar más compradores de los residuos para ver a que cliente se le puede recuperar más, para disminuir los costos.
4. Realizar análisis de seguridad industrial para ver el equipo de protección de los operarios, ya que se encontró un poco ineficiente el tema de la seguridad dentro de la bodega.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIAZA HERRERA, Flor de María. *Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos*. Guatemala, USAC, 2000. 129 p.
2. BUFFA, Elwood Spencer, Dyer, James S. *Ciencias de la administración e investigación de operaciones: formulación de modelos y métodos de solución*. México: Limusa.1983. 650 p.
3. CEPEDA Alonzo, Gustavo. *Auditoría y Control Interno*. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 1997. 234 p.
4. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la administración de ventas*. México: McGraw-Hill.1993. 653 p.
5. CÁRDENAS, Raúl. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales*. 3a. ed. Guatemala: Mayte, 2006. 145 p
6. ISHIKAWA K. *Introducción al control de calidad*. Madrid; Díaz de Santos.Juran, J.M.; Grima, F.M.; Bingham, R.S. *Manual de Control de la Calidad*. Barcelona: Reverté. 167 p.



7. MORENO-LUZÓN, M.D.; Peris, Francisco. J.; González, Tomas. *Gestión de la calidad y Diseño de organizaciones. Teoría y estudio de casos*. Madrid: Prentice Hall, 2001. 155 p.
8. PARASURAMAN A.et all. *Calidad Total en la gestión de servicios*. Madrid: Díaz de Santos, 1993. 167 p.
9. PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO, José A. *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC, 2007 145 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. **Evaluación de proveedores**

- **Equipo de evaluación**

La responsabilidad de la decisión de la selección de un proveedor se concentra en cuatro tipos de equipos de ejecutivos: los usuarios finales del bien o producto, los ejecutivos de compra, una combinación de ambos, y sólo la gerencia.

Las especificaciones por complicadas que puedan ser para el público en general, para el comprador debe ser del total dominio. El comprador debe saber tanto del producto como el usuario. Asimismo, para evitar complicaciones de conflicto de intereses por parte de los usuarios, debe ser el departamento de compras el único encargado de las compras, asumiendo que la orientación de la selección de los proveedores depende de criterios generalmente aceptados como cumplimiento de calidad, entregas y servicios adicionales que se ofrezcan. Además es el autorizado y total responsable de las decisiones financieras que las compras conlleven. Por otro lado, debe ser el comprador la persona en quien confía la gerencia.

- **Factores a evaluar**

La selección de un proveedor para el surtimiento de material o servicio, consiste en una búsqueda de todos los posibles proveedores y una clasificación que reduce esa lista a uno o varios con los que negociará. En éste capítulo se

tratará sobre los métodos empleados para construir una lista de proveedores posibles y los criterios y técnicas que se utilizarán para reducir el número a las fuentes más apropiadas

- Perfil del proveedor deseado

La selección de un proveedor se verá influida según la idea que tenga el ejecutivo de compras respecto a lo que es un buen proveedor.

El proveedor que se adapte al perfil adecuado, será aquel proveedor que realice lo siguiente para sus clientes:

- Venda productos de la calidad especificada y haga entrega de ellos en las fechas establecidas.
- Ofrezca sus productos a un precio aceptable; sea accesible a necesidades imprevistas tales como podrían ser los incrementos o las disminuciones repentinas en el volumen de negocios, los cambios en las especificaciones, los problemas referentes a servicio y cualquier otra solicitud legítima.
- El buen proveedor toma la iniciativa para sugerir modos más adecuados de servir a la clientela e intenta descubrir nuevas formas para desarrollar productos y servicios que permitan a los clientes realizar sus operaciones de la manera más económica.
- Un buen proveedor avisará por anticipado cuándo habrá escasez de materiales, huelgas y cualquier otra cosa que pueda afectar las operaciones del comprador.
- Brindará asesoría tecnológica y de otra índole cuando así lo solicite la clientela.
- Tratará de mantenerse competitivo.

Es difícil encontrar proveedores que presenten estas características. En muchas industrias tan sólo se podrán encontrar uno, dos o tres proveedores que reúnan todas estas cualidades.

