



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

**IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DOMOS, EN
UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO
ACRÍLICO**

Oscar Enrique Tecún Jimenez

Asesorado por el Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DOMOS, EN
UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO
ACRÍLICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

OSCAR ENRIQUE TECÚN JIMENEZ

ASESORADO POR EL ING. EDGAR DARÍO ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DOMOS, EN UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO ACRÍLICO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 14 de noviembre de 2007.



Oscar Enrique Tecún Jimenez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

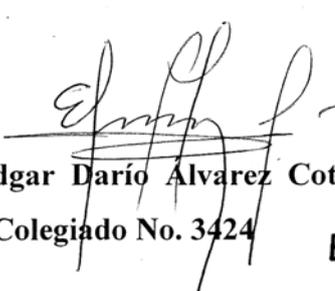
**Ingeniero
Francisco Gómez
Director de Escuela
Facultad de Ingeniería**

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que he asesorado el trabajo de graduación por el estudiante Oscar Enrique Tecún Jiménez, titulado **“IMPLEMENTACION DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACION DE DOMOS EN UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLASTICO ACRILICO”**, considero que cumple con los requisitos propuestos en el proyecto de graduación y me permito aprobarlo.

Por lo tanto, el autor de este trabajo de graduación y yo, como su asesor nos hacemos responsables del contenido del mismo.

Atentamente


Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Colegiado No. 3424

EDGAR D. ALVAREZ COTI
ING. MEC. INDUSTRIAL
COL. # 3424

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DOMOS EN UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLASTICO ACRILICO**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Enrique Tecún Jimenez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir 'Edwin' y 'Matroquin', rodeada por un círculo de tinta.

Ing. Edwin Echeverría
COLEGIADO 6166

Ing. Edwin Antonio Echeverría Matroquin
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

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 **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD, EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN DE DOMOS, EN UNA EMPRESA DEDICADA AL PROCESAMIENTO DE PLÁSTICO ACRÍLICO**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Enrique Tecún Jimenez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez-Rivera

DIRECTOR

Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2008.

/mgp

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por ser mi fortaleza, mi escudo, mi protector y ayudador en los momentos más difíciles de mi vida.

MI FAMILIA

Por su apoyo incondicional, mi mamá Rosa Jimenez, mi abuela Celestina Jimenez, por haberme cuidado y llevado a terminar esta parte de mi vida, mis hermanas, por su ayuda y comprensión.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme formado como profesional.

TODO AQUEL QUE ME HA APOYADO HASTA ESTE PUNTO

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

AGRADECIMIENTOS A:

FACULTAD DE INGENIERÍA

Por brindarme los conocimientos específicos en el área de la ingeniería.

MIS AMIGOS

Por su amistad, su apoyo incondicional durante todo el ciclo universitario.

MI ASESOR

Por apoyarme con su conocimiento y brindarme su apoyo.

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Industria del plástico acrílico	1
1.1.1 Historia	1
1.1.1.1 Nivel mundial	1
1.1.1.2 Nivel nacional	4
1.2 La empresa	5
1.2.1 Historia	5
1.2.2 Ubicación	6
1.2.3 Organización de la empresa	7
1.2.3.1 Funciones	7
1.2.3.2 Obligaciones	7
1.2.3.3 Responsabilidades	7
1.2.3.4 Organigrama	9
1.2.3.5 Perfil de los puestos	9
1.2.4 Aspectos jurídicos	12
1.2.4.1 Legalización de la empresa	12
1.2.4.2 Jornadas de trabajo	12

1.2.4.3 Sueldos y salarios	13
1.2.4.4 Prestaciones	13
1.2.4.5 Incentivos	14
1.3 Control de calidad	14
1.3.1 Definición	14
1.3.2 Importancia	15
1.3.3 Objetivos	16
1.3.3.1 General	16
1.3.3.2 Específicos	16
1.4 Aspectos económicos de la calidad	18
1.4.1 Costo	18
1.4.2 Valor	18
1.4.3 Equilibrio costo – valor	18
1.4.4 Calidad de diseño	18
1.4.5 Calidad de conformidad	19
1.4.6 Distinción calidad de diseño – conformidad	19
1.4.6.1 Relaciones de costos de calidad	19
1.4.6.1.1 Costo - calidad de diseño	20
1.4.6.1.2 Costo - calidad de conformidad	20
1.4.7 Costos de la calidad	20
1.5 Control estadístico de calidad	21
1.6 Control estadístico de proceso	22
1.6.1 Aspectos generales	22
1.6.2 Gráficos de control	22
1.6.2.1 Por variables	23

1.6.2.2 Por atributos	23
1.7 Muestreo de aceptación	24
1.7.1 Simple	24
1.7.2 Doble	25
1.8 Tamaño de la muestra	26
1.9 Inspección	26
1.9.1 Formas	27
1.9.2 Criterios de cambio	28
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	29
2.1 Descripción de materia prima utilizada	29
2.1.1 Proveedores	30
2.2 Productos	31
2.2.1 Domos	31
2.2.1.1 Burbuja	32
2.2.1.2 Arco cañón	32
2.2.1.3 Piramidal	32
2.3 Tecnología disponible	33
2.3.1 Maquinaria y equipo	33
2.3.1.1 Horno	33
2.3.1.2 Ventiladores	33
2.3.1.3 Compresor	34
2.3.1.4 Moldeadora	34
2.3.1.5 Spray de pintura a presión	35
2.3.1.6 Prensa	35

2.3.1.7 Soldadora	35
2.3.2 Utilización de la maquinaria	36
2.3.3 Mantenimiento de la maquinaria	36
2.4 Demanda y oferta	37
2.4.1 Demanda	37
2.4.1.1 Clientes	37
2.4.1.1.1 Individuales	37
2.4.1.1.2 Jurídicos	37
2.4.1.1.3 Potenciales	38
2.4.2 Oferta	39
2.4.2.1 Competidores	39
2.4.2.2 Comparación parámetros de calidad	40
2.4.2.3 Productos	41
2.4.2.4 Precios	41
2.5 Diagrama de flujo de operaciones	42
2.5.1 Domos	42
2.6 Análisis de las operaciones	45
2.6.1 Individuales	45
2.6.2 En grupo (proceso)	47
2.7 Proceso de instalación de domos	48
2.7.1 Sin estructura metálica	48
2.7.2 Con estructura metálica	50
2.8 Sistema actual de control de calidad	52
2.8.1 Recepción de materia prima	52
2.9.2.1 Descripción	53

2.9.3 Herramientas	54
2.9.3.1 Recurso humano	54
2.9.3.2 Maquinaria y equipo	54
2.9.3.3 Diferentes métodos	55
2.9.4 Normativa y políticas de calidad vigentes	55
2.9.5 Métodos de recopilación de datos	55
2.9.5.1 Conteo de ventas	55
2.9.5.2 Conteo de reclamos	56
2.9.5.3 Procedimientos de evaluación	56
2.9.5.4 Toma de decisiones	56
2.9.5.5 Área de producción	56
2.9.5.6 Apariencia	57
2.9.5.7 Iluminación	57
2.9.5.8 Ventilación	57
2.9.5.9 Calefacción y refrigeración	57
2.9.5.10 Limpieza	57
2.9.5.11 Orden	58
2.9.5.12 Ruido y vibraciones	58
3. PROPUESTA	59
3.1 Diseño de sistema de control de calidad	59
3.1.1 Recepción de materiales	59
3.1.1.1 Plástico acrílico	61
3.1.1.2 Madera	62
3.1.1.3 Hierro	62
3.1.1.4 Talco industrial	62
3.1.1.5 Pintura	63
3.1.1.6 Otros	63

3.1.2 Control de calidad en proceso de fabricación	63
3.1.2.1 Normas y especificaciones	64
3.1.2.2 Defectos posibles	65
3.1.2.3 Control estadístico en el proceso	65
3.1.2.4 Área de trabajo	69
3.1.3 Variables a controlar en el proceso	70
3.1.3.1 Tiempo de ciclo	70
3.1.3.2 Pérdidas de calor en el horno	71
3.1.3.3 Escape de aire en el proceso de inflado	71
3.1.3.4 Rajaduras	72
3.1.3.5 Rayado	72
3.1.3.6 Color	73
3.1.3.7 Mala toma de medidas	73
3.1.3.8 Manchas en el plástico	73
3.1.4 Variables a controlar en el proceso de instalación	74
3.1.4.1 Filtración de agua	74
3.1.4.2 Especificaciones del pegamento	77
3.1.4.2 Distancia entre clavos en la instalación	80
3.1.4.3 Pintado de estructura metálica	81
4. IMPLEMENTACIÓN	83
4.1 Implementación de un sistema de inspección del proceso	83
4.1.1 Condiciones de área de trabajo	86
4.1.2 Maquinaria y equipo	89
4.1.3 Recursos para mano de obra	90
4.1.4 Estaciones de inspección	91
4.1.5 Cantidad a inspeccionar	92

4.1.6 Inspección de especificaciones de calidad	92
4.1.6.1 Entradas	92
4.1.6.2 Proceso	93
4.1.6.3 Entrega de producto	94
4.2 Análisis de costos al implementar el sistema de control de calidad	94
4.2.1 Costos de calidad en proceso de producción	96
4.2.2 Costos de calidad en instalación	97
4.3 Normativo de control de calidad	98
4.3.1 Recepción de materiales	98
4.3.2 Proceso	100
4.3.3 Producto terminado	110
4.3.4 Instalación	112
4.4 Procedimientos de control de calidad	113
4.4.1 Recepción de materiales	113
4.4.2 Proceso	115
4.4.3 Producto terminado	117
4.4.4 Instalación	124

5. SEGUIMIENTO	127
5.1 Formatos de calificación	127
5.1.1 Normas	127
5.1.2 Procedimientos	137
5.1 Programa al personal en técnicas de control de calidad	141
5.1.1 Inducción a la calidad	141
5.1.2 Capacitación del personal	142
5.1.3 Adiestramiento y desarrollo	143
5.1.4 Retroalimentación	143
5.2 Auditorias	144
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	143
ANEXOS	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación geográfica de Talleres Polanco	6
2. Organigrama de la empresa	8
3. Proceso de muestreo doble	24
4. Tipos de domos	29
5. Participación de mercado de la empresa	36
6. Poder de mercado de la empresa	38
7. Diagrama de flujo de operaciones 1/3	40
8. Diagrama de flujo de operaciones 2/3	41
9. Diagrama de flujo de operaciones 3/3	42
10. Resumen diagrama de flujo de operaciones	43
11. Proceso de instalación de domos	47
12. Resumen proceso de instalación de domos	48
13. Proceso de instalación con estructura metálica	49
14. Resumen de instalación con estructura metálica	50
15. Recepción de materia prima	51
16. Recepción de materia prima propuesta	59
17. Análisis de muestreo para gráfica de control	64
18. Pieza de aluminio contra filtraciones	72
19. Procedimiento contra filtración de agua	73
20. Limpieza área de aplicación	75
21. Abertura del pomo	75
22. Colocación de cartucho	76
23. Aplicación de masilla	76
24. Acabado de pegamento	76

25. Planta baja propuesta	82
26. Planta alta propuesta	83
27. Horno de gas con circulación forzada de aire	85
28. Gráfico de porcentajes de costo de producción	91
29. Cálculo de costos de calidad por recurso	91
30. Almacenamiento correcto de lámina de plástico	93
31. Corte de lámina de plástico acrílico	96
32. Router a utilizar	96
33. Formado libre a presión o vacío de aire	99
34. Formado a vacío presión de molde hembra	100
35. Tipos de unión en plástico	102
36. Pegado en inmersión	103
37. Brocas a utilizar en el barrenado del producto	106
38. Hoja de anotaciones de materiales	109
39. Formato de anotaciones de análisis dimensional	112
40. Formato de análisis físico	114
41. Formato de análisis de impacto	116
42. Formato de acoplamiento de área de descanso	117
43. Formato de acciones correctoras y preventivas	128
44. Diagrama de comercialización de domos	133
45. Procedimientos de retroalimentación	137

TABLAS

I	Historia del plástico acrílico en Guatemala	5
II	Prestaciones laborales	13
III	Principales proveedores de Talleres Polanco	28
IV	Participación de mercado	37
V	Ponderación de puntos evaluados	38
VI	Precios de competencias y de Talleres Polanco	39
VII	Especificaciones técnicas de sikaflex 11FC+	74
VIII	Especificaciones técnicas de horno	85
IX	Herramienta y materiales para recurso humano	86
X	Costo de producción mensual	90
XI	Tipos de adhesivos y características	101
XII	Especificaciones de ruptura de plástico acrílico	115
XIII	Actividades y frecuencias de mantenimiento recomendadas	119
XIV	Comparaciones finales al implementar sistema sugerido	138
XV	Resumen de comparaciones	138
XVI	Comparación entre estado de resultados actual y mejorado	139
XVII	Resumen de comparaciones	139

GLOSARIO

Metacrilato de metilo

Polímero (unión de moléculas idénticas) termoplástico (plástico moldeable al calor) del ácido metacrílico y derivados. Compuesto químico de fórmula $C_5H_8O_2$ utilizado para producir polimetilmetacrilato (PMMA), conocido comúnmente como plástico acrílico.

Poliestireno

Polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización (proceso químico por el que los compuestos de bajo peso molecular se agrupan químicamente entre sí) del estireno

Alcohol isopropílico

Alcohol que se utiliza como antioxidante del material, También llamado isopropanol, es un alcohol incoloro compatible con el agua. Su fórmula química semidesarrollada es $H_3C-HCOH-CH_3$.

Nafta	Mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo.
Hexano	Hidrocarburo (compuesto bioquímico formado por carbono e hidrogeno) alifático alcano con seis átomos de carbono. Su forma química es: C ₆ H ₁₄ .
Termoformado	Proceso de formación de hojas de material termoplástico, que consiste en calentar el material hasta el punto de reblandecimiento para luego obligarlo a que tome la forma de un molde, por medio de presión, de vacío o de ambos.
Neumática	Rama de la mecánica que usa conductores de aire y compresores para producir movimiento.
HP	Unidad de potencia (caballos de fuerza), utilizada para describir la cantidad de trabajo por unidad de tiempo.
RPM	Unidad de medida (revoluciones por minuto) utilizada para describir movimiento circular.

Tungsteno

Metal de corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales. Elemento químico de número atómico 74 que se encuentra en el grupo 6 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es W.

Ergonomía

Ciencia que se encarga de adaptar el cuerpo humano a las tareas y las herramientas de trabajo.

Polimerización

Unión química de dos o más moléculas para formar moléculas más grandes

Extrusión

Procedimiento de fabricación de piezas que consiste en moldearlas en caliente pero sometiéndolas a una determinada presión.

RESUMEN

Talleres Polanco se dedica a la fabricación, venta y distribución de domos de plástico acrílico, actualmente desea implementar un control sobre la calidad en el proceso de producción, para incrementar la calidad y ser reconocida como una empresa diferenciada de las demás.

El presente documento inicia revelando datos históricos y teóricos de herramientas que se utilizarán dentro del contenido del mismo, tal es el caso de la historia del plástico acrílico nacional como internacional, también se mencionan estrategias para el mejoramiento de la calidad.

Se describe la situación actual de la empresa, su tecnología, sistemas de producción, su trato y responsabilidades con el personal, la atención que le brindan a sus clientes, el servicio pre y post-venta y su estado legal dentro de los límites de la república de Guatemala.

Luego de analizar en qué situación se encuentra la empresa, se proponen técnicas para mejora de la calidad en el proceso de producción y en la distribución, dictando soluciones que en los capítulos posteriores se llevan a cabo con más detalle.

Después de realizada la propuesta con unas soluciones alternativas, se describe como mejorar el sistema de producción, desde los materiales, la maquinaria, también se describen las técnicas correctas para el almacenamiento, corte, uniones, pegado, etc., que son actividades importantes en el proceso de termoformado, que es el método utilizado para moldear el

plástico acrílico. Se establecen normas y procedimientos a seguirse para las pruebas que el producto ya terminado debe de pasar, se establecen los conceptos de aceptación o rechazo y medidas que se deben de tomar al momento de cualquier suceso.

Finalmente, se proponen normativos para darle seguimiento al proceso propuesto e implantado, revelando datos para capacitación al personal, técnicas de monitoreo a los puntos de la empresa y estableciendo parámetros de calidad tanto laboral como personal, dando a entender todas las características que se necesitan para que un trabajo llegue a ser de calidad.

OBJETIVOS

GENERAL:

Implementar un sistema de control de calidad en la fabricación e instalación de domos de plástico acrílico.

ESPECÍFICOS:

1. Mejorar la selección de materia prima.
2. Eliminar los defectos del plástico acrílico en el producto terminado.
3. Definir procedimientos para la fabricación e instalación de domos.
4. Identificar mal formaciones del producto en el proceso de producción.
5. Establecer normas a seguir dentro de la empresa para la elaboración del producto.
6. Controlar la calidad del producto en el proceso de instalación.
7. Determinar costos de calidad en el proceso e instalación de domos.

INTRODUCCIÓN

La industria de fabricación de Domos es un proceso creciente en la sociedad guatemalteca, lo cual representa la búsqueda de alternativas para mejorar calidad y servicio en las empresas dedicadas a dicho comercio, esto para ser entidades competitivas que puedan ofrecer a la sociedad los mejores productos que se puedan conseguir en el mercado.

El presente trabajo de graduación busca mejorar los procedimientos actuales, a fin de satisfacer de mejor manera las necesidades de los clientes, siguiendo los planteamientos que se dan a continuación:

En el capítulo uno se describen los antecedentes y generalidades de la industria de plástico acrílico a nivel local y mundial, así como las características de la empresa dedicada a dicho proceso, asimismo el capítulo dos describe la situación actual de la empresa, numerando y definiendo cada procedimiento utilizado, herramientas, estudio de demanda y oferta, competencia, sistema actual de control de calidad y descripción del área de trabajo. Seguidamente el capítulo tres describe el modelo propuesto para el mejoramiento de la calidad desde la entrada de materia prima hasta la entrega e instalación del producto final.

En el capítulo cuatro se describe el proceso de implementación del modelo propuesto, creando procedimientos, normativas, analizando costos, definiendo variables a considerar; para finalizar, el capítulo cinco describe el sistema de seguimiento del modelo implementado con la ayuda de formatos de calificación, capacitación y desarrollo al personal y creación de auditorías.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Industria del plástico acrílico

1.1.1 Historia

A continuación se presentan rasgos históricos del plástico acrílico para mayor comprensión del mismo.

1.1.1.1 Nivel mundial

Se remonta a 1869, fecha en que John Wesley Wyatt, al intentar fabricar bolas de billar de material sintético, descubrió el celuloide. No obstante, los plásticos no tuvieron una gran repercusión sobre la industria hasta que en el año 1907, el Dr. Leo Baekeland patenta el procedimiento de obtención de una resina fabricada a partir de fenol y formaldehído que en su honor, recibió el nombre de baquelita. Su descubrimiento estimuló la búsqueda de otros plásticos y dio lugar a una industria que ha llegado a ser una de las diez mayores de EE.UU.

La verdadera naturaleza de los materiales plásticos fue descubierta en 1920, por el alemán Hermann Staudinger (Premio Nobel de Química en 1953) que demostró que estaban constituidos por grandes cadenas formadas por unidades moleculares, denominadas macromoléculas.

Poco tiempo después, entre 1929 y 1937, los estudios llevados a cabo por Wallace Hume Carothers sobre la polimerización dieron un nuevo impulso al conocimiento de los plásticos y su fabricación, se sintetizaron un gran número de ellos, entre los que cabe destacar el primer caucho sintético en 1930 y el nylon en 1937.

A partir de 1937, P. Flory (Premio Nobel en 1974) consigue incluir el estudio de los polímeros en donde se hacen las primeras menciones del PMMA (plástico acrílico) como una rama de la ciencia, gracias al establecimiento de sus bases teóricas y argumentaciones científicas.

Como puede verse, entre las dos guerras mundiales se produce un gran avance en el conocimiento de los materiales plásticos. Pero es al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando con el abaratamiento del petróleo y sus productos derivados, se origina un rápido crecimiento de sus aplicaciones.

En general, se trata de polímeros en forma de gránulos preparados para ser sometidos a distintos procesos de fabricación. Uno de los más conocidos es el polimetacrilato de metilo. Suele denominarse también con la abreviatura PMMA. Tiene buenas características mecánicas y se puede pulir con facilidad. Por esta razón, se utiliza para fabricar objetos de decoración. También se emplean como sustitutivo del vidrio para construir vitrinas, dada su resistencia a los golpes.

En su presentación traslucida o transparente se usa para fabricar letreros, paneles luminosos y gafas protectoras.

Otras aplicaciones del metacrilato las encontramos en ventanas, piezas de óptica, accesorios de baño, o muebles. También es muy práctico en la industria del automóvil. A partir del polvo plástico acrílico se fabrican aparatos sanitarios (bañeras, lavamanos, fregaderos).

Antiguamente se designaba comercial de plexiglás. Pero uno de los principales inconvenientes de este utilísimo es su elevado precio.

Dentro de los plásticos de ingeniería podemos encontrarlo como PoliMetilMetAcrilato, también conocido por sus siglas PMMA. Ha tenido su auge a nivel mundial por el grado de utilización del material. El acrílico se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos (*'pellets'* en inglés) o en láminas. Los gránulos son para el proceso de inyección o extrusión y las láminas para termoformado o para mecanizado.

Compite en cuanto a aplicaciones con otros plásticos como el policarbonato (PC) o el Poliestireno (PS), pero indudablemente el acrílico en cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado, es el mejor de los plásticos transparentes.

Por estas cualidades es utilizado en la industria del automóvil, iluminación, cosméticos, espectáculos, construcción y óptica, entre muchas otras. En el mundo de la medicina se utiliza la resina de polimetilmetacrilato para la fabricación de prótesis óseas y dentales y como aditivo en polvo en la formulación de muchas de las pastillas que podemos tomar por vía oral. En este caso actúa como retardante a la acción del medicamento para que esta sea progresiva.

En gránulos el acrílico es un material higroscópico, por lo cual es necesario secarlo antes de procesarlo.

Distinguiríamos el metacrilato como nombre común para las planchas o láminas de polimetilmetacrilato, siendo el nombre químico más genérico a todo tipo de elemento (no sólo láminas) formulado con este material (resinas, pastas, gránulos, adhesivos, emulsiones)

1.1.1.2 Nivel nacional

La industria plástica en Guatemala empezó a desarrollarse en 1948 al establecer el primer centro de distribución de bolsas plásticas, las cuales eran fabricadas en México. Este acontecimiento fue una novedad, ya que su precio era de 5 bolsas por un centavo. Empezó así una nueva etapa en la industria guatemalteca.

Así, lentamente el mercado ha ido creciendo, poco a poco se adentró mas respecto a la aplicación del plástico en el hogar fabricando así: vasos, platos, cubiertos, escurridores de platos, papeleros y cubetas.

Fue hasta en la década de los noventa que en Guatemala apareció el plástico acrílico como fuente de ingresos, comenzando con personas dedicadas al procesamiento y distribución del material.

La primera empresa que ha funcionado en Guatemala es METACRILSA, innovando en Guatemala el uso del plástico acrílico, con ventas de planchas o laminas que hasta hoy en día son comerciales.

A base de plástico acrílico se pueden realizar varios productos como lo son:

Anuncios publicitarios

Rótulos luminosos

Accesorios de belleza (uñas de acrílico)

Impermeabilizantes

Artesanía

Domos, entre otros.

En Guatemala la industrial del plástico ha ido evolucionando conforme el tiempo, ingresando empresas dedicadas a la producción de bienes que su

principal materia es el plástico acrílico, la tabla I muestra como ha ido evolucionando la industria del plástico acrílico en Guatemala:

Tabla I. Historia del plástico acrílico en Guatemala

Año	No. de empresas	Dedicadas a domos o sustitutos
1997	27	no hay dato
1998	27	no hay dato
1999	30	5
2000	35	7
2001	40	9
2002	42	11
2003	49	11
2004	49	15
2005	51	15
2006	51	18
2007	54	20

Fuente: INE- Instituto Nacional de Estadística

Así sucesivamente ha crecido el comercio del plástico acrílico en Guatemala, en donde representan la competencia de Talleres Polanco.

1.2 La empresa

1.2.1 Historia

Talleres Polanco es una empresa que proporciona una amplia gama de alternativas de domos y láminas de policarbonato para el techado traslucido que desde 1999 inició operaciones como distribuidor, haciendo uso del *outsourcing* (subcontratación) para la fabricación de los trabajos requeridos. En el año 2000, la empresa adquiere la tecnología necesaria para la fabricación de sus productos, y a partir de esa fecha se procura la mejora constante de ésta,

de manera que la producción sea más eficiente, limpia y de mejor calidad, combinando materiales de alta calidad con la experiencia de nuestro personal para brindarles a nuestros clientes productos que cumplan con sus expectativas y más.

1.2.2 Ubicación

Actualmente, la ubicación geográfica de la empresa se encuentra en la 7a Av. 23-54 Zona 12 Colonia la Reformita
Teléfonos: 2476- 9285
Telefax: 2432-3664

Entre avenida Petapa y Calzada Aguilar Batres, la figura 1 muestra la ubicación geográfica de la empresa.

Figura 1. Ubicación geográfica de Talleres Polanco



Fuente: Explorador Google Earth

1.2.3 Organización de la empresa

1.2.3.1 Funciones

Los trabajos realizados, en cada una de sus diferentes funciones, son de manera artesanal, con el propósito de darle a los productos el acabado que el cliente necesita, y así cumplir con sus respectivas expectativas. Además de las funciones de procesos, se enfatiza en el servicio, control de las obras realizadas en los diferentes edificios y locales propiedad de la empresa. Control y gestión de los presupuestos, plazos y ejecución de dichas obras. Control y supervisión de las contrataciones y del equipo de profesionales

1.2.3.2 Obligaciones

Parte de la política empresarial, la obligación principal de la empresa, es satisfacer las necesidades de la sociedad, asimismo con sus propios trabajadores, para lo cual se establece:

- ✓ Mantener planes preventivos contra posibles accidentes dentro de la empresa.
- ✓ Establecer normas de servicio al cliente.
- ✓ Cumplir con los requisitos que se especifican en la ley local.

1.2.3.3 Responsabilidades

La empresa está comprometida socialmente, ya que es participe de la responsabilidad en algunos de los efectos de la comunidad, por sus sistemas direccionales.

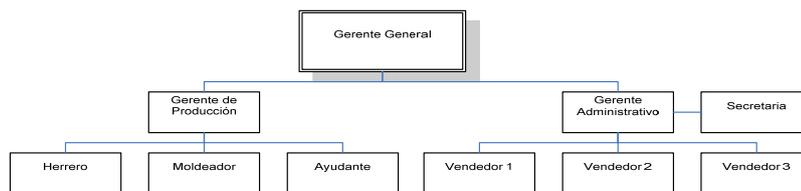
La empresa requiere de varias características, para cumplir con las responsabilidades sociales:

- ✓ Personas comprometidas que den lo mejor de sí mismo y que ayuden al crecimiento de la empresa.
- ✓ Personas que sepan trabajar en equipo y que se enfoquen a los objetivos de la organización, venciendo el egoísmo y evitando el conflicto en pro de la creación de un clima laboral sano.
- ✓ Personas inteligentes, creativas, proactivas y con agilidad mental que puedan dar soluciones, que decidan y aporten beneficios a los procesos, al sistema en general y por ende al resultado.
- ✓ Personas honradas, honestas y rectas en los que se pueda confiar.
- ✓ Personas serviciales orientados hacia el cliente y hacia la calidad total.
- ✓ Personas tolerantes, prudentes y pacientes que hagan gala de sus cualidades humanas a favor de la relación interna y externa.
- ✓ Personas participativas y alegres que pongan amor a lo que hacen.
- ✓ Personas concentradas y prudentes que eviten la accidentalidad, deterioros, pérdidas, las discordias, los reprocesos y la pérdida de clientes.
- ✓ Personas capaces de controlar sus emociones negativas.
- ✓ Personas con escrúpulo, nada violentas, sin vicios y manías que atenten con la integridad de sus compañeros, en su vida familiar y social.
- ✓ Personas disciplinadas y responsables que administren el tiempo, que generen buena imagen y que planifiquen en pro de la eficiencia.
- ✓ Personas que proyecten una grata impresión, por su apariencia, por sus modales, por el comportamiento y sus hábitos.
- ✓ Para cumplir con lo anterior también se requiere que la empresa trabaje en pro del bienestar de sus empleados.

1.2.3.4 Organigrama

Figura 2. Organigrama de la empresa

Talleres Polanco



Página 1

Fuente: Talleres Polanco

1.2.3.5 Perfil de los puestos

a. Gerente general:

- ✓ Toma de decisiones.
- ✓ Delegación de autoridad.
- ✓ Cumplimiento de todos los requisitos pedidos por la ley.
- ✓ Contratar todas las posiciones gerenciales, realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento y desarrollar metas a corto y largo plazo para cada departamento
- ✓ Planear y desarrollar metas a corto y largo plazo y objetivos anuales y entregar las proyecciones de dichas metas para la aprobación de los gerentes corporativos.
- ✓ Comunicarse semanalmente con los contralores/gerentes de oficina para revisar los pronósticos por departamento y asegurar la coherencia con la proyección anual.
- ✓ Poner atención a las operaciones diarias, haciendo recomendaciones y creando cursos de acción para hacer mejoras si es necesario.