Lo básico del departamento de compras es encontrar y conservar buenos proveedores a través del tiempo. Muchas de las cualidades incluidas arriba provocan incrementos en costos de proveedores en el corto plazo. Para que le convenga al proveedor cubrir estos costos, será necesario que se asegure que en el futuro habrá de obtener el beneficio de un mayor volumen de ventas. La mayor recompensa que se puede brindar a un cliente es el asegurar que seguirá comprando a ese mismo proveedor, pues desea corresponder a las atenciones de éste.

- Preparación de una lista de posibles proveedores

Sobre la base de la definición del perfil del proveedor deseado según los materiales requeridos, se preparará una lista de los posibles proveedores que completen total o en su mayoría las cualidades descritas en el punto anterior.

El cuidado con que se prepare esta lista depende de la importancia de las transacciones o negocios a ser realizados. Naturalmente el departamento de compras no harán una búsqueda exhaustiva de proveedores a menos que el valor de las órdenes a ser colocadas garantice el costo.

La lista que sigue proporciona las fuentes más importantes con las cuales el comprador prepara una lista de proveedores en prospecto; sin embargo rara vez el comprador consulta todas las fuentes nombradas; en un caso dado una u otra de las fuentes puede ser útil:

- Experiencia
- Entrevista con los vendedores
- Catálogos
- Directorios comerciales e industriales
- Periódicos industriales y comerciales
- Internet
- Exhibiciones y convenciones comerciales e industriales
- Solicitudes de cotización.
  
- Experiencia

Quizás la experiencia anterior con los proveedores es la fuente de que se dispone más ampliamente usada, de la cual se extrae información acerca de los posibles proveedores. Ya que muchas de las compras son de naturaleza repetitiva, el comprador dispone de variada información, que constituye la base sobre la cual se evalúa el cumplimiento de los proveedores. Cuando se considera un nuevo artículo, el comprador debe por lo tanto, primero averiguar si alguno de los proveedores actuales o pasados es el adecuado.

- Entrevista con representantes de ventas

Los representantes de ventas que visitan al personal de compras son fuentes en extremo valiosas de información acerca de los proveedores de productos específicos. En la mayoría de los casos, su información se relaciona con sus propias compañías y sus propios productos, pero a menudo los vendedores pueden indicar al comprador una fuente de suministros para un artículo que su propia compañía no fabrique.

Es necesario reconocer que el carácter y personalidad del vendedor deja una fuerte impresión en la mente del comprador, el vendedor es en general el único punto de contacto entre dos compañías, y el comprador tiende a identificar a la compañía con su personal. Si el vendedor es confiable, competente y coopera, el comprador está inclinado a suponer que la compañía que representan también es confiable, competente y coopera. Esto no siempre es cierto.

Algunas empresas regulares tienen buenos vendedores y algunas buenas empresas están representadas por personal de ventas deficiente. En consecuencia, un buen comprador intentará evaluar la información objetiva dada por un vendedor tan imparcialmente como sea posible. Sin embargo, un comprador no confía únicamente en los comentarios de los vendedores para evaluar al proveedor.

La cortesía, la honestidad y la justicia desempeñan un papel muy importante en esta actividad. A continuación se enumeran algunas actitudes que un buen ejecutivo de compras debe tener frente a un representante de ventas:

- Atenderlos de inmediato. Sin embargo, si alguno de ellos ha infringido alguna regla, llamarle la atención respecto de esto.
- Permitirles que platicuen y se debe escuchar atentamente, analizando lo que digan.
- Contestar preguntas éticamente.
- Se debe hablar siempre con la verdad y no crear falsas expectativas al vendedor.

- En todas las negociaciones se debe estar seguro de cubrir todos los elementos de compra, de manera que se pueda llegar a un entendimiento pleno.
- No crear falsas expectativas sobre cantidades exageradas a comprar si realmente no se consumen. Esto a largo plazo haría que el proveedor incumpliera con calidad y hasta podría en algún caso renunciar a ser proveedor, por culpa del comprador.
- No pedir al proveedor que le ofrezca alguna cotización si, en conciencia, no espera tomarlo en consideración para la elección final de proveedor.
- Sostener especificaciones justas y claras.
- Mantener una competencia abierta y justa.
- No aprovecharse de los errores de los proveedores.
- Negociar de manera rápida y justa cualquier ajuste al precio cuando el material recibido no sea de la calidad requerida.
- Contestar la correspondencia con la mayor brevedad posible.
- Manejar muestras, pruebas e informes concernientes a los proveedores proporcionando información completa, rápida y verídica.
- Proporcionar un listado ordenado de pedidos al proveedor y llevar un seguimiento respecto de ellos.
  
- Catálogos

Los catálogos publicados por los proveedores, en los cuales listan y describen los artículos que fabrican, constituyen una fuente valiosa de información acerca de los posibles proveedores. El valor de estos catálogos depende en gran manera de la forma en que se presenten, de la facilidad con la cual se tenga disponible el material que ofrecen y del uso que se le dé a tal información. El inconveniente que presentan es que no muy frecuentemente proporcionan información relativa a precios, ya que algunos materiales y

accesorios se venden a los precios de lista estandarizados y las cotizaciones tan sólo requieren que se aclaren los descuentos y costos de flete.

Un buen catálogo tiene la ventaja de ser un registro permanente que siempre se tendrá en el propio departamento de compras. No siempre es posible consultar al personal de ventas de los proveedores; con frecuencia se olvidan los anuncios o la publicidad; sin embargo, el catálogo podrá constantemente servir como recordatorio de la existencia del proveedor que lo expidió.

- Directorios comerciales e industriales

EL directorio comercial e industrial es una publicación en la cual se listan y clasifican los proveedores de acuerdo con los productos que fabrican. A menudo proporciona información adicional acerca de asuntos tales como el personal de la compañía, situación financiera, método de distribución, y ubicación de las oficinas de ventas. Generalmente una compañía privada editorial prepara y publica el directorio especializado como si fuera una obra comercial, e incluye una gran cantidad de publicidad de las empresas incluidas. Algunos directorios comerciales se especializan en industrias; por ejemplo, un directorio puede listar todas las compañías que fabrican papel y productos de papel.

- Revistas profesionales

Las revistas profesionales también constituyen una fuente de información muy valiosa en cuanto a proveedores potenciales. El listado de tales publicaciones, por supuesto, es muy largo y los artículos que se incluyen varían mucho de valor. Sin embargo, en todos los campos se tienen revistas



profesionales muy buenas –especialmente las extranjeras- y los compradores leen cuidadosamente todo aquello que se relacione con su propio campo y con aquellas industrias a las cuales se les vende, o a las que se les compra. Estas revistas se utilizan de dos formas. El primer uso que se les da consiste en estudiar el texto, el cual no sólo sirve para incrementar la información general que se le brinda al comprador, sino que además sugiere nuevos productos y materiales sustitutos. El segundo empleo concierne a la publicidad. Todos los buenos compradores cultivan la buena costumbre de consultar la publicidad incluida en estas publicaciones.

- Exhibiciones y convenciones

Todos los grupos industriales tienen exposiciones una o varias veces durante el año. En la exposición específica los miembros de una industria o comercio despliegan sus artículos en un intento por atraer a los compradores, activar su interés, y realizar ventas, en contraste, la convención en general es una reunión de una asociación comercial o industrial proyectada principalmente como un foro para el intercambio de ideas. Sin embargo, muchas de tales convenciones asignan cierta cantidad de espacio que rentan a sus proveedores para que presenten su equipo y materiales. Tales convenciones son lugares ideales para que un proveedor presente la línea de su empresa a un grupo concentrado de prospectos interesados y, al mismo tiempo, ofrezca una forma conveniente para que un comprador aprenda algo acerca de los nuevos productos y proveedores

- Solicitudes de cotización

El departamento de compras, se asegura una información acerca de los proveedores en prospecto por medio de una forma o formulario de solicitud de

cotización. A una solicitud por escrito de precio y entrega sobre un artículo hecha a un proveedor se le llama Solicitud de Cotización. Tales solicitudes indican los requerimientos de calidad y el uso estimado.

- Factores para la evaluación de proveedores

Después que se ha realizado una lista de proveedores potenciales, se sigue un proceso de evaluación cualitativa y de eliminación. Este proceso de evaluación compara a los proveedores en términos de su capacidad para proporcionar la calidad deseada, cantidad, precio y servicio.

- Garantías y reclamos

Un buen proveedor debe incluir la clase y forma de las garantías que acompañan a los productos que proporciona. Entre las consideraciones importantes, se incluye la capacidad del proveedor para proporcionar el servicio en donde sea necesaria y tener disponibles los repuestos según se les necesite. La seguridad en el abastecimiento incluye la seguridad de que el producto enviado será útil a lo largo de su vida normal. Un proveedor que no respalde el producto o que no está equipado para dar servicio satisfactorio a dicho producto, no califica con una puntuación elevada en cuanto a éste factor.