- ✓ Explicar las políticas y procedimientos del concesionario a todos los empleados y hacer seguimiento para asegurar que estos temas han sido comprendidos y puestos en práctica.
- ✓ Supervisar los estados financieros mensuales para asegurar su cumplimiento, precisión y puntualidad en la entrega a los dueños o gerentes del concesionario.
- ✓ Coordinar con las oficinas administrativas para asegurar que los registros y sus análisis se están llevando correctamente.
- ✓ Mantener una actitud entusiasta para motivar a los empleados y mantenerles la moral bien alta.
- ✓ Supervisar y mantener planes de remuneración para todos los empleados.
- ✓ Crear programas de publicidad y estrategias promocionales para el concesionario.
- ✓ Enfocarse en cualquier reclamo de los clientes que los gerentes de departamento no han podido rectificar y tomar las acciones necesarias para resolver estos reclamos.

b. Gerente de producción:

- ✓ Control de tiempos de fabricación.
- ✓ Control de tiempos de entrega.
- ✓ Organización de tareas.
- ✓ Programación de instalación.
- ✓ Planificación
- ✓ Oficina técnica
- ✓ Métodos y tiempos
- ✓ Talleres
- ✓ Secciones productivas

- ✓ Administración de la producción
- ✓ Almacenes de materias primas
- ✓ Almacenes comerciales
- ✓ Almacenes de productos terminados
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Control de calidad

c. Herrero:

- ✓ Corte de piezas.
- ✓ Soldadura de piezas.
- ✓ Pintar estructura.
- ✓ Instalación de estructuras.

d. Moldeador:

- ✓ Recepción de especificaciones.
- ✓ Corte de madera para hacer molde.
- ✓ Armar moldes.
- ✓ Corte de Plástico.
- ✓ Moldear Plástico.
- ✓ Instalación de domo.

e. Ayudante:

- ✓ Limpieza de domos.
- ✓ Alcance de herramientas.
- ✓ Comprador de materiales de emergencia.
- ✓ Limpieza general (área de instalación, producto, herramientas).

- ✓ Desarmar moldes.
- ✓ Asistencia de instalación de domos.

1.2.4 Aspectos jurídicos

1.2.4.1 Legalización de la empresa

La empresa cuenta con todos los requisitos que la ley en Guatemala exige, siendo así constituida como empresa desde 1999 como lo muestra la historia, cuenta con el reconocimiento de ley y fomenta una política de ética y moral, al cumplimiento de leyes nacionales, para beneficio del país.

1.2.4.2 Jornadas de trabajo

La jornada de trabajo en la empresa “Talleres Polanco” está estipulada como:

- ✓ Jornada diurna ordinaria: se trabaja de lunes a viernes en horario de 8:00 de la mañana a 5:00 de la tarde. Los días sábado se trabaja únicamente 4 horas que comienza de 8:00 de la mañana a 12:00 del medio día.
- ✓ Cuando la empresa entra en trabajos que no se pueden cumplir dentro de ese lapso de tiempo se requiere de los trabajadores acudan días sábado por la tarde e inclusive días domingo, haciéndole su reajuste salarial respectivo. Igualmente cuando existen trabajos fuera del perímetro de la capital cuando hay necesidad de acudir a un lugar lejano de trabajo se requiere que los empleados pasen la(s) noche(s) necesaria(s) para el cumplimiento al cliente de sus necesidades.

1.2.4.3 Sueldos y salarios

Los salarios y sueldos que la empresa da a sus colaboradores suman un monto de Q32,900.00. A los empleados que ocupan puestos de vendedores se les atribuyen las siguientes diferencias:

- ✓ Si el vendedor comienza una venta y esta es negociada y terminada por él mismo, recibe una comisión del 10% de lo que la venta equivale en quetzales.
- ✓ Si el vendedor comienza una venta y esta es negociada y terminada por otros agentes de la empresa su comisión será del 5% de lo que la venta equivale en quetzales.

Todos los trabajadores, pueden realizar horas extras, pero si en realidad son necesarias, por las cuales la empresa las valoriza a un valor de 1.5 de la hora normal, así como lo manda la ley guatemalteca.

1.2.4.4 Prestaciones

La tabla II muestra las prestaciones que la empresa brinda a sus trabajadores:

Tabla II. Prestaciones laborales

Prestacion	Porcentaje
Bono 14	100%
Aguinaldo	100%
IGSS	4.83%
IRTRA	1%
INTECAP	1%
CUOTA PATRONAL	10.83%

Fuente: Creación propia del autor.

1.2.4.5 Incentivos

Bonos de producción.

Viáticos cuando se requiere servicios extras de los empleados.

1.3 Control de calidad

1.3.1 Definición

Proceso seguido por una empresa de negocios para asegurarse que sus productos o servicios cumplen con los requisitos mínimos de calidad establecidos por la propia empresa. Con la política de gestión (administración) de calidad óptima (GCO) toda la organización y actividad de la empresa está sometida a un estricto control de calidad, ya sea de los procesos productivos como de los productos finales. En el caso de producción de bienes, la GCO implica que tanto el diseño, como la producción y la venta, la calidad de los materiales utilizados y los procesos seguidos se ajustan a unos patrones de calidad establecidos con antelación. La exigencia de una mayor o menor calidad depende de muchos factores. Cuanto mayor es la vida del producto, menores serán las ventas, porque los consumidores no tendrán que volver a comprarlo; esto hace que, conscientemente, la calidad, en muchas ocasiones, no se maximice.

La importancia otorgada durante los últimos años al control de calidad es una respuesta a la competencia japonesa basada en la calidad. Sin embargo, fue un asesor económico estadounidense, W. Edwards Deming, el que señaló que "el consumidor es la parte más importante de la línea productiva", y el que enseñó a los japoneses los distintos métodos de control de calidad. Otro economista estadounidense, Joseph Juran, desempeñó un papel crucial a la hora de promocionar la idea de vigilar la calidad y crear métodos de control. Entre los

pasos que estableció para controlar la calidad destacan: la importancia de fomentar la idea de la necesidad de un control férreo de la calidad; la búsqueda de métodos de mejora; el establecimiento de objetivos de calidad y la aplicación de todo tipo de medidas y cambios para poder alcanzar estas metas; la necesidad de comprometer a los trabajadores en la obtención de una mayor calidad mediante programas de formación profesional, comunicación y aprendizaje, así como la revisión de los sistemas y procesos productivos para poder mantener el nivel de calidad alcanzado.

El entusiasmo creado en torno a la idea de una GCO durante la década de 1980 tuvo como primer efecto el que las empresas incluyeran entre sus objetivos prioritarios el control de calidad. A medio plazo, ha conseguido eliminar el liderazgo exclusivo en calidad de las empresas japonesas. Es posible que los esfuerzos para aumentar la calidad en una empresa sean incompatibles con otros objetivos, a medida que las compañías contrastan el objetivo de máxima calidad con otras metas: por ejemplo, la necesidad de reducir costos.

1.3.2 Importancia

La importancia otorgada durante los últimos años al control de calidad es una respuesta a la competencia japonesa basada en la calidad. Sin embargo, fue un asesor económico estadounidense, W. Edwards Deming, el que señaló que "el consumidor es la parte más importante de la línea productiva", y el que enseñó a los japoneses los distintos métodos de control de calidad. Otro economista estadounidense, Joseph Juran, desempeñó un papel crucial a la hora de promocionar la idea de vigilar la calidad y crear métodos de control. Entre los pasos que estableció para controlar la calidad destacan: la importancia de fomentar la idea de la necesidad de un control férreo de la calidad; la búsqueda de métodos de mejora; el establecimiento de objetivos de calidad y la aplicación

de todo tipo de medidas y cambios para poder alcanzar estas metas; la necesidad de comprometer a los trabajadores en la obtención de una mayor calidad mediante programas de formación profesional, comunicación y aprendizaje, así como la revisión de los sistemas y procesos productivos para poder mantener el nivel de calidad alcanzado.

El entusiasmo creado en torno a la idea de una GCO durante la década de 1980 tuvo como primer efecto, el que las empresas incluyeran entre sus objetivos prioritarios el control de calidad. A medio plazo, ha conseguido eliminar el liderazgo exclusivo en calidad de las empresas japonesas. Es posible que los esfuerzos para aumentar la calidad en una empresa sean incompatibles con otros objetivos, a medida que las compañías contrastan el objetivo de máxima calidad con otras metas: por ejemplo, la necesidad de reducir costes.

1.3.3 Objetivos

1.3.3.1 General

La calidad lleva en sí el objetivo principal de satisfacer y sobrepasar las expectativas que un cliente tiene sobre cierto producto, por lo cual en los últimos tiempos las compañías se han tomado muchas medidas para mejorar sus bienes y/o servicios producidos y así competir en un alto grado en el mundo financiero por una posición de respeto.

1.3.3.2 Específicos

- ✓ **Cumplir exigencias del cliente:** El cliente que enfrentamos en el mercado es un cliente evolucionado, más informado, más atento y racional en sus elecciones, por lo que es un consumidor más exigente.

Ese cliente no está dispuesto a tolerar la falta de calidad, el mal servicio y no acepta excusas. La calidad representa la única forma de no ir a la zaga de las exigencias del cliente sino, por el contrario, de suscitar continuamente su curiosidad, de captar sus exigencias y de aumentar permanentemente su satisfacción.

- ✓ **Rentabilidad:** La calidad es una fuente de riquezas. Solo las empresas que se caracterizan por la calidad de sus productos y de sus servicios sobreviven en el mercado, alcanzan notoriedad y prosperan.
- ✓ **Mejoramiento de moral de personal:** Donde la calidad es escasa, es fácil que se produzcan frustraciones, conflictividad y confusión. Se generan pérdidas de tiempo, mucho trabajo y escasas satisfacciones, lo que a la larga conduce a la pérdida de competitividad, pérdidas de personal, etc., pretende revalorizar el papel del hombre en la empresa y hacer aflorar los ilimitados recursos que posee cada ser humano.
- ✓ **Eficiencia:** es decir, la capacidad de saber gestionar por prioridades los objetivos a través de enfoques y formas organizativas minimizando la mala utilización de recursos.
- ✓ **Compromiso de la empresa:** Dicha participación se expresa en recolección y análisis de datos, generación y discusión de ideas, entre muchos otros aspectos. Requiere de la participación de todos sus integrantes, esto implica trabajo en equipo, participación de alta gerencia, etc.

1.4 Aspectos económicos de la calidad

1.4.1 Costo

Es el valor de adquisición o producción correspondiente a una cosa o servicio, el costo está relacionado con el precio que determinará el valor de un producto.

1.4.2 Valor

Grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite.

1.4.3 Equilibrio costo – valor

Cualidad de las cosas, en virtud de la cual se da por poseerlas cierta suma de dinero o equivalente.

1.4.4 Calidad de diseño

La calidad está incorporada al diseño cuando el producto o servicio diseñado cumple las necesidades y expectativas de todas las partes involucradas en el proceso que cumple las etapas desde entrada de materia prima hasta la entrega al cliente.

La calidad del diseño depende de:

- ✓ Calidad de la investigación del mercado. Hasta qué grado fueron identificadas las necesidades de los usuarios.
- ✓ Calidad de la concepción, o sea, la medida con que la concepción del diseño corresponde a las necesidades de los usuarios.
- ✓ Calidad de la especificación. La proporción en que las especificaciones consiguen reflejar la idea contenida en el diseño.

1.4.5 Calidad de conformidad

En el grado en que un producto determinado se adapta a un diseño o especificación. La calidad de conformidad es el resultado de diversas variables tales como: planificación de la producción, procesos de fabricación, máquinas, herramientas, supervisión, mano de obra, etc.

1.4.6 Distinción calidad de diseño – conformidad

La diferencia radica en que la calidad de diseño es si el producto físico presenta las características requeridas de ergonomía, en tanto la calidad de conformidad determina el grado de utilidad que el objeto tiene para cubrir las necesidades por las cuales dicho objeto se ha adquirido.

1.4.6.1 Relaciones de costos de calidad

Se entiende por costos de calidad al dinero destinado para obtener la calidad requerida. La calidad requerida no se consigue por casualidad ni accidentalmente, sino que todo debe ser planeado en actividades, medido y garantizado. Esas actividades planificadas cuestan dinero y abarcan la mayoría de las áreas tales como marketing, proyectos, diseño, compras, producción y asistencia técnica.

El objetivo fundamental de un sistema de costos de calidad, es garantizar que la fabricación de un producto dado, cumpla satisfactoriamente con los requisitos preestablecidos del cliente y la sociedad, con el mínimo costo, contribuyendo así a maximizar los beneficios de una empresa.

1.4.6.1.1 Costo - Calidad de diseño

Mientras mejor calidad presente el objeto en su diseño, mas se acopla a su modo de utilización, entonces el precio que se paga por adquirir el producto se vuelve en un segundo grado de importancia.

1.4.6.1.2 Costo - Calidad de conformidad

No siempre lo más costoso es lo que mejor cubre las necesidades de los clientes, en cambio un producto en el cual no se tiene que invertir tanto dinero si puede satisfacerlas y superarlas, queda en adquirir productos de confianza que llenen las expectativas del cliente.

1.4.7 Costos de la calidad

El costo de la calidad tiene la siguiente estructura:

- ✓ Costo de prevención
- ✓ Costo de evaluación o costos propios
- ✓ Pérdidas internas
- ✓ Pérdidas externas

- ✓ **Los costos de prevención y evaluación** son en realidad inversiones pues generan beneficio.
- ✓ **Costo de prevención:** Es el costo de todas las actividades y medidas tendientes a prevenir fallas o problemas.
- ✓ **Costo de evaluación:** Es el costo de los ensayos, inspecciones o auditorías para evaluar si la calidad especificada es lograda y mantenida.
- ✓ **Pérdidas internas:** Son los costos resultantes de ineficiencias o de un producto que no logra cumplir con los requisitos de calidad, previo a su entrega al cliente.

- ✓ **Pérdidas externas:** Son los costos resultantes de un producto o servicio que logra cumplir con los requisitos de calidad, luego de ser adquirido por el cliente.

1.5 Control estadístico de calidad

Es una filosofía de la optimización referida a mejoras de proceso continuas, usando una colección de las herramientas (estadísticas) para:

- ✓ Datos y análisis del proceso.
- ✓ Fabricación de inferencias sobre comportamiento de proceso.
- ✓ Toma de decisión
- ✓ El proceso estadístico es un componente dominante de las iniciativas totales de la calidad

También se enfatiza en búsquedas del proceso estadístico para maximizar beneficios tales como:

- ✓ Mejorar calidad del producto
- ✓ Mejorar productividad
- ✓ Aerodinamizar proceso
- ✓ Reducción de desechos
- ✓ Reducción de emisiones
- ✓ Mejorar servicio de cliente, etc.

1.6 Control estadístico de proceso

1.6.1 Aspectos generales

Para todo proceso estadístico, se utilizan varias herramientas entre las cuales se pueden mencionar:

- ✓ Organigramas
- ✓ Gráficas de funcionamiento
- ✓ Gráfica y análisis de Pareto
- ✓ Diagramas de causa-efecto
- ✓ Histogramas de la frecuencia
- ✓ Gráficas de control
- ✓ Estudios de la capacidad de proceso
- ✓ Planes de muestreo de aceptación
- ✓ Diagramas de dispersión

Cada herramienta de control estadístico de calidad es simple poner en ejecución, se utilizan generalmente para complementarse, más bien que se emplean como técnicas independientes, por motivos de aplicación al presente documento solo se analizarán las siguientes herramientas:

1.6.2 Gráficos de control

Se utilizan para detectar si un proceso es estadístico estable. Las gráficas de control distinguen entre las variaciones que se pudieran producir en cualquier punto de un proceso de producción, entre las cuales, las más comunes son causa de:

- ✓ Un operador que no cumpla su trabajo como lo requiere el proceso.
- ✓ Máquinas mal calibradas.

Los gráficos de control que se consideran dentro de este documento son:

1.6.2.1 Por variables

Son gráficos, basados en la observación de la variación de características medibles del producto o del servicio, dichos gráficos presentan la siguiente secuencia:

- ✓ Elegir variable a controlar.
- ✓ Elegir metodología de medida.
- ✓ Elegir tipo de grafico a utilizar (X, R, X/R).
- ✓ Definir límites de control.
- ✓ Decidir tamaño de muestra.
- ✓ Elegir frecuencia del muestreo.
- ✓ Diseñar sistema de recolección de datos.
- ✓ Calcular parámetros estadísticos.
- ✓ Trazar gráfico.
- ✓ Analizar resultados.
- ✓ Ejecutar.

1.6.2.2 Por atributos

Gráficos basados en la observación de presencia o ausencia de una determinada característica, o de cualquier tipo de defecto en el producto, servicio o proceso en estudio.

Presenta la siguiente secuencia:

- ✓ Elegir atributo a controlar
- ✓ Tomar muestras de tamaño fijo a intervalos regulares de tiempo.
- ✓ Elegir tipo de grafico que se utilizara.
- ✓ Calcular parámetros estadísticos.
- ✓ Representar gráficamente datos.
- ✓ Analizar resultados.
- ✓ Ejecutar.

1.7 Muestreo de aceptación

La inspección de materias primas, productos semiterminados o productos terminados es parte importante del aseguramiento de la calidad. Cuando el propósito de la inspección es la aceptación o el rechazo de un producto, con base en la conformidad respecto a un estándar, el tipo de procedimiento de inspección que se utiliza se llama normalmente muestreo por aceptación. Existen dos tipos de muestreo que se muestran a continuación:

1.7.1 Simple

Un plan de muestreo simple es un procedimiento en el que se toma una muestra aleatoria de “n” unidades del lote para su estudio y se determina el destino de todo el lote con base en la información contenida en la muestra.

Consiste en extraer una muestra aleatoria de n unidades de una corrida o lote original e inspeccionarla sobre las bases de aceptación o rechazo para encontrar “c” o menos unidades defectuosas. La curva característica de operación demuestra la bondad con que funciona el programa de muestreo. En esta curva se representan las probabilidades de aceptación, “Pa”, contra la proporción de unidades “p”, supuesta para los lotes de entrada. Dichas

proporciones y los riesgos de aceptación o rechazo que implican se deducen de la naturaleza de la curva CO y con ello se determina el programa de muestreo simple que cubre las especificaciones deseadas.

1.7.2 Doble

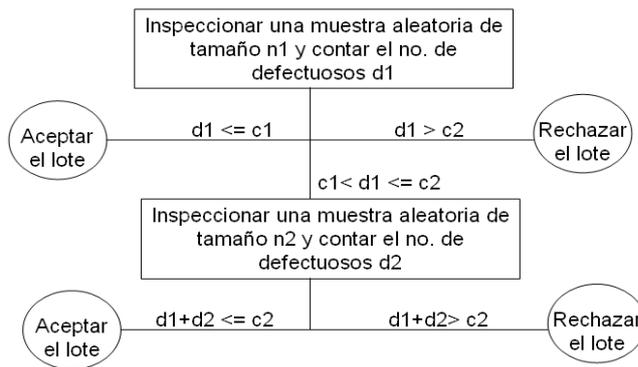
Un plan de muestro doble tiene dos fases. En la primera fase se selecciona una muestra inicial y se toma una decisión basada en la información de esta muestra. Esta decisión puede llevar a tres alternativas: aceptar el lote, rechazar el lote o tomar una segunda muestra. Si se toma esta última estamos ante la segunda fase, y se combina la información de ambas muestras para decidir sobre la aceptación o el rechazo del lote.

- ✓ **Etapa 1.** Para un determinado riesgo del productor y del consumidor, encuéntrase el programa de muestreo adecuado.
- ✓ **Etapa 2.** Selecciónese cualquier valor de $c_2 > c_1$ del programa de muestreo simple.
- ✓ **Etapa 3.** Selecciónese cualquier valor de c_1 de tal manera que $0 < c_1 < c$.
- ✓ **Etapa 4.** Con base en el valor seleccionado de c_1 , encuentre n_1 de tal manera que n_1 multiplicado por el NAC de cómo resultado una probabilidad menor (pero cercana) a $1.0 - RP$, y el producto de n_1 por el PDTL de cómo resultado una probabilidad menor (pero cercana) a RC .
- ✓ **Etapa 5.** Seleccione n_2 de tal manera que se satisfagan diferencias entre la probabilidad n_1 (NAC) y $1.0 - RP$ y entre la probabilidad n_1 (PDTL) y RC .

Al momento de utilizar el sistema de muestreo doble se estará recurriendo a tener una fuente mas exacta de cómo la calidad se presenta dentro del material de consumo, la cual tiene repercusiones en el producto final, ya sea positivas o

negativas. La figura 3, muestra la técnica del muestreo doble aplicado a un producto “x” en particular:

Figura 3. Proceso de muestreo doble



Fuente: www.webdelprofesor.ula.ve/forestal/mariaq/direccion_op_files/clases/tema8II

1.8 Tamaño de la muestra

En el plan de muestreo simple se establece un “n” número de muestras, que sean significativas para brindar resultados confiables en la decisión final, en cambio en el muestreo doble se procede a evaluar si existen posibilidades para aceptar o no después de primeras pruebas propuestas.

1.9 Inspección

Analizar o estudiar todos los factores intervinientes en un proceso, para conseguir estabilizarlo y si es caso mejorarlo, para ganar en productividad y en competitividad, entendiendo ésta mejora en los ámbitos de producto (materiales), acciones (tiempo), ergonomía y prevención de la salud y calidad de proceso. Obteniendo, una mejora en la capacidad de producción, una reducción de costos, un servicio mejor a cliente (calidad y tiempo de respuesta) o unas funcionalidades mejores en el producto.

1.9.1 Formas

Existen dos formas de inspección:

- ✓ Inspección del producto al final del proceso
- ✓ Inspección para controlar el proceso.

La primera no contribuye a la disminución de costos de reprocesos, retrabajos, desperdicios, etc.

Para lograr el control del proceso, se debe controlar:

- ✓ Variables del proceso.
- ✓ Características del producto.
- ✓ Relaciones entre características del producto y variables del proceso.

Para controlar las características del producto debe:

- ✓ Determinarse o listarse las características del producto de acuerdo al requerimiento del cliente.
- ✓ Determinar cuáles son las características necesarias de evaluar.

Para la segunda, se establece lo que se denomina control, que es la función fundamental de la ingeniería, cuyo mayor propósito es medir, evaluar y corregir las operaciones del proceso, máquina o sistema bajo condiciones dinámicas para lograr los objetivos deseados dentro de las especificaciones de costo y seguridad.

1.9.2 Criterios de cambio

Los cambios equivalen a cambio de decisiones tomadas con anterioridad, cuando un objeto no cumple con las especificaciones o los requerimientos que se esperaban de él.

Cada material a ingresar dentro de la empresa, ya sea para uso específico del proceso de producción o no, debe de tener como mínimo, los componentes que le den el valor al producto que se está fabricando, cabe mencionar que ningún material es entregado con un 100% de cumplimiento de especificaciones requeridas, para lo cual se establecen normas de aceptación de dichos insumos, y procedimientos para la recepción de los mismos.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA

2.1 Descripción de materia prima utilizada

- ✓ **Plástico Acrílico:** plástico industrial, que se vuelve moldeable a temperaturas altas, durante un lapso de tiempo, el cual es el principal producto para la fabricación de los domos. Este presenta características de estiramiento las cuales son sus cualidades más necesarias para el proceso de los domos.
- ✓ **Pegamento especial (para evitar filtraciones):** se usa cuando se penetra el domo con tornillos, este pegamento sirve para que no existan filtraciones de agua en los agujeros que quedan como consecuencia de atornillar, entonces este hace el trabajo de un tapa goteras.
- ✓ **Cerraduras:** si son necesarias en las bases de metal que también son opcionales.
- ✓ **Tornillos:** sirven para unir los domos ya sea con su destino o con otros de la misma clase, tienden a ser de un tamaño según el grosor del plástico del domo, lo que se busca es seguridad en su aplicación.
- ✓ **Hierro (para bases):** solamente si se necesitan, se hacen las bases de metal para los domos. Se utilizan cuando el tamaño del domo no alcanza cubrir, o no sienta bien en el lugar indicado y solamente se quiere tener

una especie de domo, esto es para poder ubicarlo en áreas que no son aptas para el mismo.

- ✓ **Talco Industrial:** utilizado en el proceso del calentamiento del plástico, sirve como separador entre el horno y el plástico expuesto al metal caliente, y también para proteger al mismo horno.
- ✓ **Pintura:** cuando se es necesario colocar bases de metal para colocación de domos, se tiene que hacer uso de pintura para darle color a dichas bases de metal, esto se hace a base de spray.

2.1.1 Proveedores

La tabla III muestra los principales proveedores de suministros para la empresa:

Tabla III. Muestra los principales proveedores de Talleres Polanco.

No.	Nombre	Producto	Uso	Ventajas	Desventajas
1	METACRILSA	Plástico	Materia prima para domo	Distribuidor nacional Tiempo de entrega Credito	Precio elevado (internacional) No uniformidad Faltante de existencias
2	Neon Nieto	Lámina de policarbonato	Complemento en instalacion de domos	Distribuidor nacional Tiempo de entrega Credito Precio bajo (nacional)	No uniformidad Servicio post-venta
3	TIMESA	Materiales de carpintería	Moldes para domos	Distribuidor nacional Calidad Precio bajo (nacional)	Tiempo de entrega Servicio post-venta
4	MULTIPERFILES, S.A.	Hierro	Estructuras metalicas	Tiempo de entrega Precio bajo (nacional) Distribuidor nacional	Servicio post-venta
5	Corporacion S.L.I.	Silicón	Uniones de domos con estructura metalica	Calidad Distribuidor nacional Precio bajo (nacional)	Tiempo de entrega Servicio post-venta
6	Plastiglas de México, S.A. De C.V.	Plástico	Materia prima para domo	Precio bajo (internacional) Diversidad Calidad	Lejanía para reclamos

Fuente: creación propia del autor

2.2 Productos

2.2.1 Domos

Cúpulas que se utilizan para cubrir un espacio de planta en el techo de los edificios de cualquier índole, puede ser circular, poligonal, cuadrada, rectangular, etc., puede variar en sus formas como se adecue más a las necesidades del cliente, en Talleres Polanco se fabrican los domos que a continuación se mencionan y se muestran en la siguiente figura:

Figura 4. Tipos de domos

Tipo de domo	Fotografía
Burbuja	
Arco Cañón	
Piramidal	

Fuente: creación propia del autor

2.2.1.1 Burbuja

Como su nombre lo indica la forma de dicho domo es de burbuja, con base de figuras geométricas o irregulares según las necesidades y/o especificaciones del cliente.

Esta clase de domo tiene una restricción, la cual dicta que no es recomendable elaborar domos mayores de 1.80 m por 2.40 m, dichas dimensiones producen fragilidad en el producto terminado.

Si el cliente necesita domos con dimensiones mayores, se tiene la necesidad de construir estructuras metálicas que sirven de soporte para dichas dimensiones.

2.2.1.2 Arco cañón

En forma de bóvedas que en la parte superior presentan características similares a medio cilindro, montado sobre canaletas de metal, en donde el tamaño del área no es importante al no presentar ninguna restricción de tamaño máximo, pero por razones estéticas, no se recomienda poner éste tipo de domos en áreas menores de 1 m².

2.2.1.3 Piramidal

De base cuadrada o rectangular de donde sale una forma de pirámide, que es de donde proviene su nombre. Estos domos presentan la misma restricción de tamaño que los de tipo burbuja, por las mismas razones y se procede a realizar la misma operación que se ha mencionado anteriormente.

2.3 Tecnología disponible

2.3.1 Maquinaria y equipo

2.3.1.1 Horno

El horno industrial utilizado en el proceso de fabricación consta de paredes de metal zinc y la forma en que se le adhiere el calor es por medio de resistencias las cuales están ubicadas de forma que el calor se haga uniforme dentro del área en donde el plástico es sometido a las altas temperaturas para poder moldearlo. La forma en que funciona dicho horno es alimentándose con energía eléctrica con corriente alterna.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Resistencias hechas de alambre de tungsteno.
- ✓ Cubierta de acero.
- ✓ Funciona con corriente AC 220
- ✓ Las dimensiones son:
 - Altura 1.30 m
 - Ancho 2.88 m
 - Largo 2.69 m

2.3.1.2 Ventiladores

La clase de ventilador que se utiliza es de tipo doméstico, está conectado a corriente alterna, se utiliza para dar al plástico caliente el proceso de enfriado para mantener la forma que es requerida.

ESPECIFICACIONES:

- ✓ Funciona con corriente AC 120 V
- ✓ Corriente 1.30 A
- ✓ 1000 RPM
- ✓ Potencia 1/8 Hp

2.3.1.3 Compresor

Se utiliza para inflar el plástico ya calentado y en su estado moldeable, hasta que el domo llegue a una altura de 30 cm. (altura promedio de los domos) que es la medida estándar de un domo terminado.

Tiene las siguientes especificaciones:

- ✓ Capacidad de 60 galones
- ✓ Cinco caballos de fuerza (5 hp)
- ✓ Monofásico 110-220voltios
- ✓ Presión de servicio de 125 libras

2.3.1.4 Moldeadora

Los moldes son hechos a mano, para cada tipo de domo, según las especificaciones del cliente, se utilizan, madera, clavos, cinta métrica.

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Altura 1.30 m
- ✓ Ancho 2.88 m
- ✓ Largo 2.45 m

- ✓ Estructura de madera
- ✓ Rieles de sujeción de plásticos de metal.

2.3.1.5 Spray de pintura a presión

A continuación se mencionan los implementos que se utilizan para la utilización de dicho equipo.

- ✓ Pistolas de alta presión
- ✓ Mangueras para aire y pintura (según presión)
- ✓ Depósitos de pintura.
- ✓ Pintura
- ✓ Thinner

Todo lo descrito anteriormente, es utilizado para pintar rápidamente la estructura metálica, que es la base del domo.

2.3.1.6 Prensa

Máquina herramienta utilizada para formar o deformar pedazos de metal, o tubos para la construcción de las estructuras metálicas que se acompañan a los domos de mayor tamaño.

2.3.1.7 Soldadora

La soldadora que se utiliza actualmente lleva las especificaciones que se mencionan a continuación:

- ✓ Soldadora de arco eléctrico.
- ✓ Tipo MIG
- ✓ Microalambre 045

- ✓ 240 Voltios
- ✓ 225 Amperios
- ✓ Monofásica
- ✓ Transformador reductor compartido.

Se usa fundamentalmente para unir las partes de la estructura metálica que se utiliza en algunos de los modelos de domos.

HERRAMIENTAS DE BANCO

- ✓ **Martillo:** terminar ensambles en madera por medio de clavos, este es utilizado en los moldes de madera.
- ✓ **Sierra:** Cortes en las estructuras metálicas.
- ✓ **Cinzel:** Acabados en estructuras de madera.
- ✓ **Tijeras** industriales: Corte de láminas para evitar filtraciones en la instalación de domos.
- ✓ **Cuchillas:** corte de plástico según el tamaño del molde.
- ✓ **Destornilladores:** ajuste de tornillos en las estructuras metálicas e instalación de los domos que así lo requiera.