- Entrega en tiempo

Este factor debe considerarse de suma importancia, especialmente que se trabaja bajo inventarios y la entrega de sus productos se realiza sobre pedidos anticipados. Aún en empresas con sistemas integrados de planificación de producción, inventarios y compras, la mayoría de ellas deben hacer un arduo seguimiento de las fechas de despacho ofrecidas por los proveedores para que

sus planes no sean afectados por cambios en la planificación; si esto es así, indica que los proveedores no son confiables con respecto a este factor. Este factor es fácilmente cuantificable. Solamente se considerará para su medición las fechas de entrega ofrecidas por el proveedor, las fechas reales de entrega (local) o despacho (importación) y la diferencia entre ambas. Algunos ejecutivos de compras podrán considerar las fechas originalmente acordadas con el proveedor, luego utilizará las fechas que han sido cambiadas a solicitud del proveedor o del mismo ejecutivo de compras y por último, la fecha de embarque o entrega final.

Actualmente, la fecha de entrega es un factor tan importante, que puede ser al factor que determine el rompimiento de relaciones cliente-proveedor. En algunas industrias, el no entregar dos o más veces en la fecha acordada (el rango de las variaciones de fechas puede ser de 3 a 4 días) de un material, hace que las compañías compradoras penalicen directamente el precio, siempre y cuando esté acordado con el proveedor. Al contrario, si los materiales han sido entregados con anticipación sin autorización previa del comprador, también pueden ser penalizadas las entregas. En éste último caso, la razón de la penalización se basa en que se aumenta el costo de financiación del material ya que el material permanecerá más tiempo de lo planificado sin transformarse o sin agregarle valor.

- Procedimientos y su cumplimiento

Entre las consideraciones que afectan al servicio, están la etapa en que se encuentra el desarrollo tecnológico del proveedor y su capacidad de mantenerse al día en los métodos productivos. La habilidad tecnológica concede al proveedor mayor alcance en investigación y desarrollo. Los compradores confían en los vendedores para que sugieran cambios en el

diseño y el material conforme se perfecciona nuevos conceptos. El comprador que dé cuenta con tales servicios, suele considerarlos como una extensión de la investigación y desarrollo de la propia empresa.

Para anticipar la clase de servicio que pueda proporcionar un proveedor hay que tener en cuenta los estándares de mantenimiento de la planta. Al ser cuidadoso y concienzudo en las prácticas de mantenimiento de planta, probablemente tendrá una cantidad mínima de interrupciones de producción que resulten de descomposturas de la maquinaria y percances semejantes. Puesto que las interrupciones de producción suelen conducir a demoras en los embarques a los clientes, reducen la certeza en la fecha que se reciban los suministros, lo que es una importante consideración en el servicio, según lo expuesto en puntos anteriores.

- Capacidad productiva y de servicios

También hay que considerar los servicios de capacidad productiva de que dispone un proveedor cuando se trata de evaluar el servicio. Este tema es de especial importancia durante los períodos en que existe una gran actividad en los negocios. Un proveedor con una capacidad de servicios productivos puede responder mejor a los requerimientos incrementados de los clientes. Al evaluar esto, es necesario considerar las habilidades técnicas y administrativas. Si está muy disperso el personal administrativo y de ingeniería de un proveedor potencial, resulta dudoso que en momentos de gran exigencia, puedan producir más ya que la mano de obra con frecuencia es más escasa que la mercadería.

Así, al comparar proveedores, es importante analizar en detalle los servicios que ofrecen las distintas compañías y considerar este análisis con un criterio que indicará el tipo de atención que proporcionarán

- Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del proveedor es una consideración importante al evaluar el servicio. La disyuntiva está entre comprar a un proveedor cercano a uno distante. En Guatemala algunas empresas prefieren hacer sus adquisiciones a proveedores locales ya están dispuestos a pagar un poco más o, incluso, aceptar que la calidad del producto o servicio sea menos satisfactoria comprando cercanamente o a un proveedor nacional que a uno del extranjero.

Es mayor la factibilidad de conocer las instalaciones de un proveedor cercano y determinar por lo tanto muchos factores antes descritos como verificar controles de calidad, mantenimiento y hasta financieros. Sin embargo, estos factores también podrían ser inspeccionados cuando el proveedor se localiza a distancia; lo preponderante en esto es la distancia misma, el tiempo y el costo de la verificación. Un proveedor cercano también podría conocer más de cerca al comprador, dado que el costo de sus visitas sería menor, tendría más tiempo para conocer al usuario y sus necesidades.

Sin embargo, algunos fabricantes prefieren adquirir sus insumos en el extranjero ya que estos indican que el precio más los fletes y costos relacionados son menores y, además las fechas de entrega o de despacho son más confiables. Además, la calidad podría ser el factor más importante para contratar a un proveedor lejano, ya que ningún proveedor local o cercano alcanzaría los niveles de calidad deseados.

- Referencias

Las referencias de los demás clientes es probablemente la mejor de la publicidad de una compañía. Usualmente, el personal de compras conoce al

personal de otra empresa que es competencia. Si la persona que da la información es confiable, la información que se proporcione puede ser la clave al tomar la decisión de compra.

- Visitas a la planta

Las visitas a las plantas de los proveedores constituyen medios importantes de evaluación y de examen periódico de los proveedores existentes. A menudo es deseable que en tales visitas acompañen al comprador un representante del departamento de producción o de ingeniería, en especial si se trata de productos de alta tecnología o exclusivos. El asociado técnico permite al comprador llegar a un juicio firme sobre el equipo y capacidades del proveedor.

Aunque una lista sencilla no puede abarcar todos los puntos que hay que considerar en las visitas a las plantas, es posible señalar las áreas principales de interés que deberán ser observadas y examinadas en tales visitas.

- Servicios. el examen incluirá los servicios de producción, distribución global de la planta, y servicios tales como recepción, embarque, sistema interno de manejo de materiales, salas de suministro y herramientas, y servicios de oficina.
- Personal. también es necesario observar el grado y tipo de supervisión, y evaluar el estado de la moral de los empleados. El interés también se dirige hacia el grado de competencia técnica mostrado por todos los individuos cuyo trabajo influye en alguna manera sobre los artículos comprados.
- Mantenimiento de la Planta. la inspección también incluirá observación del mantenimiento de la limpieza general de la planta, claves útiles para

estimar la eficiencia y confiabilidad de la producción que se puede esperar del proveedor. Siempre que se pueda inspeccionar la “puerta trasera” de la planta sería una buena referencia.

- Procedimientos. resulta adecuado estudiar la forma en la cual el proveedor procesa una orden desde el momento en que la recibe hasta que el embarque sale de la planta. Este análisis revelará al nivel de eficiencia que se mantiene e indicará los problemas de procedimiento potenciales que podrían afectar al servicio.
- Planes de evaluación de proveedores

No es suficiente enumerar los factores a considerar para evaluar a los proveedores para tomar una decisión de compra. La medida más importante para evaluar el servicio de un proveedor, es de ordinario el registro de su desempeño en las transacciones anteriores. El estándar de su desempeño real es tangible y concreto, en tanto que los otros criterios miden el desempeño por inferencia y con frecuencia muy inciertamente.

- Método categórico

El plan categórico confía mucho en la experiencia y capacidad del comprador individual.

Además, las listas de evaluación se dan a todos los departamentos o que tienen que ver con la mercadería que el proveedor suministra, tales como control de calidad, producción, y departamentos de recepción de materiales. En reuniones de evaluación periódica, el comprador estudia las tasas con los representantes de estos departamentos. Más tarde, aquellos proveedores que

tienen tasas compuestas elevadas o bajas son notificados, y de acuerdo con esta se asignan los negocios futuros.

Aunque este sistema no es cuantitativo, proporciona un medio para llevar un registro sistemático de un criterio de desempeño. También es poco costoso y requiere un mínimo de datos para la evaluación. Sin embargo, confía mucho en la memoria y el juicio de las personas que hacen la calificación, y existe la posibilidad de que las tasas se vuelvan algo rutinaria realizarlo con un mínimo de pensamiento crítico.

Además podría evaluar negativamente a todos los proveedores, la memoria es eficiente sólo en los aspectos negativos de los proveedores y no los positivos.

- Método del punto ponderado

Este método proporciona un criterio cuantitativo de evaluación. Su puede incluir cualquier número de factores de evaluación, y sus pesos relativos se expresan en términos numéricos, de manera que se determina un índice compuesto de desempeño y se puede hacer una comparación entre los proveedores.