2.3.2 Utilización de la maquinaria

Todo equipo con el que cuenta la empresa es utilizado de manera artesanal, no esta automatizado, excepto algunas partes que se ha intentado mecanizar para hacer mas ágil el proceso de producción de los domos.

2.3.3 Mantenimiento de la maquinaria

La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento de maquinaria, únicamente se hacen reparaciones cuando son necesarias, lo cual conlleva el mantenimiento correctivo.

2.4 Demanda y oferta

2.4.1 Demanda

La demanda se considera a partir de las divisiones que se presentan a continuación:

2.4.1.1 Clientes

2.4.1.1.1 Individuales

Personas no dedicadas a la construcción en si, pero que hacen funciones como:

- ✓ Construcción de su propio hogar.
- ✓ Reparación de lugares propios en techos.
- ✓ Implementación en lugares de vivienda personal.
- ✓ Elaboración de Jardines en su propia casa.

2.4.1.1.2 Jurídicos

Empresas dedicadas a la construcción, entre los cuales se mencionan:

- ✓ Desarrollo Total
- ✓ Inmobiliaria Internacional
- ✓ Generadora de Proyectos
- ✓ Procónsul S.A.
- ✓ 66 Construction Corporation S. A.
- ✓ Constructora M&M
- ✓ Plásticos Arquitectónicos S. A. (Neon Nieto)
- ✓ Celco de Guatemala S. A.

- ✓ Hotel Radison Guatemala
- ✓ Schenker S. A.
- ✓ SIGNOS S. A.
- ✓ Superintendencia de Bancos
- ✓ Municipalidad Fray Bartolomé de Las Casas Alta Verapaz
- ✓ MARSA

2.4.1.1.3 Potenciales

Pueden ser jurídicos o individuales. Toda empresa que se dedique a la industria de la construcción o en su defecto cualquier persona que quiera implementar o corregir ciertas partes de su construcción en el techo de su propio hogar, lugar de trabajo, etc.

Actualmente se tiene un 2% de participación en el mercado, la población meta de la empresa son las constructoras que aparecen en el directorio telefónico local, en donde se encuentran 158 constructoras, teniendo como clientes únicamente tres de ellas, y de estas tres se tiene solamente una como cliente fijo, la figura 5 muestra el poder de mercado que se tiene en el ámbito nacional:

Figura 5. Participación de mercado de la empresa.



Fuente: propietarios Talleres Polanco

2.4.2 Oferta

2.4.2.1 Competidores

Los principales competidores para Talleres Polanco, que participan en dicho segmento del mercado son los siguientes:

- ✓ Domos Acrílicos
- ✓ Acri Anuncios
- ✓ Construplastic
- ✓ Domos belleza
- ✓ Domos ilumiflex
- ✓ Domos + Metal
- ✓ Domos Nacionales, Ltda.
- ✓ DOMOSA
- ✓ Fabrica Plexicolor, s.a.
- ✓ Gravoplexi
- ✓ Multiacrilicos el Shaddai
- ✓ Multiacrylic, S.A.
- ✓ Publidomos

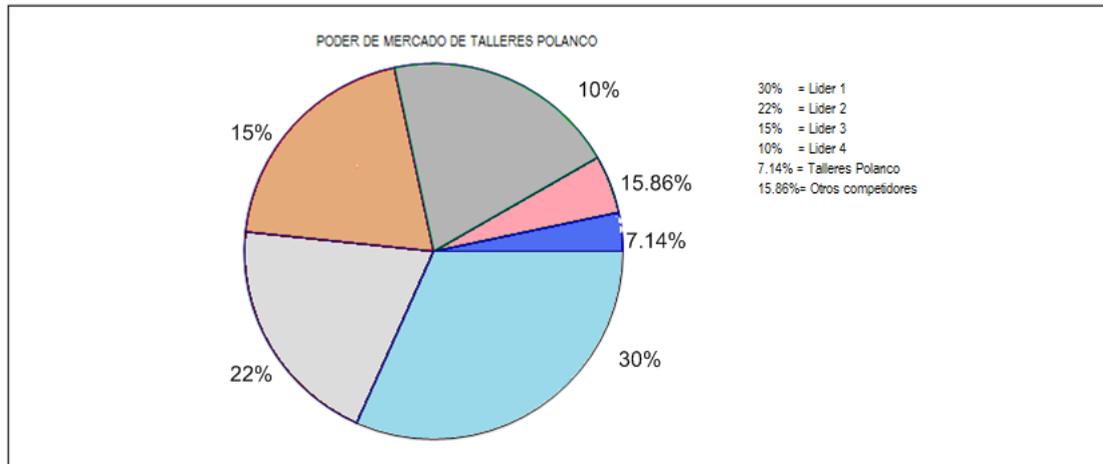
Los competidores de Talleres Polanco, han ido evolucionando con respecto del tiempo, son empresas más antiguas que abarcan un porcentaje de mercado mayor, en donde la participación de mercado de la empresa se encuentra en un 7.14% como se muestra en la tabla IV:

Tabla IV. Participación de mercado

PARTICIPACIÓN DE MERCADO	
TOTAL DE COMPETENCIA	14
% DE PARTICIPACION DE MERCADO	7.14

Fuente: creación propia del autor.

Figura 6. Poder de mercado de la empresa.



Fuente: propietarios Talleres Polanco

2.4.2.2 Comparación parámetros de calidad

Para la comparación de parámetros de calidad se han elegido tres puntos críticos en el producto instalado, dichos puntos se han evaluado y hecho un promedio de puntos ponderados comparados con los puntos ponderados de Talleres Polanco, los puntos se mencionan a continuación:

- ✓ Filtraciones
- ✓ Flujo luminoso
- ✓ Acoplamiento al área de descanso

Tabla V. Ponderación de los puntos evaluados:

No	Punto	Talleres Polanco	Otros (promedio)
1	Filtraciones	8	7
2	Flujo luminoso	8	8
3	Acoplamiento a area de descanso	9	8

Fuente: Comparación entre trabajos realizados por las diferentes compañías

Cabe mencionar que cada punto se ha evaluado de 1 a 10 y se han realizado inspecciones de varios domos instalados, con lo cual se llega a la conclusión de que se cuenta con un servicio con calidad superior a la competencia.

2.4.2.3 Productos

Los productos que la competencia ofrece son de similares condiciones a las características de Talleres Polanco, como lo son:

- ✓ Domos tipo burbuja.
- ✓ Piramidales
- ✓ Arco Cañón

2.4.2.4 Precios

Para esta sección se ha establecido un precio promedio de la competencia, esto con el fin de no dañar, ni afectar la integridad de las empresas en estudio, la tabla VI muestra el precio de la competencia comparada con Talleres Polanco:

Tabla VI. Precios de competencia y precios de Talleres Polanco.

	Talleres Polanco	Empresa lider 1	Empresa lider 2	Empresa lider 3	Empresa lider 4	Otros competidores
Precios por metro cuadrado	Q550.00	Q578.00	Q576.00	Q565.00	Q590.00	Q594.00

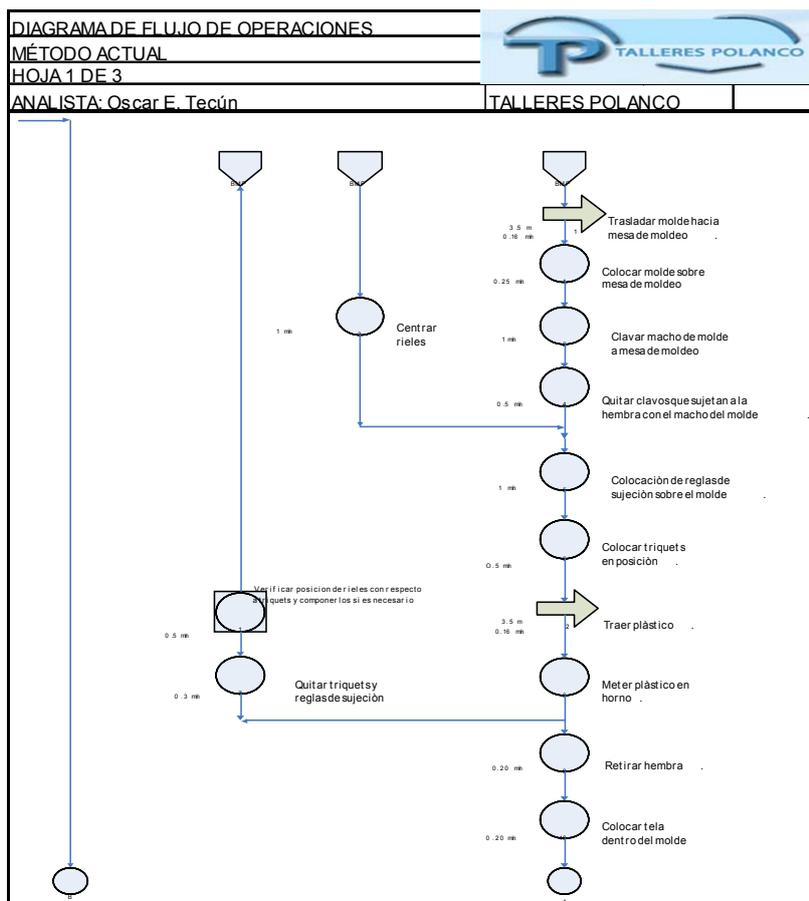
Fuente: Recopilación de cotizaciones de diferentes empresas.

2.5 Diagrama de flujo de operaciones

2.5.1 Domos

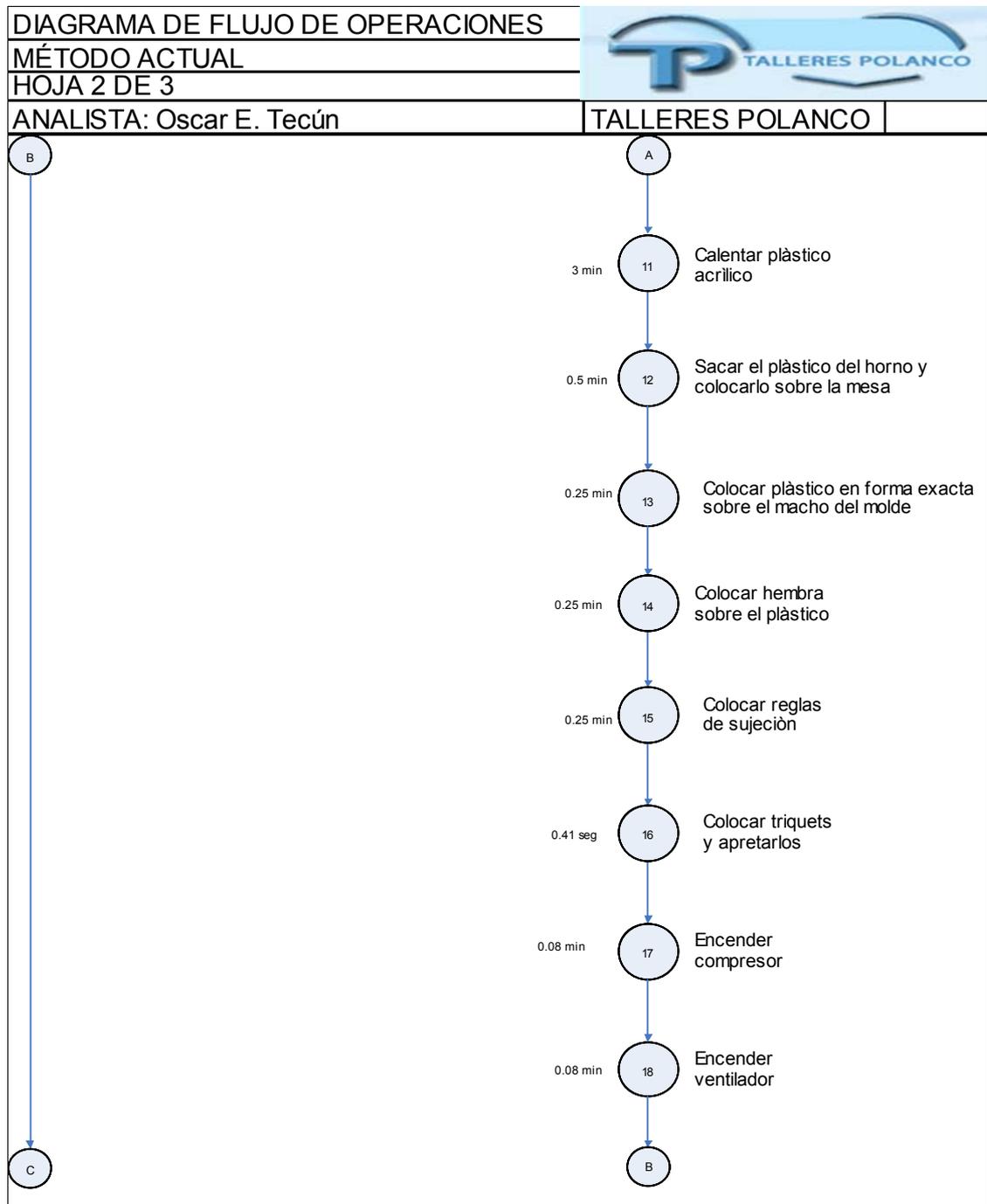
A continuación se presenta el diagrama de flujo de proceso de operaciones de los domos; cabe mencionar que para todos los tipos y formas de domos se siguen las mismas directrices, por lo tanto, se especifica cada una de las actividades realizadas para dicho proceso, teniendo en cuenta cada movimiento que se realiza en la producción del domo.

Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones 1/3



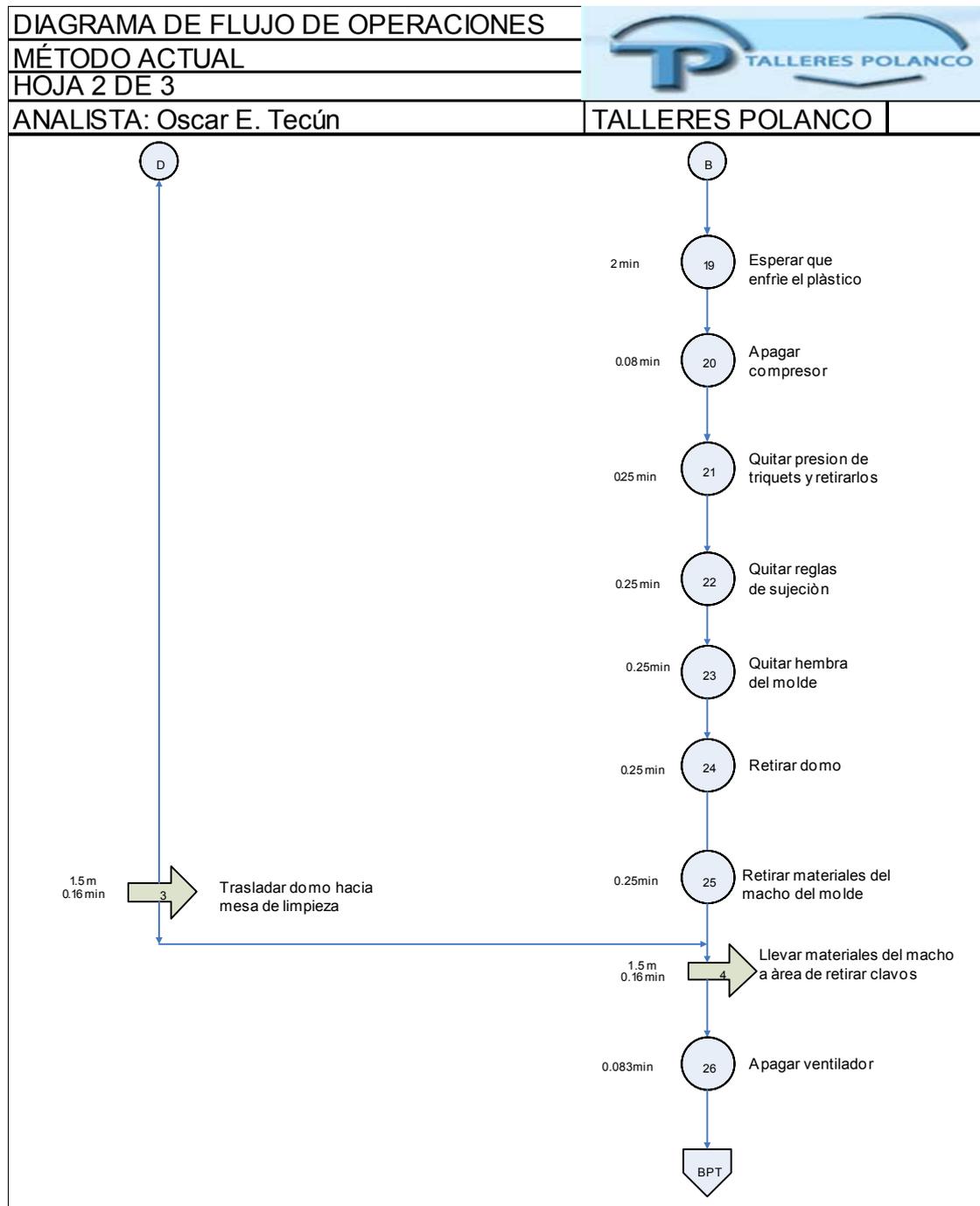
Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

Figura 8. Diagrama de flujo de operaciones 2/3



Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

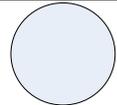
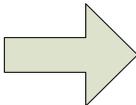
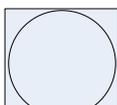
Figura 9. Diagrama de flujo de operaciones 3/3



Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

RESUMEN DE DIAGRAMAS:

Figura 10. Resumen diagrama de flujo de operaciones

No	Simbolo	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
1		26	13.603	
2		4	7.32	10
3		1	0.5	
Total			21.423	10

Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

2.6 Análisis de las operaciones

Para el análisis que se describe a continuación se tomaron en cuenta las operaciones críticas del proceso, por lo cual se puede enfatizar en como actualmente se establecen los parámetros de calidad, esto proporciona la información más valiosa para establecer un cambio con el cual la empresa misma obtendrá los resultados deseados, las actividades se analizan de la siguiente manera:

2.6.1 Individuales

ETAPA No. 1

Corte de plástico, al tamaño requerido de domo:

Según las indicaciones de los clientes, los cuales pueden pedir según dimensiones, dentro de las cuales sino se puede cubrir, se intenta hacer ver a las personas la utilidad de bases de metal, que en la misma empresa se elaboran.

Etapa No. 2

Aplicación del polvo industrial al horno:

El polvo industrial se aplica al horno, esto es para que no exista unión entre el metal del horno y el plástico, algo similar como cuando se le hecha harina a unas comidas para que no se pegue con el recipiente, sin este no sería posible la utilización máxima de el plástico.

ETAPA No. 3

Calentado de plástico en el horno Industrial:

Se deja calentar aproximadamente entre 8 y 10 minutos, hasta que el plástico llegue a un estado moldeable, o sea que llegue a un punto calentamiento que se vuelve manejable y trabajable para los moldes.

ETAPA No. 4

Aplicación de aire por el compresor:

Esta etapa es muy importante porque es la forma en que se le da la forma deseada, en una medida estándar, se llevan los domos hasta tener aproximadamente 30cm. de altura, entonces se espera y se aproxima hacia dicha medida para tener el volumen deseado de aire dentro del domo.

ETAPA No. 5

Enfriado:

Se hace uso de un ventilador normal casero, que es utilizado para que se acelere el enfriado del plástico caliente, dando así la forma deseada y resistente en un menor tiempo que si estuviera en una ambiente normal. En otras palabras es para acelerar el proceso de endurecimiento.

ETAPA No. 6

Pulido:

A base de ciertos solventes, se hace la limpieza de residuos del plástico envoltorio que tiene en si el material utilizado, o sea este plástico cuenta con una especie de protección que al momento del proceso lo protege de rayones, fracturas, etc.

ETAPA No. 7

Unión:

Se une solamente si es necesaria con bases metálicas que son hechas de costaneras de metal.

Después de todo el proceso se hace la entrega del pedido, pues como se mencionó anteriormente se hacen productos por pedido, que quiere decir que en los inventarios no se mantiene producto terminado si no es necesario, solo en ocasiones especiales se tendría dicha bodega.

2.6.2 En grupo (proceso)

Dado la magnitud del conjunto de operaciones para la realización de del domo, se hace mención de que se están haciendo movimientos que no agregan valor al proceso de producción, los cuales al momento de cambiarlos o eliminarlos puede hacer que el proceso sea mas eficiente, con la disminución y estandarización del tiempo de operación, lo cual no existe actualmente, con esto se asegura que se puede hacer mayor utilización de la capacidad instalada dentro de la empresa, hacer entregas en el tiempo estipulado o menos, etc., incluso disminuir costos al momento de no realizar horas extras por los trabajadores.

En las operaciones realizadas, también se evalúa la calidad de los insumos utilizados, las especificaciones técnicas no se llevan a cabalidad por cada producto, no se tiene una distribución adecuada de la maquinaria y equipo, y por consiguiente, la tecnología que aun es artesanal, deja mucho a decisiones empíricas, lo cual es un mal que se puede solucionar mediante el conocimiento de especificaciones científicas por cada situación que actualmente no es considerada.

2.7 Proceso de instalación de domos

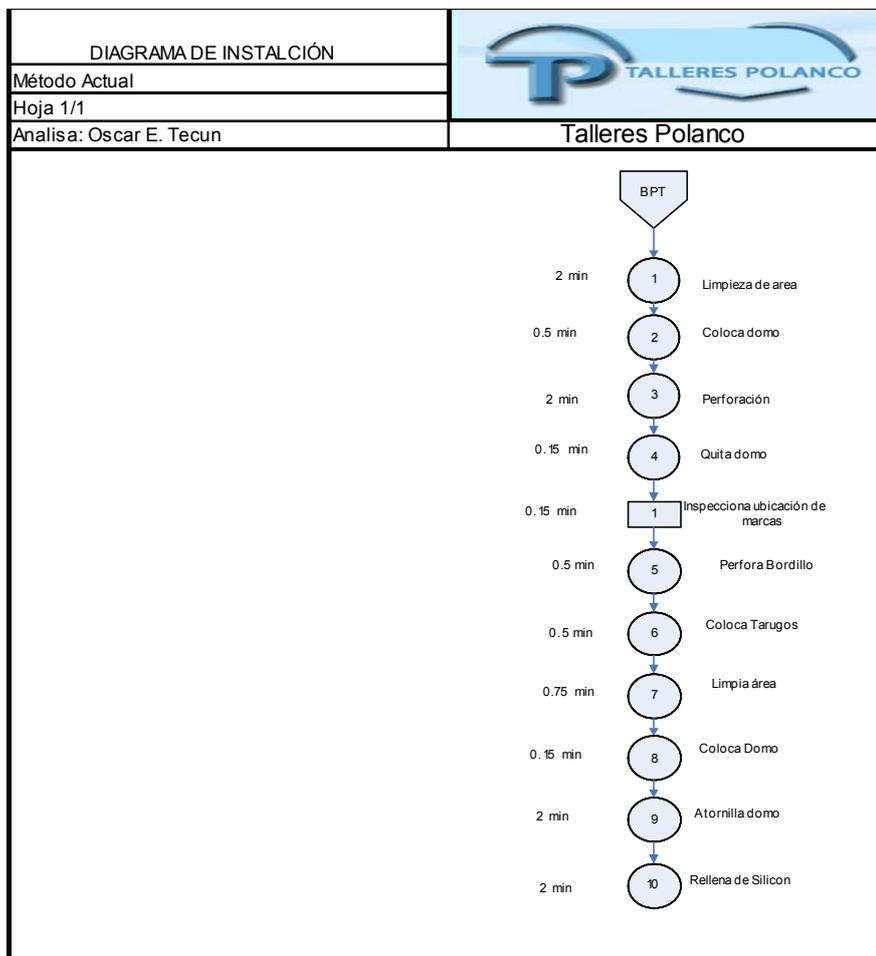
Como se mencionó anteriormente, se instalan domos con o sin estructura metálica, a continuación se muestran los procesos utilizados:

2.7.1 Sin estructura metálica

- ✓ Limpieza: se limpia el domo, quitando toda clase de impureza que pueda presentar el plástico.
- ✓ Colocación de domo: se coloca el domo donde va a descansar.
- ✓ Perfora domo para marcar ubicación de tornillos: se perfora para poder marcar los puntos donde irán los tornillos en el bordillo.
- ✓ Quita domo: se levanta el domo para poder ubicar marcas para los tornillos.
- ✓ Inspecciona ubicación de marcas: ubica el lugar donde se colocaran los tornillos.
- ✓ Perforación de bordillo: barrena las marcas encontradas.
- ✓ Coloca tarugos: dentro de los orificios abiertos se colocan los tarugos para la sujeción de los tornillos.
- ✓ Coloca domo: se coloca el domo haciendo coincidir los tarugos con los agujeros abiertos en el bordillo.

- ✓ Limpia domo: se limpia de cualquier clase de impureza que pudo haber obtenido el domo y su área de descanso al momento de la instalación.
- ✓ Atornilla domo: se sujeta sobre el bordillo el domo para que pueda estar en el lugar donde el cliente lo requiere.
- ✓ Rellena de silicón: se llenan de silicón las orillas que topan con el bordillo para evitar así las filtraciones que pudieran ocurrir por motivo de lluvia o fenómenos de humedad.

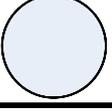
Figura 11. Proceso de instalación de domos



Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

RESUMEN:

Figura 12. Resumen proceso de instalación de domos

No	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1		10	10.55
2		1	0.15
Total			10.7

Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

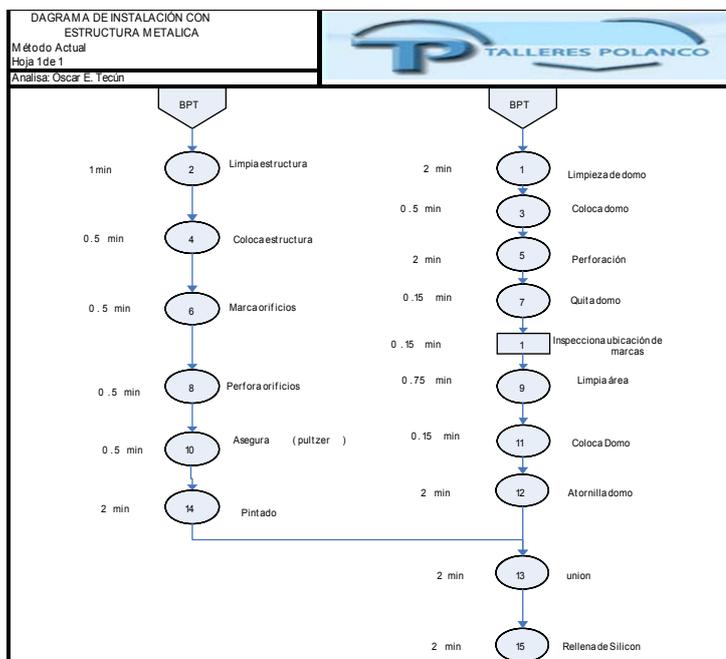
2.7.2 Con estructura metálica

Se sigue la secuencia del domo normal, ahora se le añade la estructura metálica al lugar donde será instalado.

- ✓ Limpieza domo: se limpia el domo, quitando toda clase de impureza que pueda presentar el plástico.
- ✓ Limpieza estructura metálica: se quita toda clase de impureza.
- ✓ Colocación de domo: se coloca el domo donde va a descansar.
- ✓ Colocación de estructura: se coloca en el lugar adecuado según las condiciones del cliente.
- ✓ Perfora domo para marcar ubicación de tornillos: se perfora para poder marcar los puntos donde irán los tornillos en el bordillo.
- ✓ Quita domo: se levanta el domo para poder ubicar marcas para los tornillos.
- ✓ Inspecciona ubicación de marcas: ubica el lugar donde se colocaran los tornillos.
- ✓ Perforación de estructura: barrena las marcas encontradas.

- ✓ Coloca domo: se coloca el domo haciendo coincidir los orificios de la estructura con los agujeros abiertos del domo.
- ✓ Asegura estructura: se hace que descansa encima de la superficie de una manera que no ocasione problemas al momento del montaje.
- ✓ Limpia domo: se limpia de cualquier clase de impureza que pudo haber obtenido el domo y su área de descanso al momento de la instalación.
- ✓ Pintar: se le da color blanco a la estructura para dar un acabado limpio.
- ✓ Atornilla domo: se sujeta sobre la estructura el domo para que pueda estar en el lugar donde el cliente lo requiere.
- ✓ Unión: se establecen las partes que se juntaran para darle forma al domo.
- ✓ Rellena de silicón: se llenan de silicón las orillas que topan con la estructura para evitar así las filtraciones que pudieran ocurrir por motivo de lluvia o fenómenos de humedad.