Para poder comprender este método se hará un ejemplo:

Se ha decidido utilizar el siguiente criterio de evaluación: Calidad de los embarques, seguridad en las promesas de entrega, frecuencia de las sugerencias de reducción de costos y precio. Suponiendo que la calidad y las fechas de entrega son las más significativas, se puede utilizar un sistema de calificación por puntos como el siguiente:



## Apéndice 2. Sistema de calificación

<b>Factor</b>	<b>Ponderación (puntos)</b>
Calidad	40
Fecha de entrega	30
Sugerencia de reducción de costos	20
precio	10

Fuente: elaboración propia.

Basándose en las cifras de desempeño hipotético, se puede realizar una evaluación como se muestra en las tablas de esta página y la siguiente.

Los rangos aceptables e inaceptables, el ejecutivo de compras lo podrá determinar de forma lógica. Por ejemplo, excelente puede ser de 85 puntos en adelante; aceptable para un rango entre 70 y 84; inaceptables serán 69 puntos o menos. Entre las ventajas de la presente evaluación se encuentra el hecho de que se puede incluir cierta cantidad de factores de evaluación y se les puede asignar ponderaciones o pesos relativos que correspondan a las necesidades de la empresa. Se minimiza la evaluación subjetiva.

### Apéndice 3. Evaluación de calidad

<b>Proveedor</b>	<b>Embarques recibidos</b>	<b>Porcentaje de embarques aprobados</b>	<b>Calificación de calidad ( % x 40)</b>
AA	10	90	36
BB	6	80	32
CC	5	70	28

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 4. Evaluación de fecha de entrega

<b>Proveedor</b>	<b>Embarques recibidos</b>	<b>Porcentaje de embarques en tiempo</b>	<b>Calificación de calidad ( % x 30)</b>
AA	10	80	24
BB	6	90	27
CC	5	100	30

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Evaluación de sugerencias de reducción de costos**

<b>PROVEEDOR</b>	<b>No. DE SUGERENCIAS DE BAJA EN COSTOS</b>	<b>PORCENTAJE DEL TOTAL</b>	<b>CALIFICACIÓN DE CALIDAD ( % x 20)</b>
AA	1	20	4
BB	1	20	4
CC	3	60	12

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Evaluación de precio**

<b>Proveedor</b>	<b>Precio unitario promedio</b>	<b>Relación precio más bajo</b>	<b>Calificación de calidad ( % x 10)</b>
AA	Q 40.00	$40/40=100$	10
BB	Q 50.00	$40/50=80$	8
CC	Q 60.00	$40/60=67$	7

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Comparación de factores a evaluar**

<b>Proveedor</b>	<b>Calidad</b>	<b>Entrega</b>	<b>Reducción de costos</b>	<b>Precio</b>	<b>Total de calificación</b>
AA	36	24	4	10	74
BB	32	27	4	8	71
CC	28	30	12	7	77

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, si el plan de calificaciones ponderadas se utiliza junto con el plan categórico, los proveedores se evalúan sobre una base cuantificable sin descuidar los aspectos intangibles del servicio. En el ejemplo, el proveedor CC tiene la calificación más alta y sería el proveedor a escoger, según el factor servicio.

- Método de la tasa de costo

Este método relaciona a todos los costos identificables de compra con el valor de las entregas o embarques recibidos de los proveedores. Entre más elevada sea la razón de los embarques de los costos, menos será la tasa aplicada a ese proveedor.

La elección de los costos que van a ser asignados, depende en cierta medida de los productos que se trate. Sin embargo, la calidad, la entrega, el servicio, y el precio son las categorías normales.

Los costos asociados con la calidad usualmente incluyen:

- Costos de visitas a plantas de los vendedores
- Aprobación de muestras
- Costos asociados con los productos defectuosos (procedimientos desacostumbrados de inspección, productos rechazados y pérdidas de fabricación por producto defectuoso.)

Los costos asociados con la rutina empleada para calificar a un proveedor y la rutina de inspección tienden a ser aproximadamente iguales para todos los proveedores de productos semejantes. Sin embargo, los costos

asociados con productos defectuosos variarán substancialmente de un proveedor a otro.

Los costos de calidad pueden ser calculados (por la cercanía del manejo de materiales) por el departamento de control de calidad, con ayuda de información que viene de producción respecto a los posibles costos del reproceso que ocasionan las partes defectuosas.