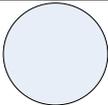
Figura 13. Proceso de instalación con estructura metálica



Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

RESUMEN:

Figura 14. Resumen instalación con estructura metálica

No	Simbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1		15	16.7
2		1	0.15
Total			16.85

Fuente: Proporcionado por Talleres Polanco

2.8 Sistema actual de control de calidad

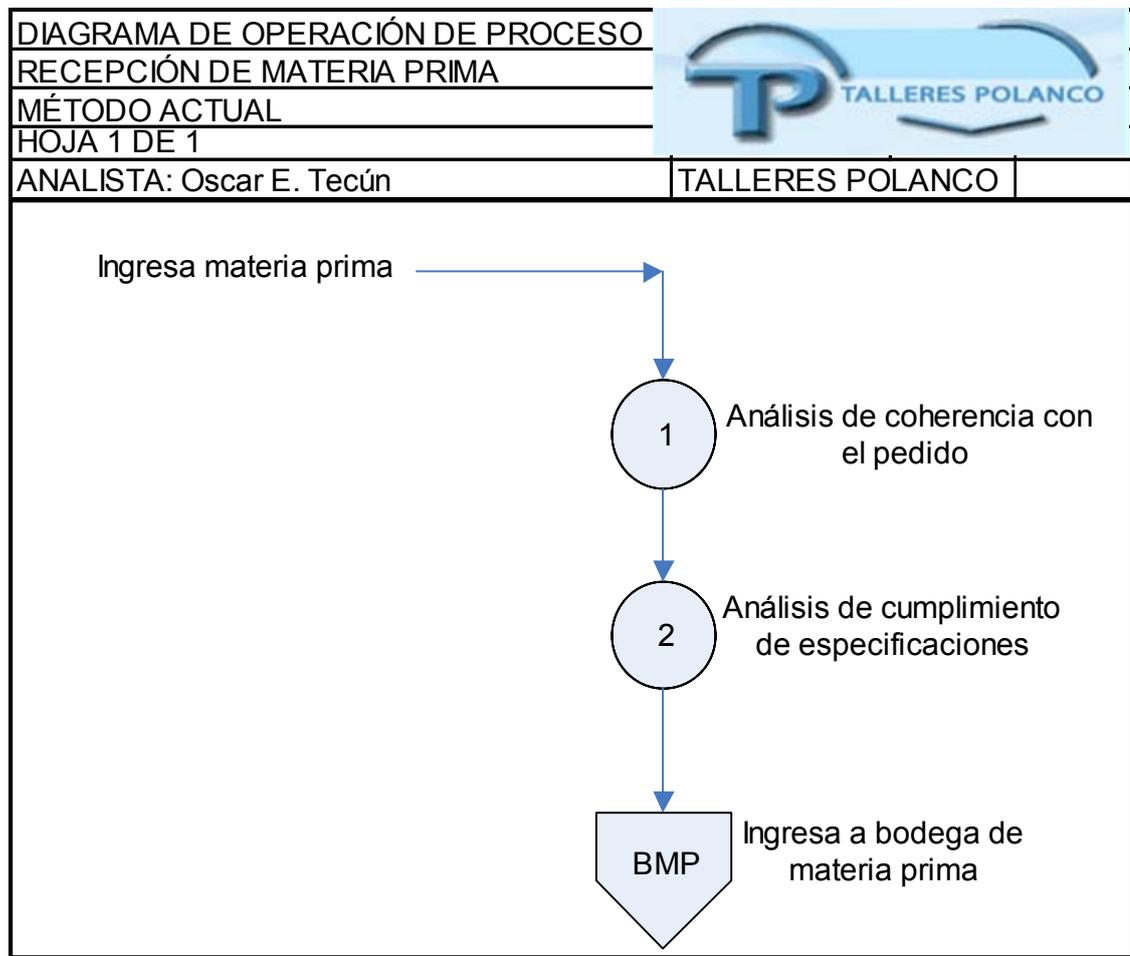
2.8.1 Recepción de materia prima

La materia prima es adquirida por medio de empresas dedicadas a la fabricación y/o distribución de los materiales requeridos. Todos los materiales, son adquiridos de los proveedores que más cumplen con los requerimientos de Talleres Polanco, por lo cual se realiza una inspección simple en la recepción de dichos materiales.

Para verificar las características de cada material a utilizar se realiza la secuencia que muestra la siguiente figura:

DIAGRAMAS

Figura 15. Recepción de material prima



Fuente: estudios realizados en Talleres Polanco

2.9.2.1 Descripción

- ✓ ENTRADA DE MATERIA PRIMA: se recibe por un encargado a los proveedores de los distintos productos.
- ✓ COHERENCIA DE PEDIDO: El encargado verifica que el proveedor haya cumplido con las especificaciones de los materiales pedidos.
- ✓ OBSERVACIÓN: En esta etapa se verifica la cantidad de materiales pedidos, así como el almacenamiento por medio de los trabajadores del

proveedor. Después de esta observación se realizan los pagos correspondientes, ya sean los porcentajes que se adeudan o según como sea la política de venta de los proveedores.

- ✓ INGRESO A BODEGA DE MATERIA PRIMA: se acomodan los materiales en el área donde son almacenados.

2.9.3 Herramientas

2.9.3.1 Recurso humano

Las personas que laboran dentro de la empresa deben de cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- ✓ Experiencia dentro de su ámbito laboral o semejante a la especialidad de la empresa.
- ✓ Tener disponibilidad de tiempo extraordinario cuando este sea requerido.
- ✓ Habilidades de comunicación.
- ✓ Conocimiento de la misión y visión de la empresa.
- ✓ Pro actividad

2.9.3.2 Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo utilizado dentro de la empresa, ha sido adecuado para labores dentro de la empresa, su trabajo es de tipo artesanal en un 85%, puesto que se cuenta con moldes de madera ensamblados a mano, una mesa de madera, párales y demás aditamentos son utilizados de manera manual. El equipo de utilización no manual directamente es el horno, el ventilador y el compresor, todo lo demás que se ha descrito anteriormente en este mismo capítulo, es de utilización 100% manual.

2.9.3.3 Diferentes métodos

Los métodos a utilizar dentro de la empresa para el manejo de la maquinaria, es proporcionado directamente por el gerente de producción, lo el problema que se encuentra en los diferentes métodos de utilización de la empresa es que, al no tener procesos previamente definidos, manuales de utilización, etc., los métodos, únicamente tienen cambios en el orden cronológico de las operaciones.

2.9.4 Normativa y políticas de calidad vigentes

No existen normativos y políticas de calidad dentro de la empresa, las operaciones, los encuentros con los clientes, la instalación y todo lo concerniente con la comercialización de domos, esta regido solamente por entregar los trabajos y que su acabado obtenga una buena apariencia, no se tienen formatos de como donde calificar el nivel de calidad que los productos finales presentan ya instalados en donde los clientes lo necesiten.

2.9.5 Métodos de recopilación de datos

Las diferentes maneras de tomar datos de la empresa, se describen a continuación:

2.9.5.1 Conteo de ventas

Se toman datos de las ventas hechas archivadas en una base de datos trabajada en Microsoft Excel, elaborada por los empleados de la empresa.

2.9.5.2 Conteo de reclamos

Por medio de llamadas telefónicas, se lleva el dato de las quejas que presentan los clientes al momento de tener instalado(s) el(los) producto(s). El número de reclamos se archiva en una base de datos elaborada en Microsoft Excel.

2.9.5.3 Procedimientos de evaluación

Se realiza por visitas a los clientes que realizan los reclamos, el inspector tiene la responsabilidad de presenciar físicamente las fallas que se incurre en el producto instalado, a esta visita no se le hace ningún recargo adicional y está regida bajo normas de la empresa al momento de tomar decisiones.

2.9.5.4 Toma de decisiones

Se llevan a las acciones correspondientes después de la visita al cliente que ha llamado por reclamo, ninguna decisión se toma por ningún otro medio que la presencia física del inspector, pues posiblemente la falla existente no es responsabilidad de la empresa. Al momento de que la falla sea responsabilidad de la empresa se toman las acciones correspondientes a la solución, en caso contrario, se puede reparar pero a esta reparación ya se le toma un costo y se cobrará su estimado.

2.9.5.5 Área de producción

Actualmente no existe manera de recolección de datos en el área de producción, no existen diagramas de flujo que determinen las operaciones que en dicho proceso se realizan.

2.9.5.6 Apariencia

La fachada del edificio es de tercera categoría, cubierto de lámina, suelo de tierra, paredes de block sin repellar, se tiene un segundo nivel separado del primero con una superficie de madera sujeta por estructuras metálicas.

2.9.5.7 Iluminación

Se trabaja con luz natural, la entrada principal de luz es el portón que está ubicado a 10 m de distancia del área de producción, no existen ventanales adecuados para una buena iluminación.

2.9.5.8 Ventilación

El lugar de trabajo no se encuentra ventilado, no existen ventanales para el paso de aire, la entrada principal para el aire es el portón al igual que el paso de luz, el ventilador que se usa como aire artificial únicamente es para uso dentro del proceso de producción del Domo.

2.9.5.9 Calefacción y refrigeración

La temperatura es variable, el horno deposita calor al ambiente en la parte interna de la empresa, este eleva la temperatura en unos 5 °C, lo cual implica que en dicha área la temperatura sea aproximadamente de 25 °C¹.

2.9.5.10 Limpieza

El ambiente se mantiene limpio de basura que pudiera ser ocasionada por agentes externos². Cuando existe suciedad ocasionada por alguna parte de el proceso de producción es limpiada por el ayudante.

¹ Supóngase 20 grados centígrados la temperatura ambiente.

² Basura que no sea de desechos de la materia prima, ni agentes que se utilicen en el proceso.

2.9.5.11 Orden

El aparente orden que se encuentra en la empresa, no cuenta con un estudio de ingeniería que dictamine la eficiencia del mismo, los materiales, insumos y demás, son almacenados en lugares donde no estorben el proceso, pero en condiciones no adecuadas por cuestiones de seguridad hacia los trabajadores.

2.9.5.12 Ruido y vibraciones

Lo que respecta a estas dos condiciones, el ruido no alcanza más de 45 decibels, que está por debajo de lo permitido, y las vibraciones son mínimas, por la utilización del compresor que emite algún tipo de ellas.

3. PROPUESTA

3.1 Diseño de sistema de control de calidad

A continuación se describen las partes del proceso en las cuales se implementará el sistema de control de calidad y que herramientas se utilizarán:

- a. Recepción de materiales:
 - ✓ Normativos de recepción de materiales.
 - ✓ Formatos de control
 - ✓ Organización de materiales

- b. Fabricación:
 - ✓ Diagramas de proceso
 - ✓ Normativos de fabricación
 - ✓ Análisis de muestreos
 - ✓ Análisis de variables

- c. Área de trabajo:
 - ✓ Organización de maquinaria
 - ✓ Organización ambiental

3.1.1 Recepción de materiales

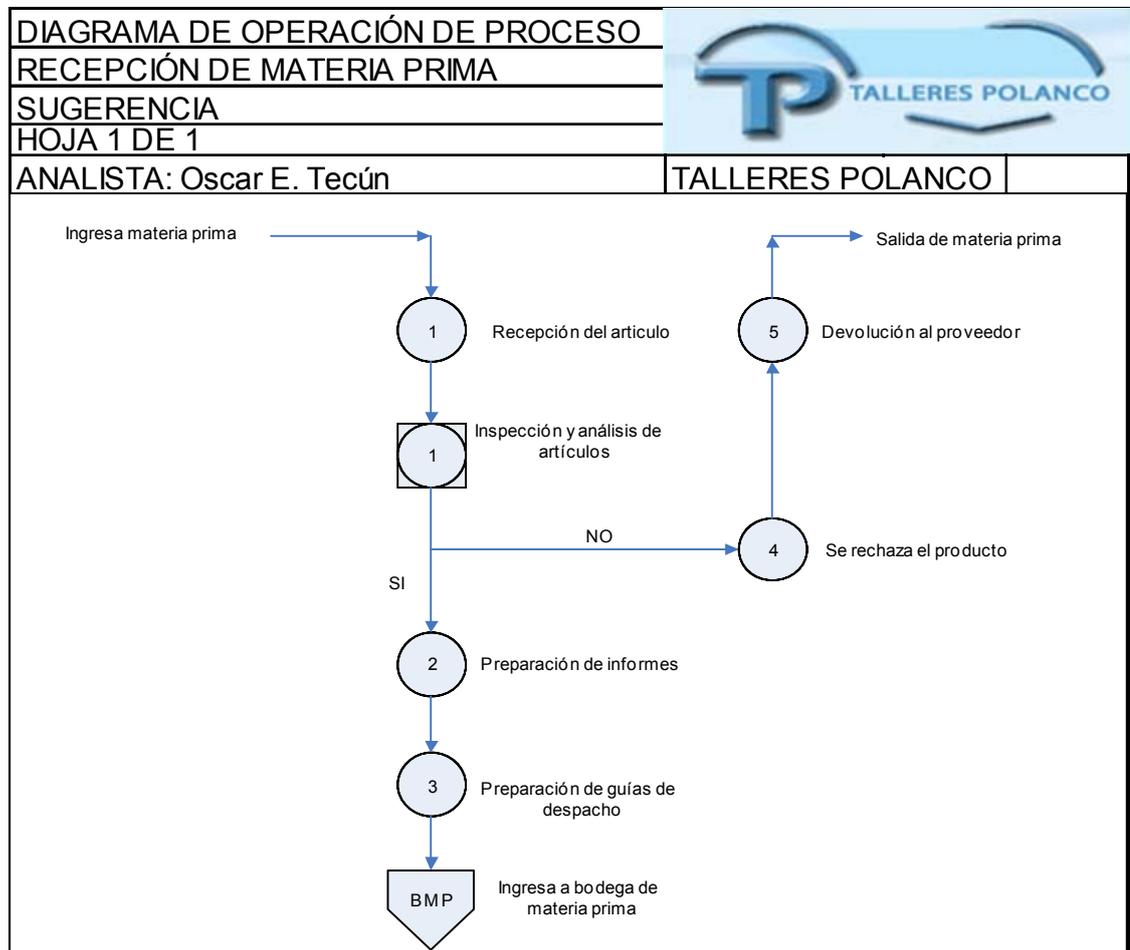
El departamento de recepción e inspección tiene la responsabilidad de recibir los envíos autorizados, inspeccionar el contenido, llenar los formatos adecuados y transportar los artículos a los almacenes. Cabe mencionar que

para cada uno de los materiales se utilizará la misma metodología a excepción de que alguno requiera otra manera de recepción.

REGLAS SUGERIDAS:

- ✓ Las compras no deben comprometer los fondos de la empresa.
- ✓ No deben aceptarse materiales que no han sido pedidos o que no están de acuerdo con las especificaciones.
- ✓ Los materiales no deben aceptarse a menos que se llegue a un acuerdo con el vendedor, en el caso de materiales dañados o en cantidades distintas a las solicitadas.
- ✓ Debe tenerse la seguridad de que los materiales se han recibido y que se han cargado los precios adecuados en todos los gastos incurridos.
- ✓ Debe haber un control físico adecuado sobre el almacenamiento de las existencias.
- ✓ Se debe ejercer un adecuado control de costos sobre las cantidades de materiales y suministros.
- ✓ Debe haber un equilibrio adecuado entre la inversión en pesos en inventarios y los costos incurridos en la adquisición, utilización y almacenamiento de materiales, así como las pérdidas causadas por las interrupciones en la producción o las ventas perdidas debido a la falta de existencias.

Figura 16. Recepción de materia prima propuesta



Fuente: Creación propia del autor.

3.1.1.1 Plástico acrílico

- ✓ Recibir e inspeccionar los artículos y verificar las cantidades con la orden de compra y el remito.
- ✓ Preparar informes cuando hay escasez, daños durante el tránsito y devoluciones a los vendedores.
- ✓ Preparar una guía de recepción para distribuirla a varios departamentos.
- ✓ Entregar la mercadería a los almacenes.

3.1.1.2 Madera

- ✓ Recibir e inspeccionar los artículos y verificar las cantidades con la orden de compra y el remito.
- ✓ Preparar informes cuando hay escasez, daños durante el tránsito y devoluciones a los vendedores.
- ✓ Preparar una guía de recepción para distribuirla a varios departamentos.
- ✓ Entregar la mercadería a los almacenes.

3.1.1.3 Hierro

- ✓ Recibir e inspeccionar los artículos y verificar las cantidades con la orden de compra y el remito.
- ✓ Preparar informes cuando hay escasez, daños durante el tránsito y devoluciones a los vendedores.
- ✓ Preparar una guía de recepción para distribuirla a varios departamentos.
- ✓ Entregar la mercadería a los almacenes.

3.1.1.4 Talco industrial

- ✓ Recibir e inspeccionar los artículos y verificar las cantidades con la orden de compra y el remito.
- ✓ Preparar informes cuando hay escasez, daños durante el tránsito y devoluciones a los vendedores.
- ✓ Preparar una guía de recepción para distribuirla a varios departamentos.
- ✓ Entregar la mercadería a los almacenes.

3.1.1.5 Pintura

- ✓ Recibir e inspeccionar los artículos y verificar las cantidades con la orden de compra y el remito.
- ✓ Preparar informes cuando hay escasez, daños durante el tránsito y devoluciones a los vendedores.
- ✓ Preparar una guía de recepción para distribuirla a varios departamentos.
- ✓ Entregar la mercadería a los almacenes.

3.1.1.6 Otros

Los procedimientos de materiales variados (otros), se realizará bajo condiciones propias al objeto. La figura 16 muestra el procedimiento propuesto de recepción de materia prima, con el cual se presentarán ventajas para el funcionamiento idóneo de control de materiales, las ventajas son las siguientes:

- ✓ Control de materiales
- ✓ Control de proveedores
- ✓ Control de despachos

3.1.2 Control de calidad en proceso de fabricación

El manejo de datos antes y después de un proceso de producción, permiten conocer qué se necesita para la producción, qué se está produciendo, para qué se está produciendo, en dónde y quién lo está produciendo, como se cumple los requerimientos del cliente. Per esto la importancia de llevar un estricto control de calidad en cada una de las partes de dicho proceso. Las actividades críticas que se deben de controlar son las siguientes:

- ✓ Recepción de materia prima: para determinar el estado de los materiales que se utilizan en el proceso de producción, llevar el control de entradas y que estas cumplan con las especificaciones requeridas.
- ✓ Proceso de producción: determina la manera en que se trabajan todos los pasos lógicos u ordenados para fabricar, elaborar, confeccionar un producto.
- ✓ Despacho a clientes: para determinar el grado de satisfacción del cliente después del consumo o utilización del producto.

Al tener controladas las distintas áreas mencionadas anteriormente, se están ahorrando recursos como esfuerzo, tiempo, materiales, etc., con lo cual resulta un ahorro de dinero, así como el aseguramiento de clientes.

A continuación se describen las características principales que el control de calidad requiere para su futura implementación:

3.1.2.1 Normas y especificaciones

La norma es una necesidad de orden llevada al trabajo humano. Se establece sobre bases ciertas, no arbitrariamente, sino con la seguridad de las cosas motivadas, y con una lógica presidida por el análisis y la experimentación.

Establecer una norma significa agotar todas las posibilidades prácticas y razonables, deducir un tipo reconocido conforme a las funciones, al rendimiento máximo, al mínimo empleo de medios, mano de obra y materia, palabras, formas, colores, sonidos, El establecimiento de una norma procede de la organización de elementos racionales que siguen una línea de conducta igualmente racional.

3.1.2.2 Defectos posibles

Encontrar un patrón a seguir para el control de la calidad tanto en el proceso como en el producto entregado del domo, se llevará a cabo por medio de formatos de control de calidad al momento de entrada de material y finalización de producción del bien, dicho formatos están encaminados a:

- ✓ Verificar la calidad y confiabilidad de la pieza.
- ✓ Identificar los tipos de piezas objeto de estudio.
- ✓ Determinar los pasos para la aplicación de dicho proceso.
- ✓ Identificar los materiales utilizados en el proceso de ensayo.

3.1.2.3 Control estadístico en el proceso

ANÁLISIS DEL MUESTREO PARA GRÁFICA DE CONTROL:

Ya el producto terminado es muy importante para asegurar la calidad en el Domo, proporcionar al cliente productos con cero defectos y que sean competitivos en el mercado.

Los Domos se producen por pedido, cada vez que existe una venta se procede a su elaboración, antes de la venta no se realiza ningún procedimiento. Para esto es necesaria la grafica de control, que se puede elaborar de la siguiente manera:

- ✓ Recolección de producto terminado.
- ✓ Determinación de cumplimiento de especificaciones de cada producto.
- ✓ Para el grafico correspondiente el factor mas importante a inspeccionar es el tamaño (variable).
- ✓ Después se pueden ver diferentes características (atributos), como lo son el color, manchas, rebabas, dureza, etc.

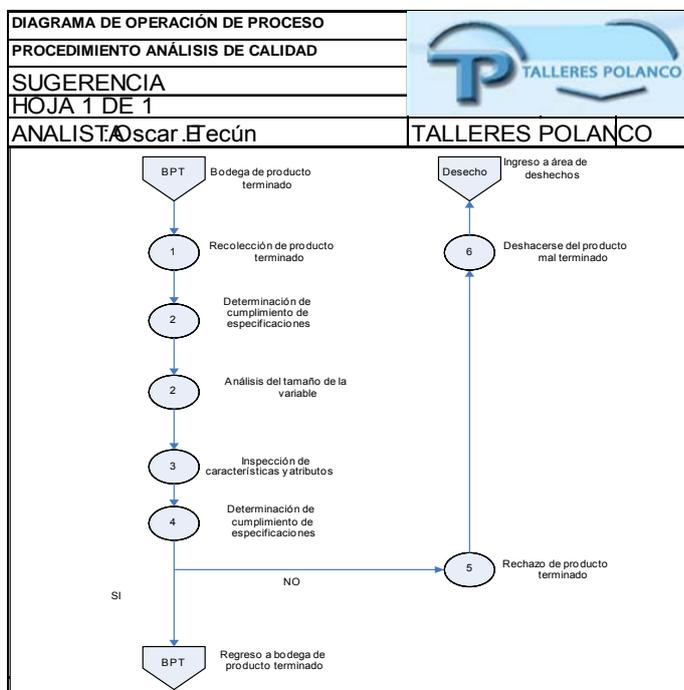
- ✓ El objetivo principal del análisis es determinar si el Domo está cumpliendo con especificaciones requeridas por el cliente.

JUSTIFICACIÓN:

Las empresas hoy en día se basan en procesos para elaborar productos que vienen a satisfacer necesidades de la población, es por eso que mientras mejor sea el producto final mayor va a ser la demanda. El proceso de control de calidad viene a darle énfasis a varios aspectos como:

- ✓ Disminución de costos ocultos.
- ✓ Disminución de tiempo de elaboración.
- ✓ Mayor prestigio entre clientes actuales como potenciales.

Figura 17. Análisis de muestreo para gráfica de control.



Fuente: Creación propia del autor.

PROCEDIMIENTO:

El siguiente método se utilizará para averiguar el tamaño de la muestra en productos terminados por las siguientes razones:

- ✓ Facilidad en el uso de las expresiones matemáticas.
- ✓ Mayor confiabilidad en la respuesta buscada.
- ✓ Rapidez y facilidad de realizar el estudio
- ✓ Menor número de sujetos a estudiar
- ✓ Conocer el tamaño del lote.
- ✓ Determinar el tamaño de la muestra por medio de la siguiente fórmula:

$$n = NZ^2_{\alpha/2} \left(\frac{pq}{Nd^2 + Z^2_{\alpha/2} pq} \right)$$

Donde:

N = tamaño del lote.

$Z_{\alpha/2} = 1.96$

$p = 0.5$

$q = 0.5$

$d = 1$

- ✓ Recolección de la muestra.
- ✓ Medir cada domo.
- ✓ Anotar resultados.
- ✓ Realizar cálculo utilizando las siguientes fórmulas:

$m =$ número de muestras

$n =$ tamaño de muestras.

$X =$ total de medias/ n

$R =$ dato mayor – dato menor

$$\text{Promedio de medias} = \sum \frac{\text{medias}}{m}$$

$$\text{Promedio de rangos} = \sum \frac{\text{rangos}}{m}$$

Limites de X:

$$LCS = x + A_2R$$

$$LCC = x$$

$$LCI = x - A_2R$$

Limites de R:

$$LCS = D_4R$$

$$LCC = R$$

$$LCI = D_3R$$

Donde:

X = promedio de los promedios muestrales.

R = promedio de rangos muestrales.

A2, D3, D4, = valores encontrados en la tabla (ver anexo 2)

ANÁLISIS DEL MUESTREO PARA GRÁFICA DE ATRIBUTOS:

Para la elaboración de la grafica de atributos se usan las siguientes formulas:

$$LCS = p + 3\sqrt{p(1-p)/n}$$

$$LCC = p$$

$$LCI = p - 3\sqrt{p(1-p)/n}$$

Donde:

N = número total de inspecciones/numero de muestras.

p = total artículos defectuosos/ total de muestras.

Después del cálculo de todo lo mencionado se grafica y se analizan los resultados

3.1.2.4 .Área de trabajo

Para conseguir dentro de la empresa una mejor forma de trabajo, es necesario analizar las condiciones de área de trabajo que involucra los procedimientos para la elaboración del producto.

El orden en el trabajo es un factor de gran importancia la calidad de los productos y en general para la eficiencia del sistema productivo. Se requiere de unos estándares claros de desempeño, un trabajo en equipo.

El orden se inicia desde la construcción y diseño de las edificaciones; se mantienen eliminando lo innecesario y clasificando lo útil, acondicionando los medios para guardar y localizar el material fácilmente. Como resultado de lo anterior se logra:

- ✓ Fácil acceso a estaciones de trabajo.
- ✓ Máxima utilización de espacio.
- ✓ Reducción de costos de almacenaje.
- ✓ Acondicionamiento de medios para almacenar los materiales y localizarlos fácilmente (materia prima, producto en proceso y producto terminado).
- ✓ Acondiciona los medios para una disposición correcta de desperdicios.
- ✓ Eliminación de movimientos innecesarios y reducción de distancias para el transporte y suministro de las materias primas o productos elaborados.

Para implementar un orden en las áreas de trabajo de la empresa se sugieren las siguientes modificaciones³:

PRIMER NIVEL

- ✓ Ubicar el horno en la parte trasera.
- ✓ Colocar mesa de ensambles a un costado del horno.
- ✓ Situar a continuación de la mesa de ensambles un área de enfriamiento del domo ya inflado.
- ✓ Disponer de un área de almacenamiento de materia prima a un costado del horno en la parte trasera del edificio.
- ✓ En la parte de enfrente del edificio apartar un espacio para la entrada de transporte.

SEGUNDO NIVEL

- ✓ Instalar un área para el comedor del personal.
- ✓ Ubicar un espacio para oficinas de atención al cliente.
- ✓ Disponer de una sala de espera para clientes.
- ✓ Preparar un dormitorio para el guardia de seguridad.

3.1.3 Variables a controlar en el proceso

3.1.3.1 Tiempo de ciclo

- ✓ Realización del modelo de proceso: se realiza un estudio de cada una de las actividades que se involucran en dicho proceso.
- ✓ Verificación de puntos críticos dentro del proceso: se establecen cuales de las actividades no pueden ser cambiadas o modificadas y se

³ Véase capítulo 4 apartado 4.1.1

establece una mejora en donde siempre tenga la esencia de la actividad en estudio, sin afectar su consistencia.

- ✓ Eliminación de tiempos innecesarios por malos movimientos: en el estudio de movimientos, se establecen únicamente los necesarios, dejando atrás o sin utilización los que se diagnostiquen como no importantes para la elaboración de cualquier actividad.
- ✓ Estandarización de los procedimientos: para cada una de las actividades, tanto como para el proceso completo, se establecen actividades que involucren movimientos, transportes, inspecciones, etc., similares entre si para un mayor aprovechamiento de los recursos que se utilizan dentro de cada estación trabajo.

3.1.3.2 Pérdidas de calor en el horno

Fibra de vidrio sólida: según los tratamientos de la lamina de la cual esta formado el horno, se establece una capa de dos centímetros de grosor alrededor del mismo, con esto se establece el aseguramiento de la uniformidad de calor dentro del horno, para una aplicación uniforme en la lamina de plástico acrílico.

3.1.3.3 Escape de aire en el proceso de inflado

Implementación de marcos de hule en la unión de moldes de madera: con este sistema se elimina cualquier fuga de gas que pudiera ser causada por el mal contacto entre el marco de madera sujeto a la mesa de trabajo y el marco de madera que sirve como peso para prensar la lamina de plástico a dicha mesa, con esta aplicación, se asegura la permanencia del aire entre moldes y lamina de plástico para que el domo quede a la altura esperada.

3.1.3.4 Rajaduras

Las rajaduras son causa de malos tratos en el producto terminado, estas pudieran ser:

- ✓ Caídas del domo en el transporte hacia producto terminado.
- ✓ Tropiezo accidental con el producto en el lugar de almacenamiento.
- ✓ Dejar caer otros domos o cualquier material o herramienta encima del producto.

Para todo esto se especifica las siguientes soluciones:

- ✓ Delimitación de área de almacenamiento del producto final: por medio de pintura amarilla de aceite, se establecen límites en donde no se permite el ingreso de personas ajenas a la empresa, ni se permite el transito que no tenga necesidad de ser, aunque sea un empleado o parte del equipo de la empresa.

3.1.3.5 Rayado

Puede ser ocasionado en la limpieza del plástico en el producto ya terminado, entonces se recomienda lo siguiente:

- ✓ Utilización de limpiadores con textura blanda.
- ✓ Utilización de líquidos para limpieza de plásticos (como los utilizados en los lentes de plástico).
- ✓ Utilización de pasta para pulir.

3.1.3.6 Color

Se ha comprobado que el color después del termoformado no sufre cambios, lo que se recomienda es un buen método de recepción de materia prima, siguiendo las indicaciones y especificaciones del cliente, para así recibir el color esperado por el mismo.

3.1.3.7 Mala toma de medidas

A continuación se mencionan los pasos para tomar correctamente las medidas lineales que se requieren para la obtención de información en la elaboración de domos:

- ✓ Seleccionar objeto a medir.
- ✓ Seleccionar instrumento de medición que se adecue a las necesidades.
- ✓ Verificar el comienzo de la escala impresa en el instrumento de medición (el cero)⁴.
- ✓ Hacer coincidir el cero del instrumento de medición con el principio del tramo a medir.
- ✓ Determinar el tamaño de dicha medición observando donde coincide el tramo medido con el instrumento de medición.
- ✓ Anotar el tamaño del instrumento.

3.1.3.8 Manchas en el plástico

Son partes en el producto terminado que se reflejan con la luz del sol en donde se el domo proyecta su sombra, la causa principal de dichos defectos, es no tener la temperatura uniforme dentro del horno, mas adelante en

⁴ En algunos instrumentos de medición las escalas comienzan desde números negativos.

especificaciones del horno (véase tabla VIII, pág. 84) se establecen los parámetros a seguirse para evitar dichas manchas.

3.1.4 Variables a controlar en el proceso de instalación

Los siguientes casos son los problemas más comunes que se presentan al momento de la instalación de los domos, ya sea con o sin estructura metálica, todas las características se analizan y se especifican de la siguiente manera:

3.1.4.1 Filtración de agua

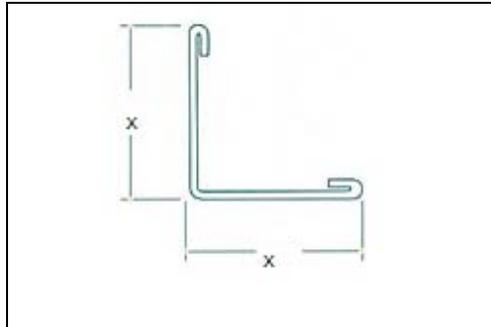
Se dan los casos de:

- ✓ Humedad en las paredes.
- ✓ Filtraciones, en estructura metálica.
- ✓ Agujeros en láminas.
- ✓ Filtración de agua en ranuras de tornillos o clavos de sujeción en estructura metálica.

Solución propuesta:

El material utilizado en la instalación del domo contra la pared es una barra de aluminio doblada como se muestra en la figura 18, donde "x" representa el tamaño variable según las condiciones del domo a utilizar, el largo de la pieza de aluminio coincide con el tamaño de la orilla del domo en el cual se debe utilizar dicha pieza.

Figura 18. Pieza de aluminio contra filtraciones



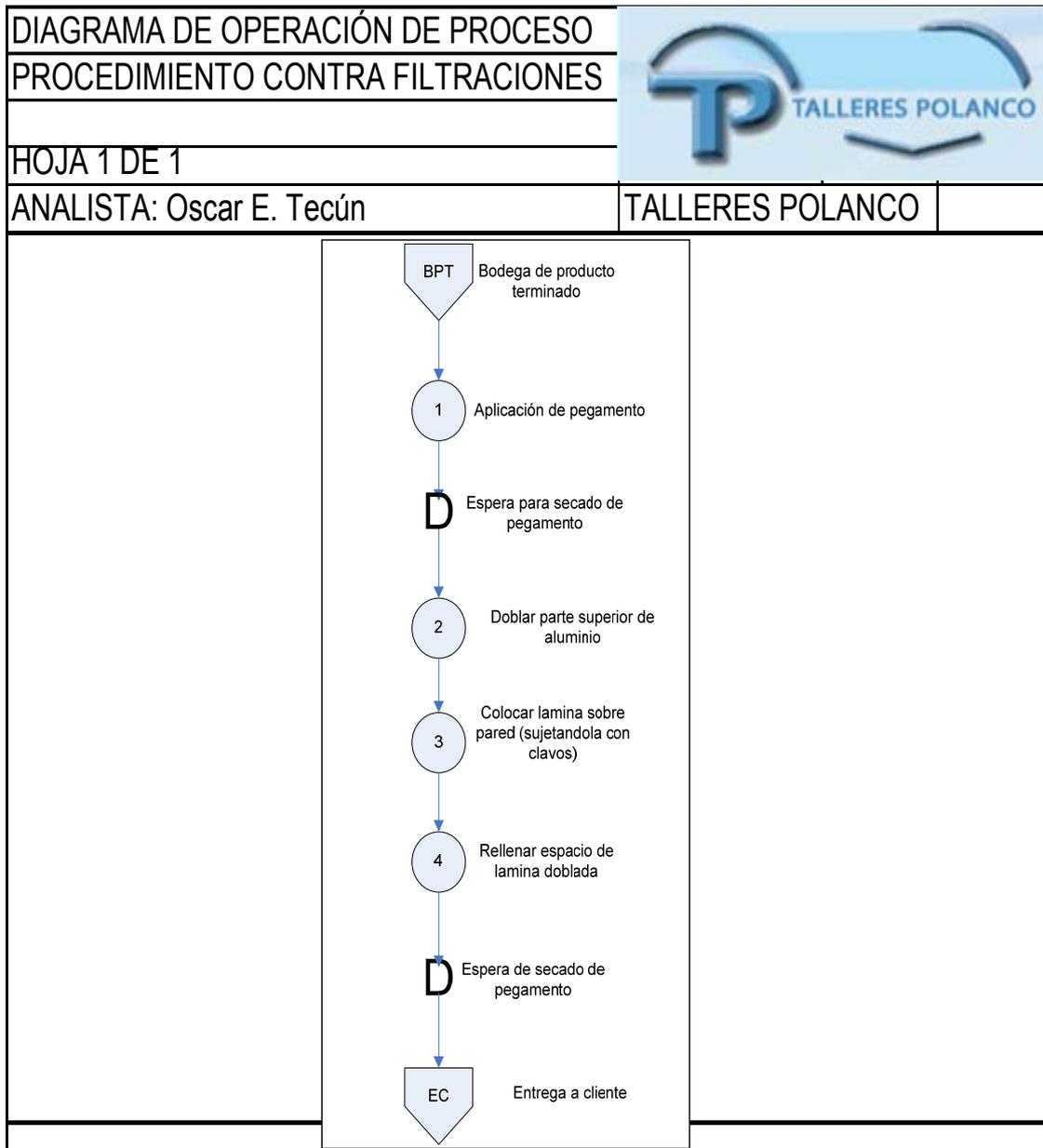
Fuente: creación propia del autor

El procedimiento a seguir se menciona a continuación:

- ✓ Aplicar pegamento en las paredes en donde se va a colocar la barra de aluminio, aproximadamente un centímetro para impermeabilizar la pared.
- ✓ Doblar un centímetro de la parte superior de la barra de aluminio.
- ✓ Colocar la lamina de aluminio sobre la pared sujetándola con clavos tal como va a quedar en su sitio final.
- ✓ Rellenar el centímetro que fue doblado con pegamento impermeabilizante.
- ✓ Esperar que seque el pegamento.

La figura 19 muestra el procedimiento contra filtración de agua en domos:

Figura 19. Procedimiento contra filtración de agua



Fuente: Creación propia del autor

3.1.4.2 Especificaciones del pegamento

El pegamento a utilizar es sikaflex (sellador elástico de un componente a base de poliuretano), que tiene que cumplir con las siguientes características:

- ✓ Sikaflex 11FC+
- ✓ White

El pegamento sugerido es un elastómero de alto módulo de elasticidad, tipo A-1 (UNE 53.622-89) que tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Fácil de aplicar.
- ✓ Polimerización rápida sin retracción.
- ✓ Excelente adherencia, sin imprimación, sobre la mayoría de los materiales a base de cemento, piedra natural y artificial, etc.
- ✓ No descuelga en superficies verticales.
- ✓ Buen comportamiento frente a los agentes atmosféricos y al envejecimiento.
- ✓ Totalmente polimerizado puede estar en contacto permanente con agua potable.
- ✓ Puede ser pintado, una vez polimerizado.
- ✓ No es corrosivo.

Las especificaciones técnicas del pegamento se muestran en la tabla VII.

Tabla VII. Especificaciones técnicas de sikaflex 11FC+

DATOS TECNICOS	
Tipo	Elastometro monocomponente a base de poliuretano
Colores	Gris, blanco, café y negro
Densidad	aprox. 1.2 Kg/l
Velocidad de polimerización (a 23 °C, 50% HR)	aprox. 2mm/24horas
Pegado (a 23 °C, 50% HR)	Aprox. 30 - 60 minutos.
Formación de piel	3 horas
Módulo de elasticidad (a 23 °C)	Aprox. 5 kg/cm2 para un alargamiento del 100%.
Resistencia a tracción	Aprox. 14 Kg/cm2
Dureza Shore A: (a 28 días, 23 °C)	25 - 35.
Alargamiento a la rotura: (a 28 días, 23° C)	400%
Recuperación elástica: (a 28 días, 23 °C)	> 90%
Temperaturas de aplicación:	entre +5 °C y +40 °C. En seco: -20 °C a +70 °C En húmedo: hasta +50 °C.
Temperatura de servicio	
Máximo movimiento admisible:	Aprox. 15% de la anchura media de la junta
Dimensionado de la junta	Profundidad mínima: 8 mm. Anchura máxima: 25 mm.
Factor de junta:	Relación anchura/profundidad (a/p) • a < 15 mm a/p = 1/1. • 15 < a < 25 a/p = 2/1.

Fuente: <http://www.geoscopio.com/escaparate/docs.pl?url=/empresas/sika/Sikaflex%2011%20FC.pdf&accion=marcos>

A continuación se muestra la forma correcta de aplicación del pegamento:

a. Limpieza de área de aplicación.

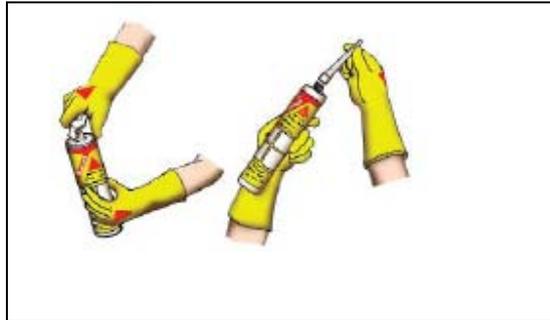
Figura 20. Limpieza área de aplicación



Fuente: www.sika.com.mx/construccion/hagalo-usted.htm

b. Perforar la parte superior del cartucho, enroscar boquilla y cortarla en forma de bisel.

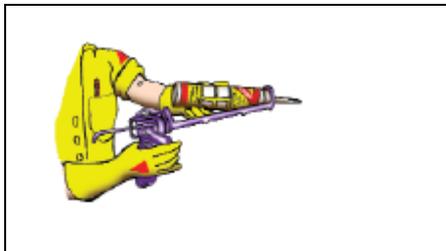
Figura 21. Abertura del pomo



Fuente: www.sika.com.mx/construccion/hagalo-usted.htm

c. Colocar el cartucho en una pistola para pomo de sikaflex.

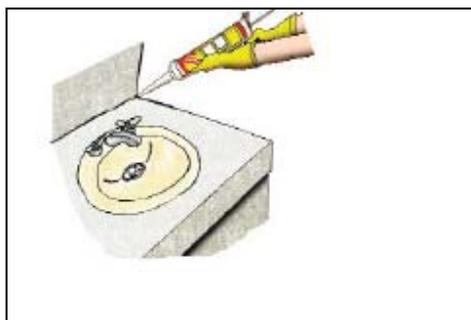
Figura 22. Colocación de cartucho



Fuente: www.sika.com.mx/construccion/hagalo-usted.htm

d. Aplicar masilla.

Figura 23. Aplicación de masilla



Fuente: www.sika.com.mx/construccion/hagalo-usted.htm

e. Alisar el pegamento utilizando dedos con agua y jabón.

Figura 24. Acabado de pegamento



Fuente: www.sika.com.mx/construccion/hagalo-usted.htm

3.1.4.2 Distancia entre clavos en la instalación

Los clavos utilizados para el soporte de la lámina en la instalación de los domos varia de acuerdo a la longitud de lámina que se utilice, los clavos deberán ir colocados cada 10cm (0.1m) lo cual representa para cada metro 10 clavos, y así sucesivamente.

3.1.4.3 Pintado de estructura metálica

El procedimiento que se recomienda para pintar la estructura metálica es el siguiente:

- ✓ **Limpieza y desengrasado:** La limpieza se efectúa soplando suavemente toda la superficie con una pistola y aire a presión, y, a continuación, se limpia con paños limpios y disolvente desengrasante. Finalmente, se pasa una gamuza atrapa polvo, para retener cualquier partícula de polvo existente en la superficie que se va a pintar.
- ✓ **Lijado:** antes de preparar la pintura se debe pasar lija sobre la estructura, teniendo sumo cuidado de no dañar o agujerar la superficie, dejándola plana.
- ✓ **Preparación de la mezcla de color y el equipo:** Después de seleccionar la fórmula de color y la cantidad deseada, se procede a añadir en el envase la cantidad de básicos requerida para la obtención de color. Posteriormente, se establece que equipo utilizar para aplicar la capa de pintura, se selecciona el compresor, se alista y se aplica.
- ✓ **Aplicación de la pintura:** Sería conveniente seguir un orden de aplicación de la pintura en las piezas, en función de la configuración y superficie de la estructura. El motivo no es otro que buscar una economía de movimientos y, en consecuencia, de tiempo. Por lo tanto, la aplicación de la pintura se realiza al aire libre, cubierto los lugares aledaños con papel reciclado y cuidado de no afectar a terceros con los residuos de pintura que se vuelcan al aire.

- ✓ **Limpieza y desengrasado:** esta segunda vez, trata de eliminar residuos de polvo, grasa, y algún otro ente que pudiera contaminar la nitidez de la superficie de la estructura, entonces se procede a aplicar las técnicas del inciso “1” de esta sección.

- ✓ **Acabado:** Se procede a depurar y darle los detalles faltantes que se presentan en la superficie de la estructura de metal.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Implementación de un sistema de inspección del proceso

Se diseña un sistema de control de calidad del proceso para aprovechar al máximo los recursos que se tienen en las instalaciones de la empresa, donde la organización que se lleve dentro de las áreas de trabajo, es un arma para el buen desempeño de la organización, a finales del siglo XX una perspectiva de visión más amplia hace que la denominada Ingeniería de Organización se adapte mejor a los procesos de racionalización que el hombre afronta en el diseño, organización, operación y gestión de sus organizaciones. A consecuencia de la Revolución Industrial se comenzó a tener una complejidad y una repercusión tales que requerían técnicas y métodos específicos para su estudio. Pensadores como Adam Smith (1723-1790), Charles Babbage (1792-1871), plantearon hipótesis teóricas sobre la organización en el área de trabajo para aprovechamiento al máximo de los recursos, sin embargo fue hasta finales del siglo XIX que se empezó con la aplicación del método científico, que consiste en métodos demostrables a base de observaciones, mediciones y experimentación sistemática para confirmar o descartar hipótesis sobre características de los procesos analizados. Entre los primeros estudios prácticos que se conocen destacan los de Matthew Boulton y James Watt Jr. (hijo del inventor de la máquina de vapor), los cuales realizaron investigaciones sobre nuevas formas de organización dentro de las áreas de trabajo.

El hito más significativo en el nacimiento de la Organización Industrial fue la publicación en 1903, por Frederick W. Taylor, la cual se resume en decir que en una organización productiva interesa que algunas personas se dediquen, no a

realizar operaciones, sino a estudiar la forma más adecuada en que se deben realizar.

Los temas abordados por Tylor fueron entre otros:

- ✓ **Condiciones de área de trabajo.** Realizar estudios sobre accesos fáciles, maximizar el espacio productivo, almacenamiento de materiales, eliminar movimientos innecesarios, etc.
- ✓ **Maquinaria y equipo.** Utilización de la tecnología que más se adecue a las necesidades del proceso.
- ✓ **Mano de obra.** Utilización de recursos humanos con habilidades específicas en el proceso de producción del bien.
- ✓ **Inspección en diferentes** puntos del proceso. Para el control en las actividades críticas del proceso de producción.
- ✓ **Cantidades a inspeccionar.** Muestra el número de artículos que formen un conjunto con los cuales se pueden tomar decisiones de diferentes índoles (rechazo, aceptación).
- ✓ **Especificaciones de calidad.** Determinan los requerimientos que debe tener un producto para cumplir con sus objetivos finales de uso.
- ✓ **Proceso.** Enfatiza cada una de las actividades que se requieren para la elaboración del producto.
- ✓ **Producto terminado.** Verificación de especificaciones que debieron cumplirse antes de entregarlo al cliente.
- ✓ **Entrega de producto.** Establecer estándares donde se incluya la recepción del producto por el cliente, determinando el cumplimiento de requerimientos para la satisfacción en su uso.

Pasos para implementación del sistema de control de calidad:

1. Analizar área de trabajo

- ✓ Área de almacenamiento
- ✓ Área de producción
- ✓ Área de producto terminado
- ✓ Área de control de calidad

2. Análisis de maquinaria y equipo

- ✓ Funcionamiento del horno
- ✓ Especificaciones técnicas del horno

3. Analizar recursos para mano de obra

- ✓ Estudio de herramientas utilizadas
- ✓ Verificar utilidad de la herramienta

4. Análisis de estaciones de inspección

- ✓ Recepción de materia prima
- ✓ Proceso de producción
- ✓ Producto terminado
- ✓ Instalación

5. Análisis cuantitativos

- ✓ Análisis de métodos para encontrar cantidad a inspeccionar

6. Análisis de especificaciones de calidad

- ✓ Entradas
- ✓ Proceso
- ✓ Salidas

7. Análisis de costos

- ✓ Estudio de costo de producción
- ✓ Costos de calidad

8. Implementación de normativo

- ✓ Indicaciones de mejoras en cada operación del proceso de producción.

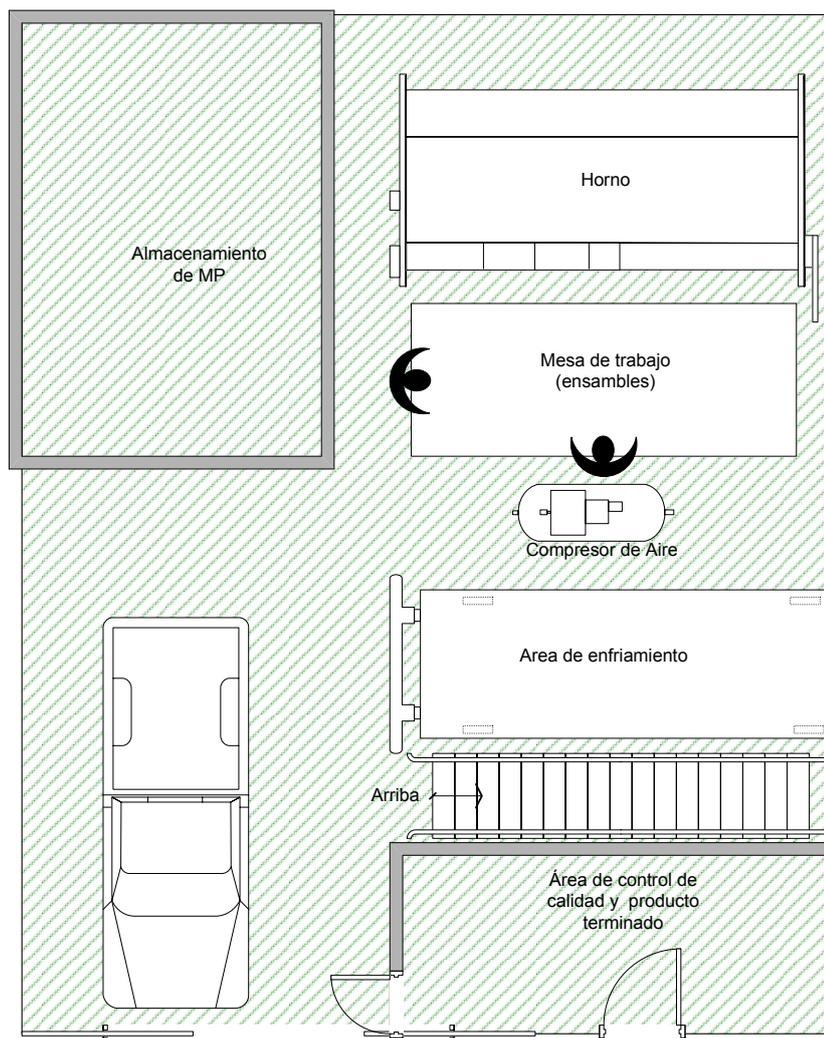
4.1.1 Condiciones de área de trabajo

Debido a las condiciones de la empresa, se tiene la necesidad de crear un orden en los procesos y ubicaciones de áreas de producto terminado y bodega, a continuación plantea una propuesta de la nueva distribución, en donde las áreas a reubicar son las siguientes:

- ✓ Área de almacenamiento.
- ✓ Área de producción.
- ✓ Área de producto terminado.
- ✓ Área de análisis de control de calidad.

La empresa tiene dos niveles, se presenta la distribución nueva para la planta baja y alta respectivamente. La figura 25 muestra el primer nivel de la planta:

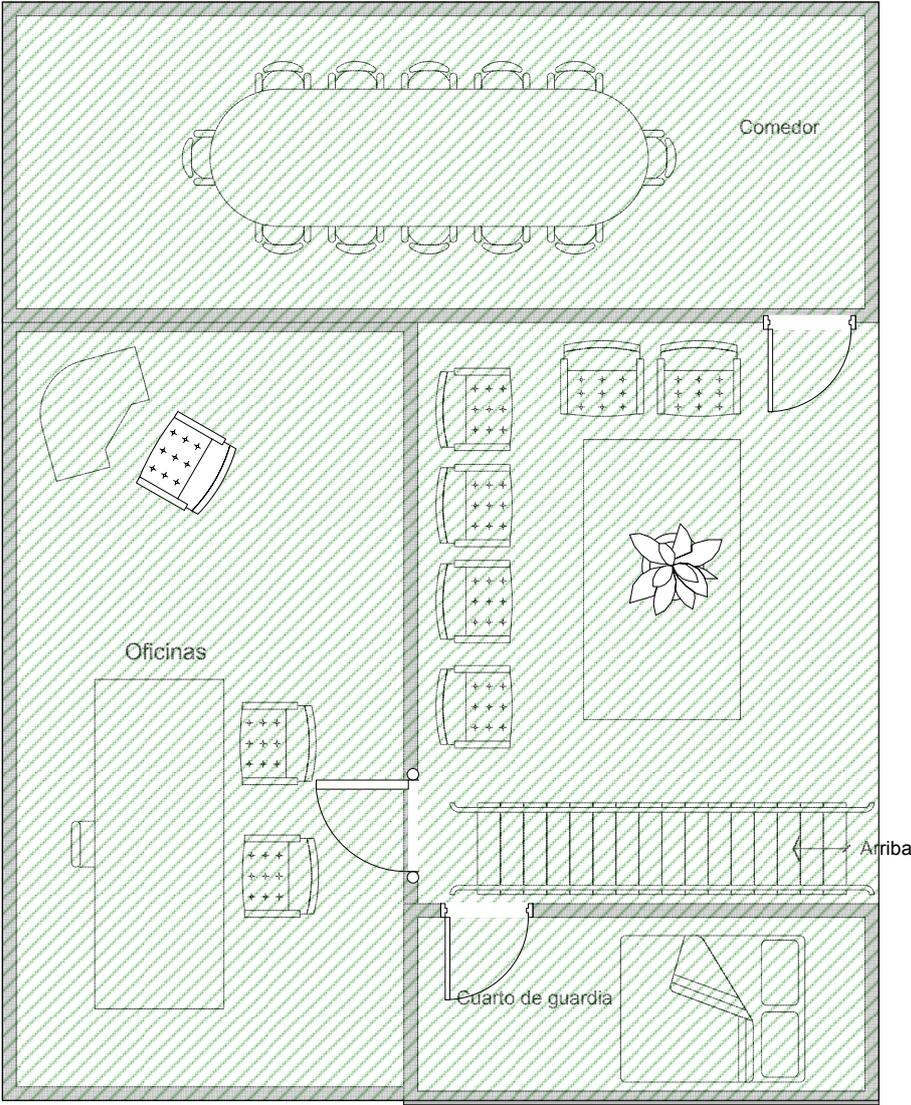
Figura 25. Planta baja propuesta



Fuente: Creación propia del autor

La figura 26 muestra el segundo nivel de la empresa, donde se tienen que instalar las oficinas, esto para hacer más cercana el área administrativa al área de producción, pues actualmente una se encuentra en dirección diferente de la otra:

Figura 26. Planta alta propuesta



Fuente: creación propia del autor

4.1.2 Maquinaria y equipo

La propuesta es de renovar el horno actual, el resto de maquinas que se utilizan actualmente, cumplen con la tarea de una manera eficiente. Con la utilización del nuevo horno, se eliminan problemas como las manchas en el plástico.

Horno de gas con circulación forzada de aire

FUNCIONAMIENTO DEL HORNO:

- ✓ Este proporciona calor uniforme y temperatura constante con el mínimo riesgo de sobrecalentar la lámina acrílica.
- ✓ Los hornos de gas requieren intercambiadores de calor para prevenir la acumulación de tizne provocado por el flujo de gas, así como controles para interrumpir el paso de gas en caso de ser necesario.
- ✓ Para obtener un calentamiento uniforme de la lámina es importante que colgarla en forma vertical y esto se puede lograr teniendo un sistema que sujete el material a lo largo con broches o canales con resortes y que éstos se recorran por medio de carretillas que se deslicen sobre rieles tipo closet.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Los hornos eléctricos pueden ser calentados, utilizando los siguientes grupos de dispositivos:

Tabla VIII. Especificaciones técnicas de horno

No	Descripción	Unidad de medida	Obervaciones
1	Resistencia electrica	1,000 watts	Para horno con capacidad de 100 metros cubicos, se consumen aproximadamente 25,000 watts y la mitad de esta es utilizada para compensar perdida de calor por fugas.
2	Espesor de aislamiento	2 pulgadas	Puertas del horno angostas para evitar perdida de calor
3	Termómetros	0° - 250°C	Dispositivos para el control estricto de la temperatura
4	Ventiladores	150 pies/min	Para distribución de aire hacia todas las zonas del horno

Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

Figura 27. Horno de gas con circulación forzada de aire



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso/foto.pdf

4.1.3 Recursos para mano de obra

Se debe proporcionar a los empleados los recursos necesarios para la ejecución eficiente de sus distintas operaciones, se ha tomado la recepción de materia prima debido a la importancia que esta implica en el resto del proceso de producción. A continuación se muestran las herramientas necesarias para llevar control de materiales que ingresan a la bodega de la empresa:

Tabla IX. Herramienta y materiales para recurso humano

Actividad	Herramienta	Utilidad
Recepción de materia prima	Copia de orden de compra emitida	Comparación de materiales o insumos con la factura entregada por el proveedor
	Vernier	Mediciones de materiales que se especifican con espesores, diámetros, etc., emitidos en la orden de compra
	Cinta metrica	Mediciones de materiales que requieren mediciones de longitudes exactas emitidas en la orden de compra.
	Estibadora hidraulica (carro que transporta materiales)	Transporte de materiales livianos (tornillos, roldanas, electrodo, flux, etc.)
	Pesadora	Medicion de productos que se compran por peso (electrodo)

Fuente: investigación realizada en empresas dedicadas al negocio

4.1.4 Estaciones de inspección

Es necesario el establecimiento de estaciones de inspección para mejorar la elaboración del producto, las cuales se tendrán en cada punto crítico de salida de proceso terminado los subprocesos del procedimiento master, esto quiere decir que existirá una estación de inspección que se base en procedimientos propuestos en este documento. Las estaciones de inspección se crearán en los siguientes puntos del proceso.

- ✓ Recepción de Materia Prima.
- ✓ Proceso de Producción.
- ✓ Producto Terminado.
- ✓ Montaje (instalación).

4.1.5 Cantidad a inspeccionar

Como se ha mencionado anteriormente (véase pág. 64), se efectúa una manera sencilla de inspección de artículos, que lleva el procedimiento descrito en ese apartado de este documento.

Al desarrollar el procedimiento de calculo de cantidad a inspeccionar se debe adiestrar a un empleado con las facultades necesarias, en consecuencia, mientras mejor preparado esté el individuo, mejor será el desempeño que realice y más exacto se encontrará el resultado, en búsqueda del mejoramiento de la calidad.

4.1.6 Inspección de especificaciones de calidad

Con el objetivo de cumplir con los requerimientos del cliente, se hará uso de procedimientos establecidos (véase apartado 4.1.5), procedimientos de control de calidad), verificando las especificaciones del producto, el análisis de calidad en cada estación del proceso es el componente ideal para ofrecer un bien que satisfaga las especificaciones del cliente.

4.1.6.1 Entradas

Cada insumo, herramienta, o cualquier material a utilizar en la elaboración del producto final, tiene que ser inspeccionada con los documentos respectivos, los cuales tienen que dar fe de la calidad de cada una de estas adquisiciones para la empresa, los documentos a consultar son:

- ✓ Ordenes de compra (véase apéndice 2)
- ✓ Envíos del proveedor (proporcionados por el proveedor)
- ✓ Hojas técnicas de los materiales (proporcionadas por proveedor)
- ✓ Certificados de calidad.(Proporcionadas por el proveedor)

Cada uno de estos documentos tienen que estar con sellos, membretes, etc., donde se asegure su respectiva funcionalidad, de no ser así se procede al rechazo del artículo, mas adelante se indicará el procedimiento que debe seguirse para la recepción y entrada de materiales hacia la empresa.

Los objetivos principales para la implementación de los nuevos procesos son:

- ✓ Eliminar la recepción de material defectuoso.
- ✓ Mantener un orden lógico en recepción de materiales.
- ✓ Tomar en cuenta cada documento importante que puede tener repercusiones negativas si no se hace.

4.1.6.2 Proceso

En el proceso de fabricación se deben de considerar las especificaciones del producto en cada fase o actividad que forma parte del procedimiento, esto quiere decir que cada vez que se finalice una operación, el producto en elaboración se tendrá que inspeccionar, verificando si cumple con las características que se han establecido. Los objetivos principales a inspeccionar cada parte del proceso se mencionan a continuación:

- ✓ Determinar fallos en la finalización de cada actividad del proceso.
- ✓ Eliminar el rechazo de productos.
- ✓ Eliminar la necesidad de reparaciones en el producto cuando este ya haya sido entregado al cliente.

Producto terminado

En el análisis del producto terminado establecerán procedimientos mas estrictos que perfeccionen la salida del producto hacia el cliente, los objetivos del programa de inspección de producto terminado son los siguientes:

- ✓ Evitar el rechazo del cliente hacia el producto.
- ✓ Evitar gastos de calidad en reparaciones.
- ✓ Evitar las visitas por motivos de desperfectos en los domos ya instalados.
- ✓ Determinar métodos de aseguramiento de calidad para entrega al cliente.

4.1.6.3 Entrega de producto

Establece la relación entre empresa y cliente, para que la calidad de atención sea la mejor, y el cliente tenga la satisfacción por el uso de servicios de la empresa para que siga haciendo uso del mismo. Los objetivos para la inspección de entrega de producto son:

- ✓ Asegurar clientes fijos.
- ✓ Satisfacer por completo las necesidades del cliente.
- ✓ Ser reconocidos a otros clientes por testimonio del cliente actual.