Un procedimiento alternativo consiste en tener una cuenta específica establecida para recibir cargos cada vez que llega un embarque defectuoso, y los departamentos remiten, para su contabilización a esta cuenta, los costos adicionales en que incurren como resultado de un embarque defectuoso. En cualquier caso, los costos totales de calidad están relacionados con el monto íntegro de las compras para determinar la relación calidad-costos. Un ejemplo se puede ver en las páginas siguientes.

#### Apéndice 8. Descripción del costo

Descripción del costo	Costo en quetzales
Visita a planta del proveedor	350
Análisis y aprobación de muestra	400
Visitas de inspección	200
Pérdidas de fabricación	0
Costo de corrección por rechazo	560
Otros	50
Costos totales	1 560
Valor total de compra	65 000
Relación calidad-costos	$(1\,560/65\,000) \times 100 = 2,4 \%$

Caso hipotético

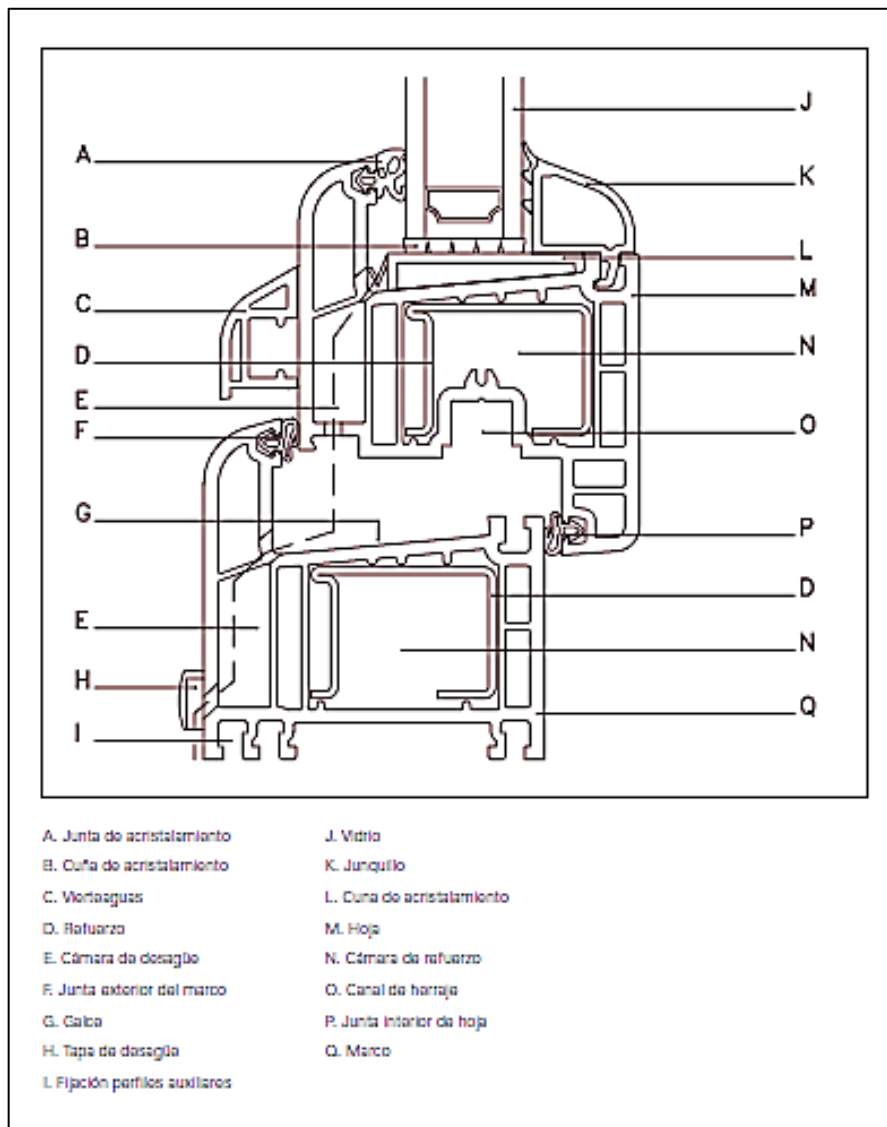
Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en este ejemplo que la relación calidad costo es un poco alta esta debería de estar entre 1 % a 1,5 %, para no incurrir en gastos muy altos para el proceso de compras.



## ANEXO

### Anexo 1. Nomenclatura de la venta de aluminio



Fuente: Aluminios Aldana.