4.2 Análisis de costos al implementar el sistema de control de calidad

Los costos de una empresa al no prestar un servicio o elaborar un producto con calidad, no se ve reflejado en el ambiente físico que se mantiene en la empresa, en repetidas ocasiones se tiene el pensamiento de que el trabajo esta saliendo y que hay ganancias, pero no siempre es así, existen costos ocultos de calidad. Se ha elaborado un estudio de costos interno de la empresa, donde se presenta cada gasto que se realiza para la elaboración de una cantidad "C" de domos, el resultado final del estudio dividido entre la cantidad "C" de domos elaborada da como resultado el costo de cada domo.

La siguiente tabla muestra los costos actuales aproximados de la empresa para la producción e instalación de domos en un mes, independientemente de cuantas unidades se hayan fabricado:

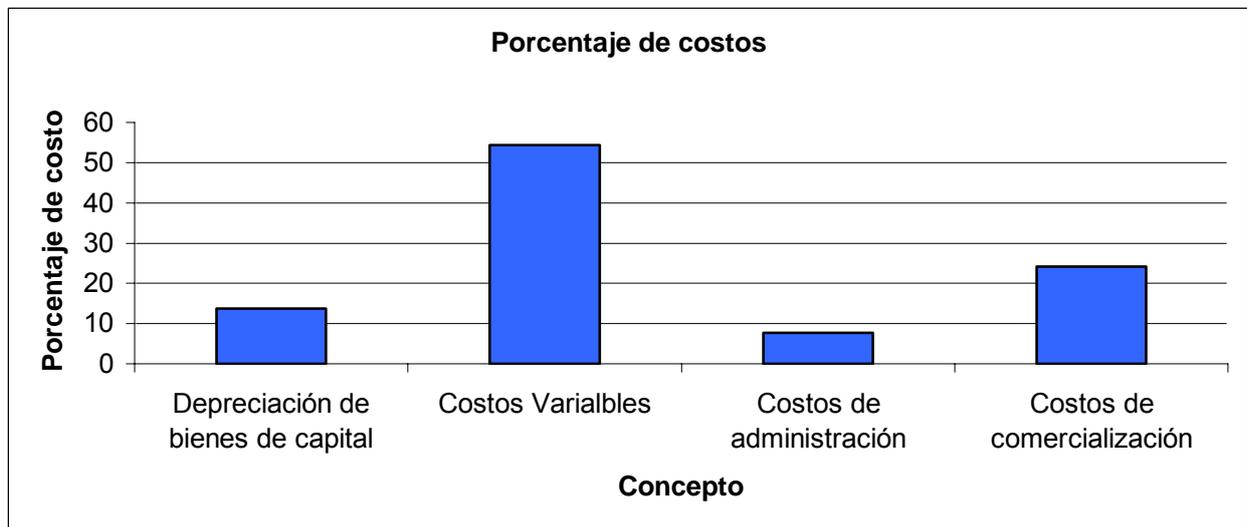
Tabla X. Costo de producción mensual⁵

Producción		
Fijos		% del costo total
Alquiler	Q 800.00	1.59
Salarios	Q 4,600.00	9.14
Depreciación de bienes de capital		
Horno	Q 250.00	0.50
Mesa de moldeo a presión	Q 200.00	0.40
Compresor	Q 133.33	0.26
6 Triquets	Q 33.33	0.07
Caladora	Q 25.00	0.05
Sierra circular	Q 30.00	0.06
2 barrenos	Q 58.33	0.12
2 máquinas de soldar	Q 150.00	0.30
Herramientas de soldadura	Q 41.67	0.08
Ventilador	Q 5.00	0.01
Pistola para pintar	Q 6.25	0.01
Herramientas de banco	Q 8.92	0.02
Servicios	Q 608.68	1.21
Subtotal	Q 6,950.51	13.81
Variables		
Materia prima		
Plástico	Q 15,035.45	29.87
Polycarbonato	Q 49.23	0.10
Talco industrial	Q 33.33	0.07
Madera	Q 750.00	1.49
Clavos sin cabeza	Q 7.50	0.01
Clavos para molde	Q 7.50	0.01
Silicon	Q 1,560.00	3.10
Tornillos, arandelas y tarugos	Q 500.00	0.99
Costaneras de metal, abrazaderas	Q 6,000.00	11.92
Lámina	Q 1,000.00	1.99
Anticorrosivo y pintura	Q 1,200.00	2.38
Insumos	Q 1,213.68	2.41
Otros gastos		
Subtotal	Q 27,356.69	54.34
Administración		
Sueldos	Q 1,176.00	2.34
Depreciación de bienes de capital	Q 1,666.50	3.31
Material de oficina	Q 100.00	0.20
Servicios	Q 915.06	1.82
Subtotal	Q 3,857.56	7.66
Comercialización		
Sueldos	Q 1,400.00	2.78
Comisiones sobre ventas	Q 6,700.38	13.31
Publicidad y promoción	Q 1,274.58	2.53
Flete	Q 2,800.00	5.56
Depreciación de bienes de capital		
2 Camiones	Q 3,366.67	6.69
Subtotal	Q 12,174.96	24.19
TOTAL DE COSTOS	Q 50,339.72	100.00
Equivalente dolares	\$6,623.65	Tipo de cambio Q7.60

Fuente: historial Talleres Polanco

⁵ El costo mensual de producción está referido a un promedio de 100.24 unidades.

Figura 28. Gráfico de porcentajes de costos de producción



Fuente: historial Talleres Polanco

4.2.1 Costos de calidad en proceso de producción

Los costos de producción requieren de un estudio, a continuación se presenta un breve esquema para calcular por recurso cada gasto. La siguiente es una tabla⁶ de comparación entre la situación deseada y la situación actual en el proceso de producción:

Figura 29. Cálculo de costos de calidad por recurso

Tabla costos de Calidad							
Recurso: Tiempo							
Tabla No.1		Analiza: Ruben Pérez		Fecha: 29 mar 2007		Proceso: Fabricación de domo	
No.	Actividad	Tiempo Real (min)	Tiempo Ideal (min)	Diferencia (min)	Costo MO/min	Costo de calidad	
1	Colocar moldes	1.00	0.25	0.75	Q 0.04	Q 0.03	
2	Clavar macho de molde	2.10	1.00	1.10	Q 0.04	Q 0.04	
3	Quitar clavos	0.98	0.50	0.48	Q 0.04	Q 0.02	
Total						Q 0.09	

⁶ Esquema creado por el autor de este documento

En este caso la tabla muestra el costo de calidad del tiempo utilizado como recurso, se tiene que desglosar cuanto gana un operario promedio en el proceso de producción, la tabla muestra las comparaciones y costos del recurso tiempo, mientras mas se desvíe el trabajador del tiempo ideal, mas costoso va a ser e producto final, la tabla actúa de la siguiente manera:

$$C = Q(T - t)$$

Donde:

C = costo de calidad incurrido.

Q = Salario de un trabajador promedio.

T = tiempo real de operación.

t = tiempo ideal de operación.

Cuando 'T' es mayor que 't' entonces se tiene pérdidas aparentes, de lo contrario se tienen ganancias aparentes. Se tiene que mencionar que algunos productos pueden salirse de los límites del tiempo 't' pero estos deberían de ser esporádicos, pero si de alguna manera se tiende a siempre ser mayores se tendría que ver la situación del trabajador como su medio ambiente de trabajo.

4.2.2 Costos de calidad en instalación

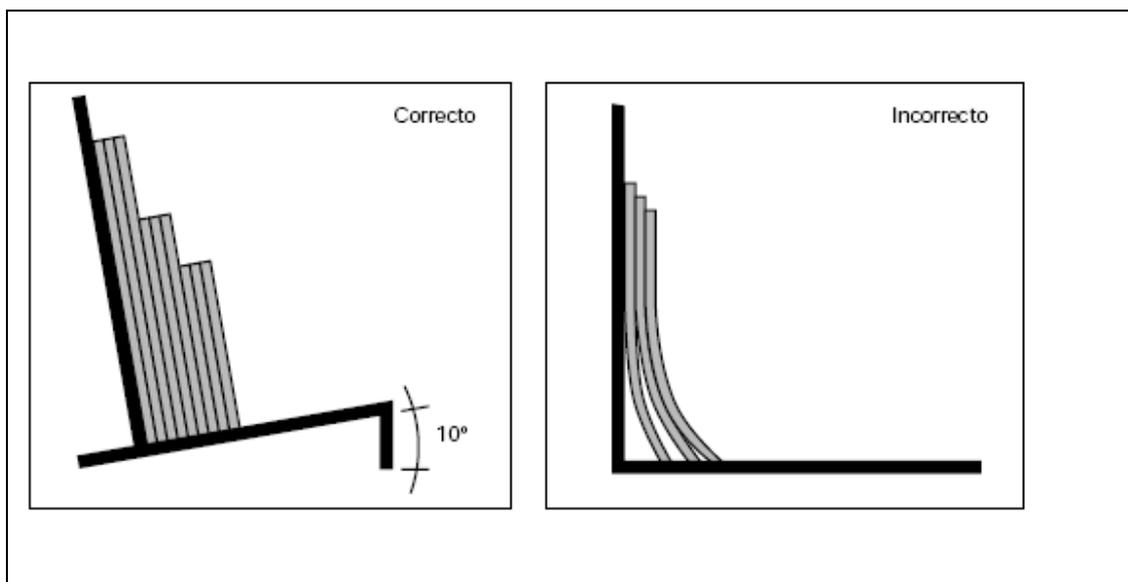
Al igual que en el proceso de producción se enfatiza en la situación actual y situación deseada en el proceso de instalación del domo, se utiliza la misma tabla que en costos en el proceso de producción, solamente que ahora se tiene que especificar cual es el domo que se ha montado. Esta tabla no puede estudiar solo el recurso tiempo, puede evaluar cualquier otro recurso pertinente.

4.3 Normativo de control de calidad

4.3.1 Recepción de materiales

- ✓ Cumplir con las especificaciones técnicas propiamente dichas del producto.
- ✓ Verificar acuerdos de pago entre el departamento de compras y el proveedor (crédito, contado).
- ✓ Coincidir con la cantidad requerida en la orden de compra.
- ✓ **El almacenaje:** deberá ser en posición vertical, en estantes ligeramente inclinados con un ángulo aproximado de 10° y una base no mayor a 25 cms. De ésta manera, las caras de la lámina acrílica se apoyarán en toda su superficie, evitando deformaciones y facilitando el manejo como se observa en la siguiente ilustración. las láminas de plástico se muestra en la siguiente figura 30.

Figura 30. Almacenamiento correcto de láminas de plástico



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

- ✓ **Limpieza:** antes de ser almacenado, se tiene que hacer una labor de limpieza a la lámina acrílica, se limpia completa y fácilmente utilizando una solución de agua y 1% de detergente suave o jabón. Se aplica con un paño o franela limpia y seca, obteniendo resultados satisfactorios para remover grasa y aceite. Sólo en casos extremos podrá utilizarse alcohol isopropílico, nafta o hexano. Es importante no utilizar solventes orgánicos, ya que atacan la superficie de la lámina. Para evitar la atracción de polvo por cargas electrostáticas en la lámina, deberá limpiarse siempre con un trapo húmedo o con productos hechos para tal fin. Cuando el material presente ralladuras superficiales utilice un pulidor especial, aplicando sobre la superficie de la lámina con un paño o franela limpia y seca, esperando de 10 a 20 segundos para eliminarlo y posteriormente devolver el brillo.

- ✓ **Protección:** después de haber sido limpiado, se tiene que proteger la lamina, la etapa recomendada es la siguiente:

Película termoformable (PT)

Esta protección plástica termoformable (transparente) es aplicada en una cara de la lámina, ideal para la manufactura de productos termoformados con gran profundidad con una resistencia al transporte, manejo, almacenaje y transformación similares a los de la película de plástico acrílico. Su uso se recomienda en hornos de gas con circulación forzada de aire y temperaturas entre 180°C – 200°C.

La lámina acrílica se encuentra con protección estática en ambas caras, espesores de 1.5 hasta 6.0mm y con protección de papel kraft (utilizado en el embalaje para bolsas, sacos multicapas y para envolturas) en espesores de 8.0

a 32.0mm., sin embargo se puede elegir con cargo adicional y bajo pedido otro tipo de protección.

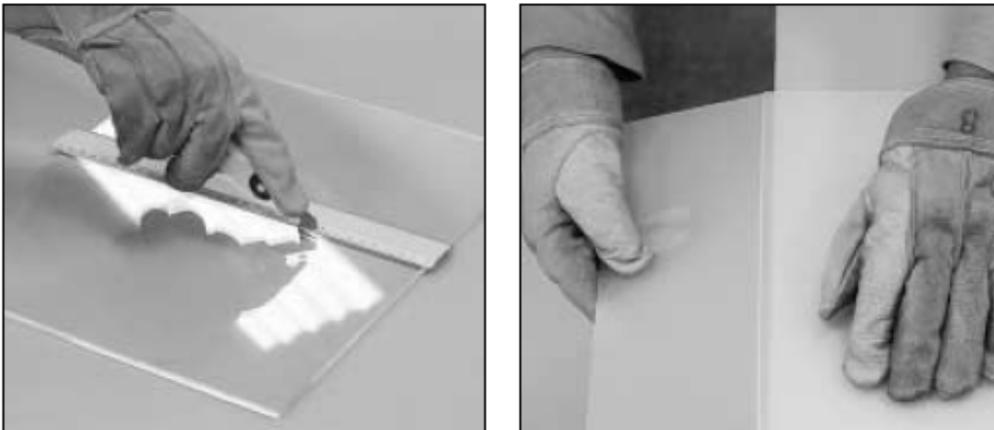
4.3.2 Proceso

En este se establecen precauciones de utilización en las operaciones críticas del proceso, añadiendo algunas operaciones que actualmente no se están trabajando, esto quiere decir que al flujo de operaciones actual, se debe hacer los cambios necesarios para adecuar las operaciones de la mejor manera, estas correcciones se tienen que implementar en el proceso de producción para que el producto final satisfaga en realidad los requerimientos físicos del cliente y los objetivos de la empresa, como se muestra a continuación:

- ✓ **Corte:** La lámina acrílica puede cortarse de diversas maneras, utilizando herramientas manuales o eléctricas, (como las que se usan para cortar madera) y su selección dependerá del tipo de trabajo y producción a fabricar. Las láminas delgadas pueden ser cortadas en forma muy similar al vidrio (existen en el mercado cutters o navajas especiales para cortar plásticos, hojas laminadas, etc.), al realizar esta operación se deberá:
 - a. Colocar el material sobre una superficie plana apoyado de una regla, se requiere repasar varias veces con el filo de la navaja y atravesar aproximadamente 1/3 del espesor del material.
 - b. Sujete firmemente la lámina verificando que la línea trazada en el material quede hacia arriba luego del corte.
 - c. Presione la parte saliente hacia abajo hasta desprenderla.

- d. Raspe los bordes para evitar los filos. Para esta operación se recomienda usar guantes y no hacer cortes muy largos o en un material mayor a 6.0 mm al emplear este método.
- e. La operación se realiza como lo muestra la figura 31.

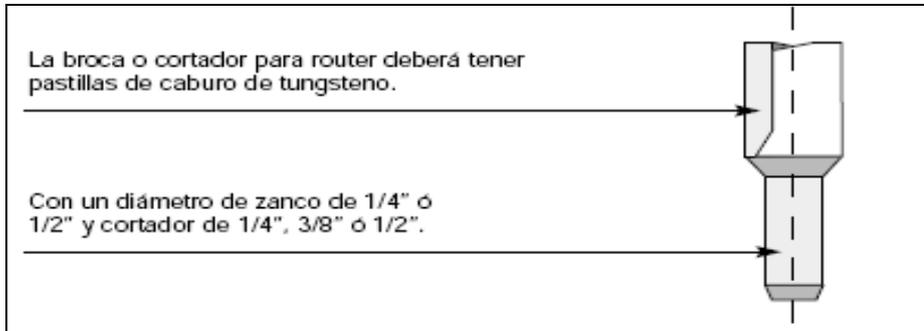
Figura 31. Corte de lámina de plástico acrílico



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

- ✓ **Maquinado:** La lámina puede ser cortada con un encaminador portátil o fijo (eléctrico o neumático). Se recomienda utilizar un router eléctrico de 1.5. HP de 20,000 a 30,000 RPM, procurando utilizar brocas o cortadores con pastillas de carburo de tungsteno y de diámetro min. de 1/4" ó 3/8" e idealmente de 1/2" para evitar que la vibración producida por la alta velocidad rompa el material. Este método brinda un corte sumamente uniforme y sirve tanto para dar forma, como para realizar agujeros de gran diámetro. Se puede utilizar el router fijo a una mesa y con una guía copiadora para piezas de diseño complicado.

Figura 32. Router a utilizar:



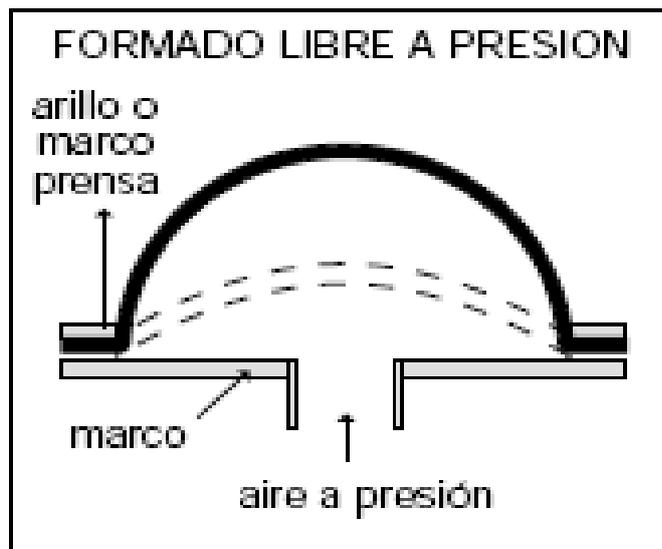
Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

- ✓ **Grabado:** Se puede utilizar un grabador eléctrico o neumático con velocidad variable (5000 a 20000 RPM), existe una gama muy amplia de fresas de corte para dar distintos efectos. Generalmente este equipo se emplea para grabados de piezas artísticas
- ✓ **Cantado:** Es la operación que tiene por objeto eliminar la huella que se produjo durante la operación de corte. Se puede realizar con cantadora eléctrica para madera y cortador con pastilla de carburo de tungsteno, cantadora eléctrica manual o con una cuchilla en forma manual.
- ✓ **Lijado:** Antes de proceder al pulido de lámina acrílica debe lijarse hasta obtener un acabado uniforme y mate. La calidad del lijado dependerá del tipo de lija que se utilice. Mientras más fino sea el grano, más fino será el acabado. Si el trabajo ha ocasionado marcas profundas en la superficie de la lámina, deberá lijarse con una lija de grano medio entre No. 180 y 320, para continuar con una lija fina, de preferencia lubricando con agua, del No. 400 al 600 hasta obtener una superficie uniforme, mate y libre totalmente de toda marca. Esta operación se puede realizar tanto a mano, como usando equipo mecánico o eléctrico como se muestra a continuación:

- a. Lijado a mano: Para lijar a mano se aplican técnicas similares al trabajo con madera, pero con más cuidado. Se debe emplear una cuña de madera o hule para efectuar el lijado. En la eliminación de marcas, asegurarse de que el lijado abarque un área mayor a la de la marca para evitar distorsiones y se vea manchada. Trabajar con un movimiento circular, presionando ligeramente y lubricando con agua de preferencia.
 - b. A medida que se trabaje con lámina acrílica, se adquirirá experiencia suficiente para determinar las necesidades de lijado para cada caso.
 - c. Lijado con equipo mecánico: Se pueden utilizar lijadoras mecánicas comerciales para trabajar con lámina acrílica. Realizar la operación como si se tratara de madera, pero empleando menor presión y velocidad. Obviamente es necesario cambiar el tipo de lija, dependiendo del trabajo a realizar, siempre lubricando con agua, sobretodo con lijas finas de los números anteriormente recomendados.
- ✓ **Termoformado:** la manera de realizar el termoformado se denomina formado libre a presión o vacío de aire, también se plantea el llamado formado a vacío y presión molde hembra.
- a. Formado libre a presión o vacío de aire: Las piezas que requieren claridad óptica como los domos, se pueden formar sin molde, basta estirar el acrílico. La forma de la

pieza terminada, será dada por la forma y tamaño de arillo que lo fije al marco y por la altura que se dé por vacío o presión; estas formas sin embargo, se limitan a contornos esféricos o burbujas libremente formadas. Para el formado libre deberá preferirse el uso de vacío; para presiones mayores a una atmósfera se tendrá que usar soplado o presión de aire. La forma de la pieza será dada por la forma y tamaño del arillo que la fije al marco así como se muestra en la figura 33.

Figura 33. Formado libre a presión o vacío de aire

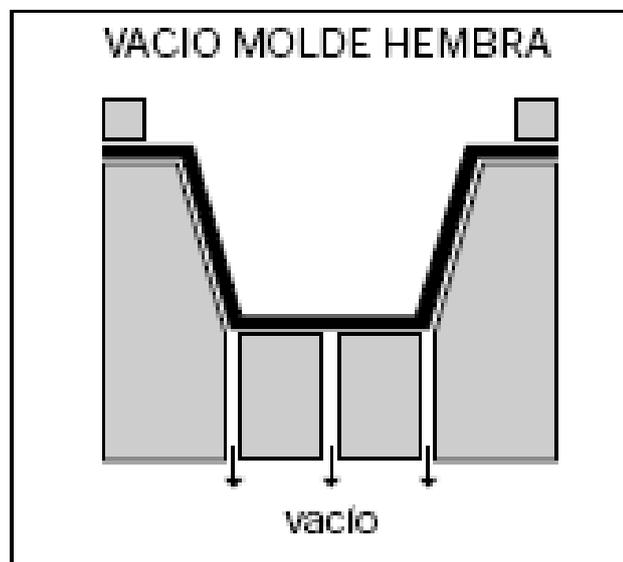


Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

b. Formado a vacío y presión de molde hembra: Este procedimiento permite formar piezas sobre moldes cuya forma requiera mayor precisión que la que se obtiene por vacío. De esta manera se logra piezas con buena definición de detalles y tolerancias dimensionales cerradas. Sin embargo, las altas

presiones causarán marcas del molde en la pieza. Si se requiere presiones altas, los moldes deberán ser de metal u otros materiales que soporten grandes presiones sin deformarse. El buen acabado de los moldes es imperativo para lograr piezas de calidad. La figura 34 muestra el proceso de vacío molde hembra.

Figura 34. Formado a vacío presión de molde hembra



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

- ✓ Pegado de piezas: La lámina acrílica puede ser pegada con solventes y adhesivos, formando uniones fuertes, durables y transparentes. La fuerza y apariencia de la unión dependerá del cuidado y destreza con que se realice. A continuación se muestran los pasos para el pegado de piezas:

Preparación de la superficie:

No forzar las superficies a unir, es más fácil trabajar cuando están planas o rectas. No necesitan preparación adicional las áreas de la lámina que formen parte de la superficie original, así como un corte limpio hecho con sierra. Pero si el área a unir tiene imperfecciones, es necesario lijarla o darle algún otro acabado hasta dejarla plana, lisa y a escuadra. No pulir los lados a unirse pues se redondeará la superficie, disminuirá el área de contacto y se craqueará la unión. Siempre remover la protección (papel o película) del área que se va a unir. Es bueno proteger la superficie cercana al área de pegado con cinta adhesiva que no sea afectada por el solvente o adhesivo, presionar bien para que éstos no se filtren debajo de ella. La cinta debe ser removida después que la unión se haya realizado. Usar solventes tales como los que se describen en la tabla XI.

Precauciones para trabajar con solventes:

- ✓ Área ventilada
- ✓ No exponer al calor excesivo el área de trabajo (fumar, encender fósforos).
- ✓ Utilizar equipo de seguridad apropiado.

Tabla XI. Tipo de adhesivos y características

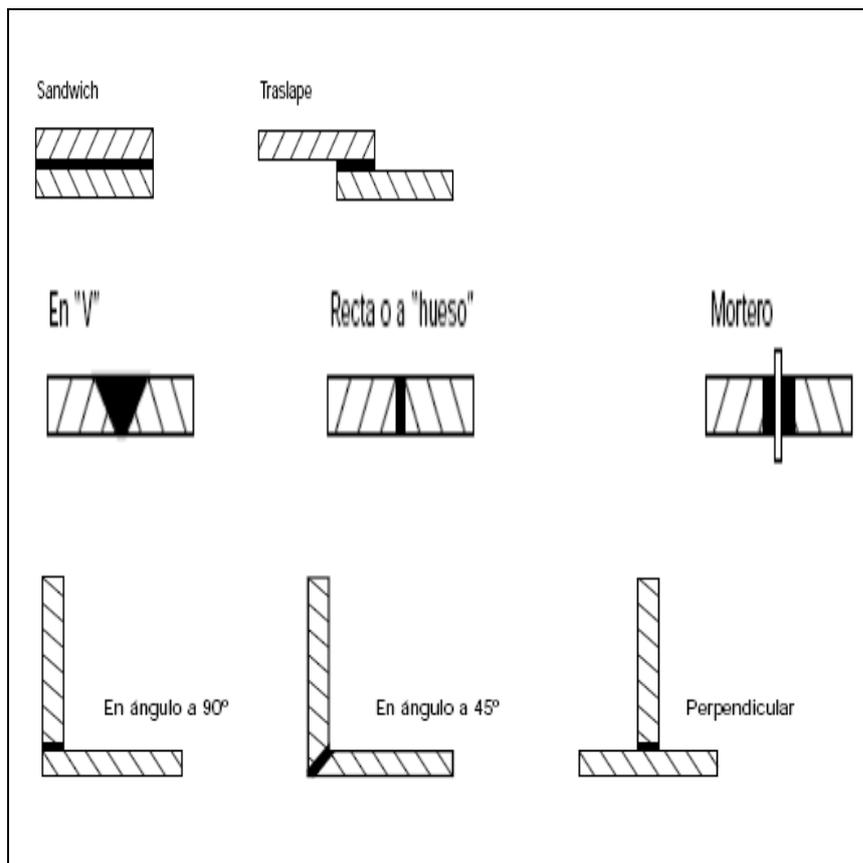
TIPOS DE ADHESIVOS		
TIPOS	PRODUCTOS	CARACTERÍSTICA
Solventes	Cloruro de metileno Cloroformo Acetonas Tolueno	Son líquidos de baja viscosidad, funden el acrílico en poco tiempo, su evaporación es rápida, seca rápido
Cementos solventes	Los mismos solventes mas viruta de acrílico AD-CRYL extra	Se puede dar la viscosidad requerida, rellenan huecos, pegan relativamente rápido.
Adhesivos polimerizables	AD-CRYL III PG-PLUS	Son de la misma materia prima del acrílico, únicos estables a la interperie, forman uniones muy resistentes.

Fuente: materiales.unex.es/download/adhesivos.pdf

Tipos de unión

Se pueden efectuar tipos de uniones como los que se trabajan en madera, estas uniones se pueden lograr por medios mecánicos o pegándolos con adhesivos. En la formación de domos, las uniones se pueden utilizar cuando sea necesario realizar la llamada cadena de domos, que consiste en colocar un domo después de otro, según la forma que se le quiera dar, o también cuando exista la necesidad de unir los domos a superficies que contengan plástico o similar, en los cuales las clases de uniones que se muestran en la figura 35 se acopla perfectamente. A continuación se muestran los tipos de uniones entre plástico que existen.

Figura 35. Tipos de unión en plástico

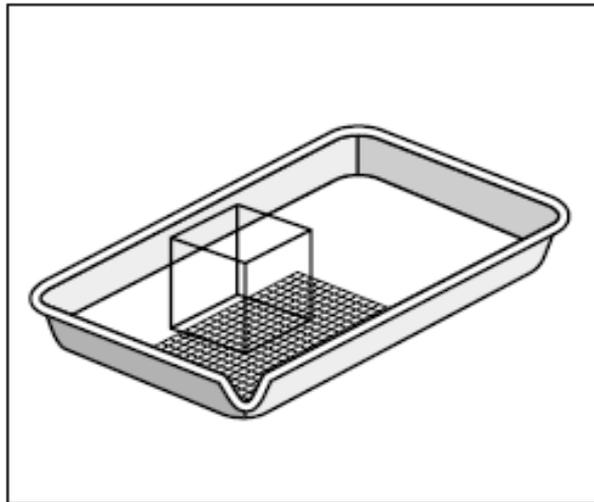


Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

Pegado:

Inmersión en remojo: Se sumerge el canto de una de las piezas a unir directamente en el solvente de 3 a 5 minutos. Utilizar una bandeja poco profunda de aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado, vidrio o polietileno, para sumergir el acrílico. Colocar una malla metálica dentro de la charola, para que el borde de su lámina no toque el fondo de la misma. Procurar que la bandeja esté nivelada y vierta solvente dentro de ella sólo a cubrir uniformemente la malla metálica. Luego cuidadosamente coloque la orilla que se va a pegar dentro de la bandeja hasta que se apoye sobre la malla y sujetarla con un soporte o con las manos mientras se remoja. La parte en contacto se hincha y se disuelve ligeramente propiciando la unión. La pieza se retira permitiendo escurrir el exceso, se coloca en la parte a pegar y se mantienen las partes en firme contacto hasta que el solvente se evapore o la unión este firme. La lámina de acrílico debe ser reposada en el solvente de 1 a 5 minutos, dependiendo del espesor de la lámina, el tipo de solvente y la fuerza de pegado requerida. El tiempo de remojo (inmersión) debe ser el suficiente para que el canto de la lámina se hinche. Permitir que escurra el exceso de solvente, sujetando la pieza en ángulo inclinado. Luego cuidadosamente, pero rápido, coloque la pieza remojada precisamente sobre la otra parte que se va a unir. Mantenga las partes unidas sin presionar, más o menos 30 segundos, para permitir que el solvente actúe en la superficie de la otra pieza y se evapore. Cuando las piezas estén unidas, mantenerlas en firme contacto, sujetándolas de 5 a 15 minutos sin que se muevan.

Figura 36. Pegado en inmersión



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

Pulido:

Para restablecer el brillo de la lámina acrílica en bordes y superficie, se puede utilizar un pulidor eléctrico o neumático, aunque también es posible pulir a mano. Dadas las circunstancias de la empresa, y su nivel de producción, se recomienda el pulido a mano que se describe a continuación:

Aplique a su lámina acrílica silicón o cera en pasta con una franela blanca, dejando una capa delgada uniforme, después frote repetidamente con la franela, por último limpie con otra franela blanca humedecida (no aplique en zonas impresas para no dañarlas).

Brillo:

Por razones de seguridad, es importante no empezar a pulir cerca del borde superior de la lámina. La rueda fácilmente puede atrapar y precipitar la pieza fuera de las manos del operario, lanzándola lejos o hacia la persona. Se debe

empezar a pulir aproximadamente una tercera parte hacia abajo del borde superior de la lámina y mantener en movimiento de un lado al otro hasta alcanzar el borde inferior, luego de vuelta a la lámina y repita el proceso, se recomienda el uso de guantes y lentes de seguridad. Este método se utiliza cuando se requiere abrillantar zonas donde el pulidor no puede, es una operación fácil, rápida y limpia, ahorra tiempo y dinero. Se pueden utilizar los siguientes equipos:

- ✓ • Oxígeno-acetileno
- ✓ • Oxígeno-butano
- ✓ • Oxígeno-propano
- ✓ • Oxígeno-hidrógeno cromatográfico

Es importante que la flama alcance una temperatura de 1200° a 1300° centígrados, utilizar boquillas de corte para joyería o industria dental, la velocidad de aplicación es de aproximadamente 4 m/min, en proporción de 2 kgs de oxígeno por 1 kg de gas.

4.3.3 Producto terminado

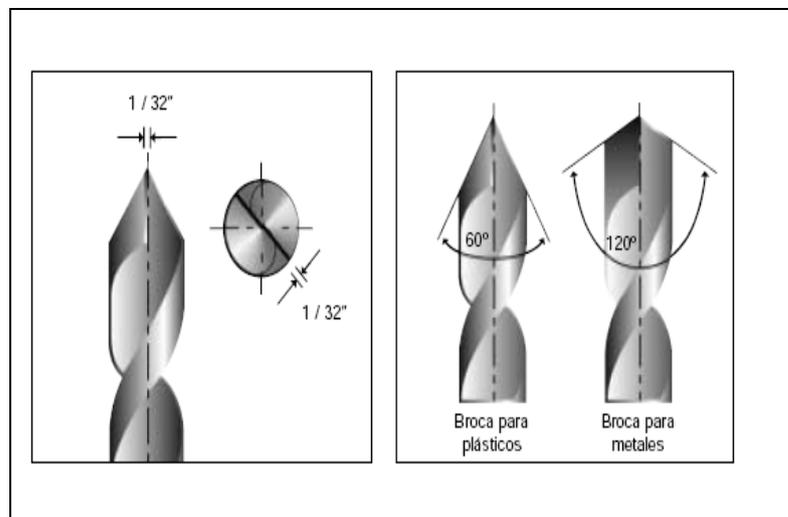
Para el producto terminado únicamente se establece el momento del barrenado puesto que estos se realizarán hasta el momento de montarlo en su superficie de descanso, en donde el cliente quiere que el domo cumpla su función:

Barrenado:

Cualquier tipo de taladro portátil o de pedestal puede ser usado para perforar la lámina acrílica. Un taladro de pedestal es ideal porque da un mejor control y mayor precisión. Teniendo un poco de cuidado, la técnica adecuada y un correcto afilado de su broca, se podrá utilizar con buenos resultados un taladro

manual ordinario. Una broca de alta velocidad para acero puede ser utilizada, pero es recomendable modificarla para prevenir fracturas en su material. Dicha modificación se realiza afilando pequeños planos en ambos filos de la broca, con un esmeril de grano mediano o fino. Estos planos deben quedar paralelos a la longitud de la broca con $1/32''$ de espesor y un ángulo de inclinación entre 60° y 80° . Para un mejor acabado dentro de la perforación, utilizar una broca con canales pulidos y de espiral lenta, los cuales limpiarán la perforación de viruta sin maltratar o quemar las paredes. Si la broca está correctamente afilada y operada a una velocidad adecuada, dos virutas continuas de material emergerán de la perforación. Cuando sea necesario hacer perforaciones de diámetro mayor a 19 mm ($3/4''$), se recomienda utilizar brocas tipo sierra con hueco interior o en su defecto, brocas de extensión a velocidad lenta.

Figura 37. Brocas a utilizar en el barrenado del producto terminado



Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1167952870774Uso.pdf

4.3.4 Instalación

En la instalación, las normas se enfocan en el proceso de montado en la base de descanso del domo, a continuación se muestran con detalle cada una de las normas establecidas:

Procedimiento de operación

a. Precauciones

- ✓ No se debe realizar el trabajo bajo condiciones inseguras. Antes de comenzar el trabajo, se debe repasar las necesidades y los requisitos de seguridad, identificando los peligros, y desarrollando las medidas de mitigación del peligro.
- ✓ Ante la presencia de tiempo tempestuoso se debe cambiar la hora o retrasar las actividades de operación tanto como sea necesario.

b.Toma de datos

Se presentan al cliente los documentos correspondientes para verificar que se están cumpliendo con las expectativas del cliente.

c. Verificaciones en terreno

Se tiene que verificar que las dimensiones con las que se hizo el domo sean en verdad las que se encuentran en el lugar de instalación.

d. Procedimiento de manutención

Se le presentan al cliente las condiciones de mantenimiento que él mismo debe de tener con los domos, asimismo los servicios post-venta que la empresa tiene para el seguimiento del cumplimiento de sus requerimientos.

4.4 Procedimientos de control de calidad

Los pasos a seguir para mantener un constante control sobre las actividades que se realizan a lo largo del proceso de producción y entrega del producto se describen a continuación:

4.4.1 Recepción de materiales

Se describen los procedimientos para tener un mejor control de las entradas de materiales que se utilizaran en el proceso de producción de los domos, el procedimiento se describe a continuación:

- ✓ Verificar documentos de materia prima que ingresa a bodega, entre estos están:
 - a. Órdenes de compra.
 - b. Envíos del proveedor.
 - c. Hojas técnicas de los materiales.
 - d. Certificados de calidad.

- ✓ Revisar el orden de documentos mencionados anteriormente.
- ✓ Revisar materia prima, según su clase: Si son metales o materiales en forma de fabrica:

- a. Contar el número de unidades, según orden de compra y factura.
- b. Verificar su apariencia física (color, tamaño, dimensiones, espesor, etc.)

Si son materiales que vienen en recipientes, o bolsas:

- c. Abrir una bolsa, saco o recipiente y comparar con hojas técnicas.
- d. Verificar su apariencia física (color, tamaño, dimensiones, espesor, etc.)

Para los dos casos tomar medidas drásticas de cumplimiento de requerimientos.

✓ Antes de ingresar a bodega anotar:

- a. Fecha de ingreso.
- b. Tipo de material que ingresa.
- c. Código del material.
- d. Número de lote.

Para esto se presenta un formato de anotaciones de materiales donde se estipula si se acepta o no la mercancía que despacha el proveedor.

Figura 38. Hoja de anotaciones de materiales

ANOTACIONES DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD			
TABLA No.1	Analiza: Ruben Pérez	Fecha: 3 marzo 2007	Cumplimiento de especificaciones
Producto	Tipos de Material	Codigo de Material	Cumplimiento de especificaciones
Hierro	Hierro plano 1/4"x2"x6m	9890	si
Costanera	Galvanizada 4"x2"x1/16"x6m	5645	no

Fuente: creación propia del autor

4.4.2 Proceso

En esta sección se analizarán las recomendaciones que se deben de tomar en el proceso de termoformado, puesto que esta es la actividad crítica o la que le da el título al proceso de fabricación:

Termoformado

El termoformado de la lámina acrílica es el proceso más simple y generalizado para transformarla. Siendo un material termoplástico se reblandece y se maneja fácilmente pudiendo tomar cualquier forma cuando se ha calentado a la temperatura y tiempo adecuados. Al enfriarse recobra su rigidez y conserva la forma a la que fue sometida.

El costo de equipo y moldes es relativamente bajo y se pueden obtener formas bidimensionales o tridimensionales por medio de una amplia variedad de procesos.

- ✓ Las características del producto terminado serán determinadas en el proceso de formado.

- ✓ El material debe de ser calentado uniformemente al punto de revenido y formado antes de que se enfríe por debajo de su temperatura de moldeo.
- ✓ El acrílico deberá enfriarse lenta y uniformemente mientras está en el molde a temperatura ambiente. Deberá considerarse el mismo tiempo que permaneció el material en el horno para evitar posibles deformaciones de la pieza formada. La pieza formada deberá enfriarse antes de ser manipulada de cualquier manera.
- ✓ En el diseño de la pieza deberá tomarse en cuenta el encogimiento del 2% en ambos lados y aumento del 4% en el espesor y una contracción del 0.6 al 1% al enfriar. La temperatura de revenido de la lámina acrílica está dentro del rango de: 160° a 180° centígrados.
 - a. A baja temperatura se obtienen esfuerzos internos como craqueo o fisuras.
 - b. A alta temperatura se tienen burbujas y marcas del molde. Existe una fórmula para determinar el tiempo de permanencia de una lámina de acrílico dentro de un horno:

$$T = 2.1 * E$$

Donde:

2.1 = Constante (min/mm)

E = Espesor del material en mm.

T = Tiempo en minutos.

4.4.3 Producto terminado

El análisis del producto terminado consta de tres categorías:

- ✓ Análisis dimensional: radica en que los domos deben de tener las dimensiones correctas, con el fin de que el producto funcione adecuadamente.
 - a. Altura: se mide a partir de el principio de la base del domo hasta el punto mas alto, por ejemplo, si es un domo tipo burbuja, se mide en el centro del rectángulo formado por el domo, empezando en donde descansa puesto sobre una superficie hasta el punto mas alto de la burbuja. La medida que debe tener dicho domo tiene que oscilar entre $h = 30cm \pm 0.1cm$, la importancia de dicha medida se debe a la ubicación de materiales por debajo del domo, puesto que muchas veces se utiliza para cubrir maquetas que la altura es menor a los 30cm.
 - b. Ancho: es la parte mas pequeña que tiene el domo en el rectángulo formado por su base, dicha medida se tiene que comparar con los requerimientos del cliente, pues cada cliente puede necesitar de una dimensión diferente.

La medida del ancho debe tener la siguiente expresión:

$$A = a \pm 0.1$$

Donde:

A= ancho total del domo en cm

a= ancho de especificación del cliente en cm

0.1= rango de desviación de especificación del cliente en cm

Las medidas pueden ser tomadas en milímetros, pero si se requiere se puede hacer su conversión a las unidades que se requieran según comodidad.

La importancia de esta medida es el perfecto encaje que tiene que existir entre el domo y el área donde este va a descansar.

- c. Largo: es la parte mas grande del rectángulo formado en la base del domo, al igual que el ancho, el largo del domo es proporcionado según los requerimientos del cliente, sucesivamente se especifica en la hoja de toma de datos.

Figura 39. Formato de anotaciones del análisis dimensional

ANOTACIONES DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD		TALLERES POLANCO						
TABLA No.1	Analiza: Ruben Pérez	Fecha: 3 marzo 2007	Acoplamiento					
Producto	Altura (cm)		Ancho (cm)		Largo (cm)		Cumple	Observaciones
	Ideal	Real	Ideal	Real	Ideal	Real		
Piramidal	30	30.01	100	100.01	200	200.25	no	
Burbuja	30	29.99	150	149.99	200	199.99	si	

Fuente: creación propia del autor

La medida del largo debe de acoplarse a la siguiente expresión:

$$L = l \pm 0.1cm$$

Donde:

L= largo total del domo en cm

L= largo de especificación del cliente en cm

0.1= rango de desviación de especificación del cliente.

Las medidas pueden ser tomadas en milímetros, pero si se requiere se puede hacer su conversión a las unidades que se requieran según comodidad.

La importancia de esta medida es el perfecto encaje que tiene que existir entre el domo y el área donde este va a descansar.

- ✓ **Análisis físico:** La apariencia física del domo es de gran importancia, debido a que el cliente puede rechazar o aceptar el producto final. Para el análisis físico del domo se deben incluir los siguientes factores:

Análisis funcional: El buen funcionamiento del domo en cualquier circunstancia es lo que se espera para la completa satisfacción del cliente, este es un complemento de los análisis hechos anteriormente, pero este es para finalizar la completa satisfacción del cliente. Para un completo análisis funcional se toman en cuenta:

- ✓ **Análisis de color y textura del material:** la importancia de la evaluación es para no elaborar domos de un color diferente a las especificaciones del cliente, tanto la revisión de color como textura, son análisis sencillos y rápidos de realizar, es por esto que solo se necesita de un procedimiento:
 - a. En un lugar con buena iluminación observar si el color del domo corresponde a las especificaciones que tiene que cumplir la lámina mostrada por el cliente, haciendo uso de las especificaciones técnicas del material.

- b. Observar que el domo no tenga humedad, pues esto puede ocasionar engaño visual en el color y textura del material.
- c. Revisar si en la superficie del domo no existen residuos de plástico protector.
- d. Transportar el domo a bodega de producto terminado o en su caso al móvil que repartirá el producto.

Figura 40. Formato de análisis físico

ANOTACIONES DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD							
TABLA No.1	Analiza: Ruben Pérez	Fecha: 3 marzo 2007	Análisis físico-requerimientos del cliente				
Nombre cliente	Producto	Textura requerida	Textura de acabado	Color requerido	Color de acabado	Cumplimiento	Observaciones
Arsenio Díaz	Burbuja	Aspera cod. 001	Aspera cod. 001	Transparente	Transparente	si	
Juan López	Arco Cañon	Aspera cod. 003	Aspera cod. 001	Transparente	Transparente	no	código de asperosidad

Fuente: creación propia del autor

- ✓ Análisis de espesores en paredes de domo: El objetivo de verificar la uniformidad del grosor del plástico en todo el cuerpo del producto. El instrumento que se utilizará es el vernier o también conocido como pie de rey, para una toma de datos más exacta, el procedimiento a seguir se detalla a continuación:
 - a. Seleccionar al azar un domo terminado.
 - b. Con el vernier medir los cuatro lados que descansan sobre la superficie de reposo.

- c. El espesor de todos los lados no debe de variar a mas de un 10% del espesor indicado, el cual es de 3mm, de manera que debe seguir el parámetro que se muestra a continuación:

$$\xi = e \pm 0.1 * e$$

Donde:

ξ = Espesor real.

e = espesor de especificación (3mm)

Entonces:

$$\xi_1 = 3.3\text{mm}$$

$$\xi_2 = 2.7\text{mm}$$

Esto quiere decir que el espesor del plástico en el domo no tiene que ser mayor que 3.3mm ni menor que 2.7mm.

- ✓ Análisis para evaluar la ruptura: la lámina de plástico acrílico presenta ciertas propiedades, las cuales para compararlas y saber si cumplen exactamente con sus aspectos técnicos, son evaluadas por ciertas normas, la tabla XII muestra cada una de las propiedades y con que norma evaluarla:

Tabla XII. Especificaciones de ruptura de plástico acrílico

PROPIEDADES MECÁNICAS DE RESISTENCIA	VALOR	UNIDADES	MÉTODOS DE PRUEBA ASTM
Fuerza de tensión a la ruptura (mínimo)	60	Mpa	ASTM D-638
Elongación de ruptura	3 a 7	%	ASTM D-638
Módulo elasticidad de tensión	3000 a 4000	Mpa	ASTM D-638
Fuerza de impacto Gardner	19	lb.in	ASTM D-5420
Fuerza de impacto IZOD	0.4 a 0.6	lb.-ft/in	ASTM D-256
Fuerza de flexión a la ruptura	14 a 16	kpsi	ASTM D-790
Módulo elasticidad de flexión	1000 a 2000	Mpa	ASTM D-790
Dureza Rockwell (escala M)	90 a 92	Rockwell	ASTM D-785
Dureza Barcol	38 a 40	Barcol	ASTM D-2583
Gravedad específica	1.19	g/cm cúbicos	ASTM D-792

Fuente: http://www.plastiglas.com.mx/images/content/PLASTIGLAS_INST/uploads/1169665926544sensacrylultra.pdf

- ✓ Análisis de resistencia al impacto: El objetivo de la prueba es para evaluar la sensibilidad del domo ya sea en caídas o al momento de recibir cualquier tipo de golpe externo, el procedimiento consiste en:
 - a. Fabricar un domo de prueba.
 - b. Dejar enfriar por siete minutos con agua.
 - c. Dejar caer a una altura de cinco metros en un área establecida para dicha prueba.
 - d. La tolerancia de este experimento es de 0% de defectos.

Figura 41. Formato de análisis de impacto

ANOTACIONES DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD					
TABLA No.1	Analiza: Ruben Pérez	Fecha: 12 marzo 2007			
No. de productos analizados	Producto	Fecha de análisis	% de ruptura	Cumplimiento	Observaciones
2	Burbuja	3 de marzo 2007	0	si	
4	Arco Cañon	11 de marzo 2007	25	no	ruptura en esquinas

Fuente: creación propia del autor

- ✓ Análisis de acoplamiento: en esta prueba se evalúan los siguientes puntos:

Acoplamiento con área de descanso: el objetivo es la correcta ubicación y encaje de las dimensiones del domo, el procedimiento a seguir que se presenta a continuación, se tiene que recrear con un molde el área en donde se va a instalar el domo:

- Elaborar con madera el lugar donde el domo será montado.
- Colocar el domo sujetado adecuadamente.
- Observar el correcto ajuste del domo con la superficie, el área del domo debe de tener 1mm más de cada lado para que encaje sin problema.
- Para mejores resultados verificar los aditamentos utilizados en el montaje del domo (tornillos, abrazaderas, etc.).

Figura 42. Formato de acoplamiento área de descanso

ANOTACIONES DE MATERIALES CONTROL DE CALIDAD								
TABLA No.1	Analiza: Ruben Pérez	Fecha: 3 marzo 2007	Acoplamiento					
Producto	Dimensiones de área de acoplamiento (m)		Dimensiones de domo (m)		Diferencia de dimensiones (m)		Cumplimiento	Observaciones
	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho		
Piramidal	2	1	2.01	1.01	-0.01	-0.01	si	
Burbuja	2.5	2	2.51	2.01	-0.01	-0.01	si	

Fuente: creación propia del autor

- ✓ Análisis de filtraciones: se utiliza para determinar el sello entre el domo y la superficie en donde este va a descansar, el procedimiento es el siguiente:

- a. Llenar las partes laterales, frontales y traseras del domo con agua.
- b. Secar la parte inferior del domo (la que queda dentro del lugar que el domo protege).
- c. Colocar papel absorbente por la parte inferior de domo en todas las juntas con la pared o área de reposo.
- d. Chequear alguna evidencia de humedad.
- e. Pasadas dos horas, verificar si la humedad no ha calado en el interior del domo.
- f. Se aceptan 0% defectos.

4.4.4 Instalación

En el proceso de instalación se estipulan los siguientes pasos:

Procedimiento

Se refiere a la limpieza que se debe realizar a los accesorios que se utilizan para la instalación del domo. Para la realización de la limpieza se deben realizar las siguientes acciones:

- ✓ Con una brocha de cerdas blandas retirar el polvo y suciedad presente en los accesorios o herramientas que pueden ser críticas para el daño del acabado del domo.
- ✓ Si es necesario humedecer un paño con agua corriente y limpie aquella suciedad que no fue posible sustraer con la brocha.
- ✓ Revisar la limpieza del área donde el domo va a descansar, si detecta formación de óxidos limpiarlos con una brocha de cerdas duras. Para facilitar el trabajo rociar previamente con algún producto que permita la

limpieza. Una vez finalizada esta inspección, protegidos con silicona líquida para minimizar la formación de óxidos. Se debe tener especial cuidado en las juntas de aluminio.

- ✓ Anotar las acciones realizadas en un papel para documentarlo posteriormente y mantenerlo como archivo.

La tabla XIII señala en resumen las actividades y frecuencias de mantenimiento recomendadas.

Tabla XIII. Actividades y frecuencias de mantenimiento recomendadas

ACTIVIDAD	FRECUENCIA REQUERIDA
Limpieza	Cada dos semanas
Revisión de facturas	Cada tres meses
Señalamiento de área de domo	Inmediatamente después de su instalación

Fuente: creación propia del autor

5. SEGUIMIENTO

5.1 Formatos de calificación

5.1.1 Normas

En el siglo XIII empezaron a existir los aprendices y los gremios, por lo que los artesanos se convirtieron, tanto en instructores como en inspectores, ya que conocían a fondo su trabajo, sus productos y sus clientes, y se empeñaban en que hubiera calidad en lo que hacían, a este proceso se le denominó control de calidad del operario. Con esto se empezó a buscar métodos y maneras de establecer parámetros que se respetaran para la ejecución de las diferentes actividades que lleva un proceso o procedimiento tanto de producción como de cualquier otra índole. El gobierno fijaba y proporcionaba esos parámetros que al transcurrir del tiempo fueron denominados normas, en la mayor parte de los casos, un individuo podía examinar todos los productos y establecer un patrón de calidad único. Este estado de los parámetros de aplicación de la calidad podía florecer en un mundo pequeño y local, pero el crecimiento de la población mundial exigió más productos y, por consecuencia, una mayor distribución a gran escala.

Es así que con la ayuda de la Revolución Industrial, la producción en masa de productos manufacturados se hizo posible mediante la división del trabajo y la creación de normativos.

El proceso de normalización permite estructurar la dirección de una manera única, de manera que se pueda reconocer cada campo de interés para los posteriores procesos que se lleven a cabo con las bases de datos.

Existen básicamente tres razones principales por las cuales se debe de normalizar:

- ✓ Con una base de datos normalizada se limpia y enriquece su información, obteniendo una base de datos con mayor valor agregado, lo que se traducirá en una mayor efectividad de las campañas de marketing, disminución de los ciclos de facturación y en general, una mejor calidad de servicio para el usuario final.
- ✓ Con una base de datos normalizada es posible automáticamente georeferenciar los datos, esto es, asignar coordenadas geográficas, lo que permite utilizar la información en sistemas de mapeo y de información geográfica, tomando ventaja de todo el potencial que esta variable entrega en los análisis descritos anteriormente. Adicionalmente, es posible asignar código postal, lo que redundará en una disminución importante en los costos de envío de correspondencia.
- ✓ Finalmente, teniendo una base de datos normalizada obtendrá un mejor servicio en cualquiera de los procesos, así como la confianza de que sus datos están validados y correctos, lo que le permitirá entre otras cosas, disminuir errores.

El normativo de la empresa seguirá las directrices que se mencionan a continuación:

a. Responsabilidad de la dirección.

- ✓ Definición de los criterios estratégicos y organizativos de la empresa.
- ✓ Construir estrategias que necesita la empresa para tener el control y un futuro más seguro.
- ✓ Plantearse objetivos, comprobar que se cumplen y cerciorarse que la empresa tiene los medios suficientes para producir el producto en unas condiciones aceptables. Este punto se divide en tres aspectos:
 - a. Política de calidad: Se redacta por escrito firmado por la alta dirección donde se establecen las metas primarias de la empresa. Aquí no se habla de objetivos concretos sino de principios generales, como pueden ser la satisfacción del cliente, imagen que se quiere proyectar, etc.
 - b. Organización: Se define la estructura que tiene la empresa (organigrama), las responsabilidades y autoridades de sus integrantes y el encargado de llevar a cabo el proyecto.
 - c. Revisión de la Dirección: Como uno de los objetivos del sistema de calidad es la revisión continua, se deben realizar continuas revisiones para conocer el funcionamiento real del mismo y el resultado que esta dando en cuanto a la consecución de los objetivos.

b. Sistema de calidad.

La estructura del sistema de calidad es la documentación. Aquí se relacionan los documentos, las instrucciones de trabajo (procedimientos) y registros de calidad, entre los cuales podemos mencionar:

- ✓ Corte
- ✓ Maquinado
- ✓ Grabado
- ✓ Canteado
- ✓ Lijado
- ✓ Termoformado
- ✓ Pegado
- ✓ Pulido
- ✓ Brillo
- ✓ Barrenado
- ✓ Recepción de materiales
- ✓ Análisis dimensional
- ✓ Análisis funcional
- ✓ Análisis de acoplamiento
- ✓ Análisis de instalación

c. Revisión del contrato.

Para prevenir los malos entendidos con el cliente se escriben y acuerdan unas especificaciones donde se definen sus necesidades técnicas y económicas de forma que el producto que esta llegando a los clientes responda lo más ampliamente posible a sus necesidades (ver apéndice 1).

d. Control del diseño:

Cubre la interacción entre la investigación de mercado, la revisión del contrato y la definición de la especificación. La empresa capta unas necesidades del entorno y detecta que esta en condiciones de poder cubrirlas. Entonces debe elaborar unas especificaciones que reflejen exactamente como va a cubrir estas necesidades.

✓ Etapas del Diseño:

- a. Planificación del diseño y del desarrollo.
- b. Interfaces organizativas y técnicas.
- c. Datos de partida del diseño.
- d. Datos finales del diseño.
- e. Revisión del diseño.
- f. Verificación del diseño.
- g. Validación del diseño.
- h. Cambios en el diseño.

En cada una de estas etapas la empresa deberá estudiar la sistemática con que va a actuar y delimitar las responsabilidades de cada empleado al respecto.

e. Control de la documentación y los datos.

Asegurar la calidad implica controlar los documentos y datos que tienen relación con la puesta en marcha de la empresa, mediante los procedimientos adecuados. La responsabilidad de elaboración, revisión, aprobación, archivo y distribución de documentos y datos.

f. Compras

La calidad de los proveedores se refleja en el producto ofrecido al cliente, por ello es necesario evaluar y documentar convenientemente las relaciones con dichos proveedores, para asegurar que estos no transmitan sus problemas de calidad a la empresa. Para esto se establece un contrato con los proveedores donde se especifican las condiciones técnicas y económicas del suministro, que tiene que ser aprobado por un encargado de la empresa que tenga potestad para afirmar si estas condiciones se cumplen o no.

Existen tres aspectos importantes en este proceso:

- ✓ Las compras se deben realizar a proveedores previamente aprobados, puede elegir alguna de las siguientes opciones entre otras:
 - a. Realizar una visita o auditoria para comprobar la capacidad del proveedor.
 - b. Por tener un contrato de calidad concertada en base a datos concretos.

Existe una sistemática para revisar los parámetros necesarios de los productos y servicios suministrados. Con base a las especificaciones se definen unos parámetros, estos se revisan con una frecuencia determinada y el resultado se registra en un formato concreto.

No es de obligatorio, pero se considera útil que exista un proceso de reevaluación continua.

g. Control de los requerimientos suministrados por el cliente

Este punto determina el proceso que debe seguir el producto o servicio que aporta el cliente tales como especificaciones de fabricación, planos o materiales que se pudieran utilizar para incorporarlo al servicio (eliminación de errores en techos deteriorados) o bien final (domos), el material que es entregado debe ser revisado para comprobar su adecuación ya que el que algunos componentes los suministre el cliente en un producto o servicio no exime a la empresa de la responsabilidad de brindarle un producto o servicio conforme.

h. Identificación de los productos

Todo producto o servicio que forme parte del producto final que puede ocasionar confusiones o errores debe estar identificado. A partir de la identificación del producto o servicio a lo largo de todo el proceso, y de los componentes que se le añaden se hace una reseña histórica del servicio final.

i. Control de los procesos

Para poner en práctica las especificaciones que se han definido, es preciso asegurar las condiciones óptimas de todo el proceso de producción del producto y para ello la empresa debe ser capaz de controlar todos los parámetros que influyen en estas condiciones. Uno de los objetivos que la implantación de un sistema de control de calidad persigue es la prevención. Para prevenir en la producción de un producto se debe planificar muy bien la producción. Para esto es necesario escribir las instrucciones de trabajo, documentación para todas las actividades que pudiesen tener repercusión en la calidad final. Estas actividades son la base de la planificación.

j. Inspección y ensayos

En muy pocas ocasiones se llega a conseguir los cero defectos. A continuación se mencionan los métodos a seguir para el control de calidad:

- ✓ Control de la recepción.
- ✓ Control durante el proceso.
- ✓ Control final.

Una vez realizado el control en estos puntos es importante registrarlo en un formato normalizado que tendrá dos fines:

- ✓ Tener comprobantes para utilizarlos ante el cliente o auditores.
- ✓ Tener información que posteriormente pueda utilizar para descubrir tendencias o posibles puntos conflictivos, de insatisfacción del cliente.

k. Control de productos no conformes

Conseguir que los productos no conformes sean apartados del proceso, sean valorados y se estudie lo que ha motivado esta no conformidad. Como consecuencia de una inspección del servicio o producto que lo conforman es posible que se detecte una desviación. Todo esto se lleva a cabo siguiendo las directrices que se han mencionado en el capítulo 4 (véase figura 17, pág. 63).

l. Acciones correctoras y preventivas

Más eficacia y eficiencia continuamente es el objetivo, las cuales se alcanzan llevando siempre el control por medio de un formato de acciones mostrado a continuación:

Figura 43. Formato de acciones correctoras y preventivas

TALLERES POLANCO ACCIONES CONTRA PROBLEMAS						
SEGUIMIENTO						
No	Nombre del Problema	Causas	Acciones para solución	Ponderación	Fecha de implantación prevista	Fecha de implantación real
1	Filtraciones	agujeros	aplicación de sikaflex	9 pts.	5-Sep	6-Sep
2	Rajadura	Golpes	ubicación de área de emergencia	10 pts.	5-Sep	5-Sep
3	Manchas	Falta de calor en horno	Aplicación de calor externo	8 pts.	5-Sep	7-Sep

Fuente: creación propia del autor

m. Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega

Muchas pérdidas en la empresa se evitan si se mejoran el almacenamiento y la manipulación de los materiales. Por ello, en el sistema de calidad se estandariza todo lo relacionado con esta temática, con el fin de divulgarlo por toda la empresa y conseguir que todos actúen de una forma determinada. Este punto cobra especial importancia en caso de que el producto producido por la empresa, necesite un tipo de conservación especial, sea delicado o pueda deteriorarse en caso no recibir un tratamiento adecuado.

n. Auditorias internas de calidad

Para que un sistema de calidad sea eficaz se revisa periódicamente con auditorias internas. Cada cierto tiempo, un encargado hace un estudio del grado de implantación del sistema de calidad, del que puede extraer conclusiones e implantar mejoras.

o. Formación

La capacidad humana de la empresa descansa sobre la formación que se da a todos los sus empleados. La empresa dispone de un potencial que debe aprovechar para poder subsistir este es el potencial humano. Y para aprovecharlo debe implantar los siguientes aspectos:

- ✓ Motivación
- ✓ Adiestramiento
- ✓ Comunicación.

p. Servicio post-venta

En caso de que se especifique contractualmente o por garantía, la empresa puede realizar un servicio posventa. En el servicio posventa se pueden definir tipos de garantía, cláusulas limitativas de garantía o respuesta ante rechazos, etc.

q. Técnicas estadísticas

Se utilizan las técnicas estadísticas para valorar la información que se obtiene del sistema, tal como números de clientes satisfechos e insatisfechos, vida útil del producto, costos de producción, y toda información que sea necesaria para la elaboración correcta del producto final.

r. Auditorías

La auditoría es un elemento básico del sistema de calidad, ya que permite revisar su implantación y examinar su efectividad. Durante su desarrollo se

analiza si todo lo expuesto en los procedimientos se esta llevando cabo. La auditoria no es un juicio a los empleados. Tampoco es un arma exclusiva del encargado de calidad para desquitarse de sus compañeros. La auditoria es el esfuerzo que deben pagar todos los trabajadores antes de recibir un beneficio común, un sistema de calidad a la medida de todos los trabajadores de la empresa. Estos son los objetivos de las auditorias:

- ✓ Comprobar la adecuación del sistema de calidad con el normativo propuesto.
- ✓ Comprobar que las actuaciones de todo el personal están de acuerdo con lo documentado.
- ✓ Calibrar la eficacia de los procesos para alcanzar los objetivos de la empresa.
- ✓ Buscar la mejora continua proponiendo acciones correctoras y preventivas. En algunos casos, cambiar los procedimientos previstos según las conclusiones extraídas.
- ✓ Obtener la inscripción en un registro o el aprobado de un cliente (auditoria externa).
- ✓ Evaluar la capacidad de un proveedor (auditoria externa).

5.1.2 Procedimientos

Datos a relevar

Para cada producto se captan los precios máximos y mínimos de venta por Categoría según los costos incurridos para la elaboración del producto, determinado por los técnicos actuantes, y por medio de entrevistas realizadas a los responsables de las empresas mayoristas seleccionadas como clientes actuales o potenciales para saber como se mueven los productos similares o sustitutos del mismo. Los productos a relevar, como las empresas donde sé

efectúan las consultas, son definidos por los técnicos responsables de la empresa local.

Etapas:

a. Determinación de condiciones mínimas:

Los componentes contenidos en todo producto deben presentar las siguientes características generales:

- ✓ Pertener a una misma variedad o tipo comercial.
- ✓ Ser uniforme en tamaño.
- ✓ Ser uniforme en color.
- ✓ Las condiciones mínimas a utilizar en la tipificación quedan definidas a partir de aquellas características que permitan o no su uso.
- ✓ Estar bien desarrollada.
- ✓ Estar seca y limpia.
- ✓ Verificar ausencia de cualquier característica requerida según la necesidad del cliente⁷.
- ✓ Verificar la no presencia de defectos en el material utilizado en el producto⁸.

b. Homogeneidad de dimensiones.

- ✓ Verificar espesor del plástico.
- ✓ Verificar largo del producto.
- ✓ Verificar ancho requerido.
- ✓ Verificar altura apropiada.

⁷ Puede variar de cliente a cliente

⁸ El plástico puede presentar condiciones no favorables al producto.

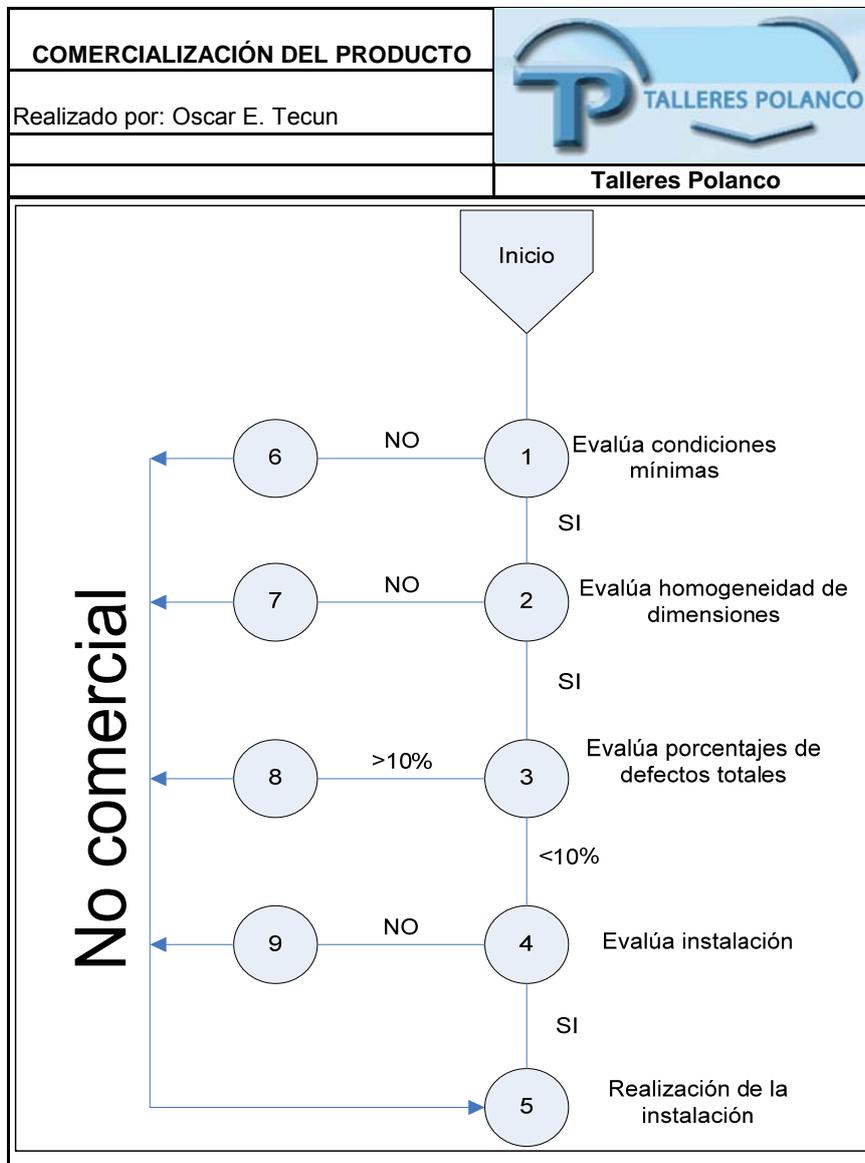
- ✓ Utilización de piezas homogéneas.

c. Determinación de la comercialización del producto.

- ✓ Defecto: Es cualquier alteración del producto que afecta su presentación y condición.
- ✓ Defecto crítico: Es cualquier alteración del producto que afecta notablemente su presentación y calidad de uso perfecto.
- ✓ Tolerancia: Se refiere al porcentaje de piezas o unidades defectuosas tolerados en una muestra. Para efectos de finalizar la comercialización del producto la empresa debe adoptar una política de calidad de no sobrepasar el 10% de defectos que pudieran surgir desde el momento de elaboración del producto hasta su posible instalación. El porcentaje se deduce dividiendo el número de características que debe que no cumple el producto entre las características deseadas. Se sabe que un defecto crítico hace que de una vez por todas, el producto no sea comercial.
- ✓ Se valoran los defectos presentes en la muestra, posteriormente se considerara el porcentaje de defectos críticos y totales presentes, y finalmente se determina la categoría de calidad⁹, para ello se considerará el siguiente diagrama:

⁹ Si se puede comercializar o no

Figura 44. Diagrama de comercialización de domos



Fuente: creación propia del autor

Cabe mencionar que en el diagrama de comercialización de los domos, en la parte de evaluación de instalación, se tiene que verificar los aspectos externos del lugar donde se instalará el producto, en caso no se presenten las condiciones apropiadas se le puede comunicar al cliente que no es posible su

instalación en dicho momento hasta que el lugar sea propicio, pues el problema sería por el estado del lugar que es responsabilidad en ocasiones del cliente, si fuera responsabilidad de la empresa, se procedería a que el lugar sea propicio.

d. Registro de datos

- ✓ Cada vez que se realiza una valoración de calidad y consulta de precios de venta, el técnico deberá registrar el dato. Dicho registro tiene por objeto servir de respaldo para proveer a los técnicos de la suficiente información como para llegar a la decidir con adecuada evidencia los precios representativos de venta del producto. Para ello todos los productos, definidos por el técnico responsable deberán contener registros.
- ✓ Al cierre de cada jornada, los técnicos encargados del relevamiento deberán entregar el total de registros realizados y la lista de precios de referencia para cada producto expresado en quetzales o moneda local por unidad según corresponda; posteriormente los datos son digitados en las bases de datos de la empresa puesta a disposición a todos los miembros de la compañía para que tengan conocimiento de los movimientos de la empresa y así hacerlos mas capaces en la atención a los clientes.

5.1 Programa al personal en técnicas de control de calidad

5.1.1 Inducción a la calidad

El representante ante los trabajadores de la empresa, deberá llevar a cabo acciones correspondientes inculcar la importancia de la calidad dentro de la

comercialización de los productos, tanto en su proceso de producción como de instalación. Las acciones corresponderán a:

- ✓ Dar a conocer el concepto de calidad.
- ✓ Notificar de los beneficios que la empresa y trabajadores obtienen al realizar el trabajo bajo normas de calidad.
- ✓ Vencer cualquier tipo de resistencia al cambio que se presente por los trabajadores.
- ✓ Elaborar un plan de control de calidad donde se tome en cuenta las necesidades, tanto de la empresa como de la fuerza laboral.
- ✓ Proporcionar a la organización el pensamiento de: “siempre se puede mejorar”, para que no se caiga en una situación estática de control de calidad.

5.1.2 Capacitación del personal

El encargado de control de calidad de la empresa, deberá dar orientación al personal de cómo mejorar prácticas siguiendo normas de calidad, dicha orientación se puede hacer de la siguiente manera:

- ✓ Reuniones trimestrales con el personal operario.
- ✓ Reuniones mensuales con el personal administrativo.
- ✓ Si en una reunión con el personal administrativo se encuentran deficiencias en el trabajo realizado durante el mes en curso se convocará a una reunión de carácter urgente con el personal operativo, de lo contrario se sigue la calendarización de las reuniones antes establecida.
- ✓ Investigar las nuevas tendencias del control de calidad establecidas.
- ✓ Elaborar documentos para presentar las nuevas tendencias a los trabajadores y así fomentar el mejoramiento continuo.

- ✓ Poner en práctica la teoría de las tendencias de la calidad, por medio de dinámicas y/o simulacros para experimentación de los proyectos.

5.1.3 Adiestramiento y desarrollo

El encargado deberá presentar de manera visual a los trabajadores, tanto de manera inmediata¹⁰ como a largo o mediano plazo¹¹.

Una forma de presentación es en una representación grafica establecida en Power Point, que es la manera más práctica y conocida por la mayoría de empresas locales.

5.1.4 Retroalimentación

A cada reunión, tanto con los operarios como el personal administrativo se tomarán medidas para comprobar la comprensión de cada uno de los puntos tratados, esto se conseguirá a través de prácticas posteriores a dicha reunión¹². Las prácticas pueden llevarse de la manera que muestra la figura 44, en donde el aspecto más importante es establecer una conclusión sobre el aprendizaje y comprensión de todo lo relacionado a mejorar la empresa.

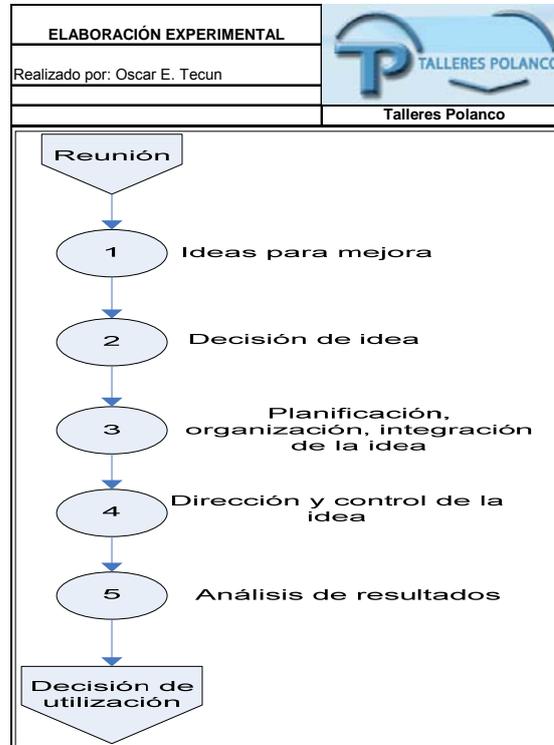
Las diferentes etapas dentro del proceso mencionado, se llevaran a cabo durante la siguiente semana inmediata a la(s) respectiva(s) reunión(es), se tiene que planificar un experimento a escala, que no lleve mas de 2 días de planificación y 3 días para ponerlo en marcha para tomar una decisión final. El experimento lleva como objetivo encontrar los pros y contras de la nueva modalidad optada para mejorar la calidad de los productos, o sea encontradas las debilidades hay que fortalecerlas y encontradas las ventajas, mejorarlas.

¹⁰ Adiestramiento

¹¹ Desarrollo conlleva mediano y largo plazo

¹² Tómese en cuenta que no se puede experimentar con los clientes

Figura 45. Procedimiento de retroalimentación



Fuente: creación propia del autor

5.2 Auditorías

Es el proceso donde se documentan, registran y controla la calidad para lograr tener pruebas del desarrollo de la misma. Los encargados de dichas auditorias será la gerencia general, estos tendrán como responsabilidades:

Nombrar inspectores de la calidad

- ✓ Enviar a los inspectores periódicamente a las áreas que sea factible para presentar reporte de lo auditado.
- ✓ Reclutar a reuniones para habituar al personal al proceso de calidad.
- ✓ Dar los vistos buenos por obra para sellar el negocio.

COMPARACIONES FINALES

Al implementar el sistema de inspección propuesto en este documento, se han percibido diferencias entre el sistema de producción actual y propuesto, basado en porcentajes obtenidos de información de la empresa, todos los cálculos, se comparan con el resultado del costo de producción (véase tabla X, pág. 89). A continuación la tabla XIV muestra las comparaciones finales entre dichos sistemas:

Tabla XIV: Comparaciones finales al implementar el sistema sugerido

		Costo de producción mensual \$ 6,623.65				
		Sistema Actual		Sistema Mejorado		
	Descripción	Concepto de deterioro	Perdidas por deterioro	Equivalente \$	Perdidas por deterioro	Equivalente \$
1	Recepción de materia prima	Aceptación de materiales y herramienta que no cumplen especificaciones	0.20%	\$ 13.25	0.10%	\$ 6.62
2	Almacenaje de láminas	Deformación de lámina de plástico	0.10%	\$ 6.62	0.03%	\$ 1.99
3	Corte	Desviaciones de corte	0.10%	\$ 6.62	0.07%	\$ 4.64
4	Pulido	Rayones en plástico	0.15%	\$ 9.94	0.10%	\$ 6.62
5	Calentado	Endurecimiento de áreas plásticas	0.10%	\$ 6.62	0.01%	\$ 0.66
6	Recurso humano	Tiempo de operación	2.00%	\$ 132.47	1.20%	\$ 79.48
7	Horno	Inuniformidad de calentamiento, pérdidas de calor	1.50%	\$ 99.35	1.00%	\$ 66.24
8	Área de trabajo	Desorden de ubicaciones de maquinaria y equipo	3.00%	\$ 198.71	1.80%	\$ 119.23
9	Inflado	Escape de aire	1.00%	\$ 66.24	0.40%	\$ 26.49
10	Rajaduras	Grietas en el cuerpo del domo	0.60%	\$ 39.74	0.35%	\$ 23.18
11	Rayaduras	Cicatrices en cuerpo del domo	3.00%	\$ 198.71	1.00%	\$ 66.24
12	Color	Perdida de tono	4.00%	\$ 264.95	3.00%	\$ 198.71
13	Mediciones	Mediciones incorrectas	2.00%	\$ 132.47	0.50%	\$ 33.12
14	Manchas	Impurezas en la textura del domo	5.00%	\$ 331.18	2.00%	\$ 132.47
15	Filtraciones	Filtraciones de agua	3.00%	\$ 198.71	1.50%	\$ 99.35
Totales mensuales			25.75%	\$ 1,705.59	13.06%	\$ 865.05

Fuente: información de Talleres Polanco y cálculos realizados por el autor de este documento¹³.

Tabla XV. Resumen de comparaciones

Cuadro Resumen			
	Sistema actual	Sistema mejorado	Diferencia ahorrado
% Perdida sobre costo de producción	25.75%	13.06%	12.69%
Costeo de pérdidas	\$ 1,705.59	\$ 865.05	\$ 840.54

Fuente: información obtenida de la tabla XIV

¹³ El costo mensual de producción esta referido a un promedio de 100.24 unidades mensuales

Se hace notorio de las mejoras que se obtuvieron al referirse al estado de resultados actual y mejorado, en donde se ha calculado una ganancia con el nuevo costo de producción. La tabla XVI, muestra las diferencias obtenidas en los costos para asegurar un margen de ganancia mas alta que con el actual procedimiento.

Tabla XVI. Comparación entre estado de resultados actual y mejorado.

ESTADO DE RESULTADOS TALLERES POLANCO COMPARACIONES ENTRE SISTMA ACTUAL Y SISTEMA MEJORADO						
CONCEPTO	SISTEMA ACTUAL			SISTEMA MEJORADO		
VENTAS			120,000.00			120,000.00
-) COSTO DE VENTAS			50,339.72			43,765.34
MARGEN BRUTO			69,660.28			76,234.66
-) GASTOS DE OPERACIÓN			44,980.00			44,980.00
GASTOS DE VENTAS						
SUELDOS	15,000.00			15,000.00		
ALQUILERES	800.00	15,800.00		800.00	15,800.00	
GASTOS DE ADMINISTRACION						
SERVICIOS DE AGUA	280.00			280.00		
ENERGIA ELECTRICA	1,800.00			1,800.00		
SUELDOS	13,200.00			13,200.00		
SERVICIOS DE CONTABILIDAD	5,500.00			5,500.00		
DEPRECIACIONES	2,000.00			2,000.00		
AMORTIZACION GTS. INSTAL.	2,400.00			2,400.00		
GASTOS VARIOS DE ADMON.	4,000.00			4,000.00		
UTILIDAD EN OPERACIÓN		29,180.00			29,180.00	
			24,680.28			31,254.66
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO						
-) ISR/5% SOBRE FACTURACION VENTAS			24,680.28			31,254.66
UTILIDAD DEL PERIODO			6,000.00			6,000.00
			Total Q			Total Q
			<u>18,680.28</u>			<u>25,254.66</u>
			Equivalente \$			Equivalente \$
			2,457.93			3,322.98

Fuente: información de Talleres Polanco y cálculos realizados por el autor de este documento.

Tabla XVI. Resumen de comparaciones

Cuadro Resumen			
	Sistema actual	Sistema mejorado	Diferencia a favor
% de ganancia sobre estado de resultados	15.57%	21.05%	5.48%
Costeo de perdidas	\$ 2,457.93	\$ 3,322.98	-\$ 865.05

Fuente: información obtenida de la tabla XVI

CONCLUSIONES

1. La selección de materia prima se realiza de manera eficaz cuando se aplican métodos de recolección o aceptación adecuados, se estableció un proceso documentado, donde se lleva el control de los insumos que entran a la empresa, se usan métodos para verificar el cumplimiento de las especificaciones de los productos y el almacenamiento correcto de los mismos.
2. Para minimizar defectos en el producto terminado son consecuencia del mal manejo del producto final, para esto se estableció una ubicación especial y limitación de dichas áreas, tanto como experimentos y evaluaciones de resistencia, para que el producto final sea lo más confiable y así quedar bien con el cliente.
3. Con el uso de los procedimientos propuestos se minimizan los defectos en el producto terminado, por ejemplo, los procesos que se establecen para la fabricación e instalación de los domos, llevan la misma secuencia que los actuales, los cambios propuestos se implementaron en la forma de realizar las actividades de los procedimientos, tales como el corte, las uniones, la perforación, actividades críticas, para el buen estado de producción del domo.
4. Los defectos en el plástico provienen principalmente, por el uso inadecuado de la temperatura de calentamiento en el termoformado, para evitarlo se establecieron especificaciones que debe de cumplir el

horno, el tiempo que el plástico debe de estar dentro del horno y se definió la temperatura límite que soporta el plástico, así como el manejo del material al ser procesado, para evitar manchas, golpes, rajaduras, etc.

5. Para que el producto final cumpla con las especificaciones requeridas, se establecieron normas desde la recepción de materia prima, hasta el final del proceso de producción.
6. El procedimiento propuesto para la instalación del domo mejorará y mantendrá la calidad requerida, para que se cumplan las expectativas del cliente.
7. El diseño de un formato propuesto para el cálculo de costos de calidad facilitará el esquema para determinar el gasto por cada recurso, tanto en la fabricación como instalación de domos.
8. De acuerdo con el análisis realizado, se encontró que el control de calidad actual de la empresa es deficiente. Por lo tanto se propone un nuevo sistema que mejorará la productividad y éste representará un ahorro anual de aproximadamente US\$10,080.00, reduciendo sus costos en producción en aproximadamente un 12.7% .
9. Con la implementación del sistema de calidad, la rentabilidad de la empresa tendrá aproximadamente un porcentaje de aumento del 5.47%, lo cual representa aproximadamente US\$10,360.00 anualmente.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un diagnóstico de las actividades actuales del proceso de producción, para encontrar puntos débiles y establecer mejoras, tanto en el equipo utilizado como en el personal que lo manejará, asimismo dar a conocer a los operarios, definiciones, características y consecuencias de trabajar con calidad.
2. Para verificar el cumplimiento de las normas establecidas, se proponen métodos de seguimiento y control de correcciones.
3. Es aconsejable realizar evaluaciones de calidad, por lo menos una vez al año.
4. Establecer un archivo donde se documenten los avances de los procesos, con el fin de formar un historial, para comparar cambios que puedan suceder, mantener las actualizaciones necesarias y ser evidencia de los cambios incurridos para un control de calidad.
5. Actualizar anualmente los formularios y diagramas propuestos en este documento, para mantener una mejora continua en la calidad del producto.
6. Modernizar el horno actual, para evitar las pérdidas de las propiedades técnicas del plástico, por diferencias de temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Charles W. Hill, Gareth R. Jones. **Administración Estratégica: Un Enfoque Integrado.**
2. Feigenbaum, A.V. **Control Total de la Calidad.** Quinta Edición. México D.F. Editorial Continental, S.A. de C.V.
3. Niebel, Freivalds. **Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo.** Alfaomega.
4. Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan J. William Pfeiffer. **Planeación Estratégica Aplicada.**
5. A. Blanton Godfrey. **Manual de Calidad.** Quinta Edición. Mexico D.F. Editorial McGraw-Hill.
6. Mazariegos Váldez, Edgar Enrique. Aplicación de los Círculos de Control de Calidad, en Guatemala. Guatemala. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 1985.
7. Castillo Natareno, Otto Vinicio. Aspectos a Considerar en el Desarrollo de un Departamento de Control de Calidad en la Producción Industrial de Cintas Adhesivas. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1984.

8. Pérez Colindres, Olga Anabella. Control de Calidad de la Materia Prima en Industrias Transformadoras de Madera. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1998.

9. Alarcón Cáceres, Héctor Alfredo. Control de Calidad de Piezas de Fundición Gris. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1985.

10. Mansilla Ruiz, José Alfredo. Control de Calidad en el Proceso de Galvanizado por Inmersión de Tubería de Acero. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1999

APÉNDICE 1

Contrato de trabajo

TALLERES POLANCO			
Contrato de Trabajo			
www.talleres-polanco.com			
Contrato principal No.	12	Fecha de inicio	31-Jan-07
Fecha de cierre	2-Feb-07	Fecha de adjudicación	5-Feb-07
Contratante	Construcciones S.A.	No. NIT	1840182-1
Contratista	Talleres Polanco	Identificación	3490-33454
Artículo	Domo circular tipo burbuja		
Color	Humo		
Diametro (m)	1.7		
Longitud (m)	0		
Ancho (m)	0		
Altura (m)	0		
Precio (iva incluido)	Plazos de pago		
Producto	Q 760.00	50% de anticipo	
Transporte	Q 200.00	50% contra entrega del producto	
Total	Q 960.00		
Observaciones:	<p>1. A la falta de cumplimiento de este contrato la parte afectada puede apelar a aspectos legales para justificar su inconformidad, en plazos de pago y calidad del producto.</p> <p>2. Todos los aspectos no mencionados en este contrato se resolverán con reuniones entre la parte contratista y contratante.</p>		
LUGAR DONDE SE FIRMA EL CONTRATO			
DEPARTAMENTO	GUATEMALA	MUNICIPIO	AMATITLAN
FIRMAS			
	Ing. José Osorio Representante Talleres Polanco	Lic. Oswaldo Ray Representante Contratante	

Fuente: creación propia del autor

APÉNDICE 2

FORMATO DE ORDEN DE COMPRA

	TALLERES POLANCO FABRICACION DE DOMOS DE PLASTICO ACRILICO SECCION DE BODEGA	ORDEN DE COMPRA No. 23
---	--	--

Orden de Compra	DÍA	MES	AÑO	BODEGA No.	Fecha de Entrada	DÍA	MES	AÑO
	23	5	08	1		25	5	2008

MATERIAL	Plastico Acrílico	Hierro	X	Madera	Talco Industrial	Pintura	Otros	ENTREGA TOTAL	<input type="checkbox"/>	PARCIAL	<input type="checkbox"/>	
PROVEEDOR	PERFIL S.A.						No. GUIA	12	e	ventas@perflisa.com		
RECEPTOR	FELIPE ESTRADA						Nota	Entrega en planta	Tel.	22303309		

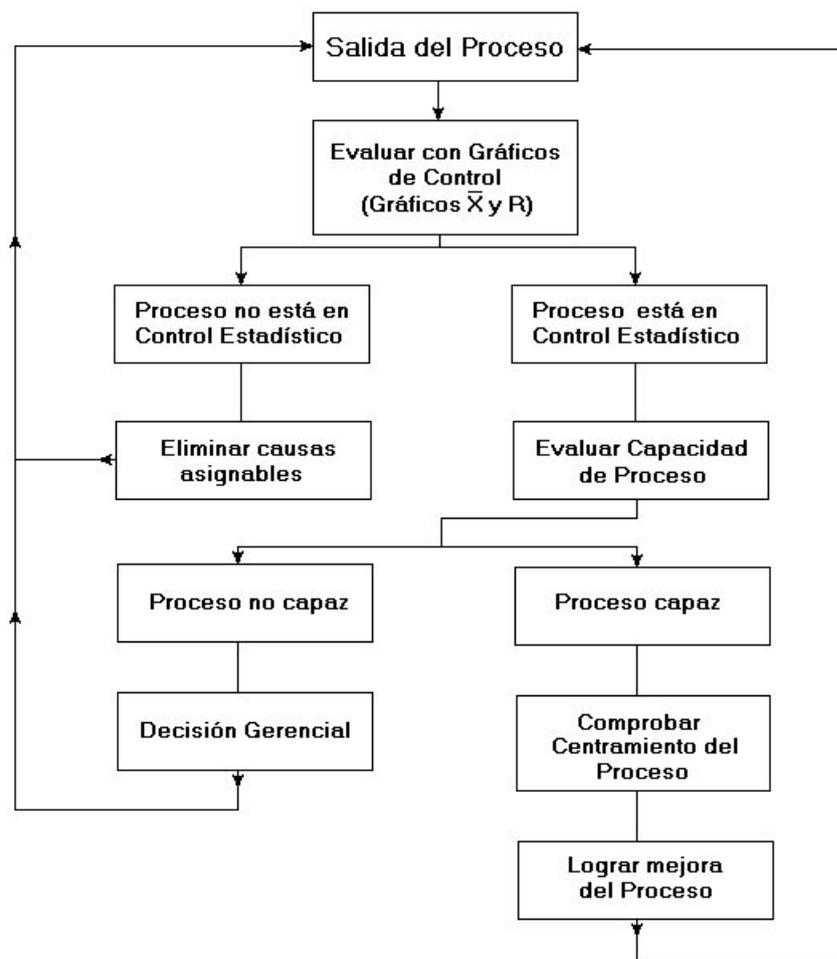
CODIGO	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION DEL ARTICULO	PU	TOTAL	
COS 2 09 09	3	pieza	costanera galvanizada de 4" x 6 m	Q100.00	Q300.00	STOCK
HIP 5 01 07	2	pieza	Hierro Plano de 3/16" x 2" x 6m	Q75.00	Q150.00	STOCK
TOTAL					Q450.00	

AUTORIZADO POR
 Firma: _____
 Nombre: _____

Fuente: creación propia del autor

ANEXO 1

Metodología para evaluación con gráficos de control



<http://www.monografias.com/trabajos12/concalgra/Image2106.jpg>

ANEXO 2

Tabla de índices para análisis de gráficos de control

Número de observaciones en una muestra	A_2	D_3	D_4	Factor para la estimación de R: $d_2=R/s$
2	1.880	0	3.268	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.114	2.326
6	0.483	0	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.97
10	0.308	0.223	1.777	3.078
11	0.285	0.256	1.744	3.173
12	0.266	0.284	1.717	3.258
13	0.249	0.308	1.692	3.336
14	0.235	0.329	1.671	3.407
15	0.223	0.348	1.652	3.472

<http://pravda.ciberblog.es/files/2007/07/tabla-de-indices-haiti.JPG>