



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

**DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y
SERVICIOS RURALES, S.A.**

Francisco Eduardo Toledo López

Asesorado por la Inga. Ileana Isabel Palomo Castillo

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y
SERVICIOS RURALES, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO EDUARDO TOLEDO LÓPEZ
ASESORADO POR LA INGA. ILEANA ISABEL PALOMO CASTILLO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecum Castellanos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y
SERVICIOS RURALES, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha 09 de febrero de 2010.


Francisco Eduardo Toledo López

Guatemala, 04 de marzo de 2011

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

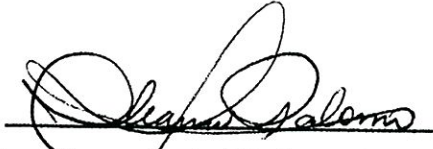
Guatemala

Respetable ingeniero:

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Francisco Eduardo Toledo López con carne 2005-15852 de la carrera de Ingeniería Industrial, cuyo título es: **DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y SERVICIOS RURALES, S.A.**

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted.


Ing. Ileana Isabel Palomo Castillo
Colegiado # 7127
Asesor





REF.REV.EMI.131.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y SERVICIOS RURALES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Eduardo Toledo López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Renaldo Eirón Alvarado
INGENIERO
COLEGIADO N. 5977

Ing. Renaldo Eirón Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2011

/mgp




FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.175.011

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 **DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y SERVICIOS RURALES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Eduardo Toledo López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



DTG. 434.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE POLIDUCTO DE LA EMPRESA INVERSIONES Y SERVICIOS RURALES, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Eduardo Toledo López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 27 de octubre de 2011.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por estar siempre a mi lado dándome fuerzas para seguir adelante, a quien le debo la vida y me permite lograr esta meta.
- A mis padres** Francisco Marco Tulio Toledo y Dolores Elizabeth López Ponce, como un reconocimiento a su amor, esfuerzo y sacrificio. Ustedes son los principales artífices de este triunfo, gracias por darme la oportunidad de superarme. Que Dios los bendiga.
- A mis abuelos** Esteban López (q.e.p.d.), María de Jesús Ponce, Alicia Toledo y Marco Tulio Toledo, quienes con sus principios y consejos han sido mi ejemplo a seguir.
- A mi bisabuela** Modesta Toledo (q.e.p.d.), ejemplo de fortaleza y sabiduría.
- A mis hermanos** Esteban Toledo quien me ha acompañado siempre, no sólo como un hermano sino como un amigo y con mucho cariño a María y Sebastián Toledo.

A familia López

Con cariño a Roberto, Rosa, Lucrecia, Aura (q.e.p.d.), Mercedes, Sandra y primos por el amor que me han dado siempre.

A familia Toledo

En especial a Jorge, Francisca, Hortensia, Lizbeth y María Elena por brindarme su apoyo incondicional.

A mis amigos

Quienes me han acompañado a lo largo de mi carrera y me han brindado su amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Inga. Ileana Palomo

Por brindarme su valiosa asesoría durante todo el proceso de elaboración del presente trabajo.

**Inversiones y Servicios
Rurales.**

Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo final de graduación y por todo el apoyo brindado por su personal.

Facultad de Ingeniería

A quien siempre tendré dentro de mi corazón como mi segundo hogar de donde me llevo no solo una formación académica sino muchas lecciones de vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia.....	2
1.1.3. Visión	3
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Política de calidad.....	3
1.1.6. Organización.....	4
1.1.7. Productos que labora.....	5
1.1.7.1. Materia prima	5
1.1.8. Descripción del proceso.....	6
1.1.9. Ventilación	6
1.1.10. Iluminación.....	7
1.2. Definiciones y conceptos	7
1.2.1. Ventilación	8
1.2.2. Iluminación.....	8
1.2.3. Diagrama de procesos.....	9
1.2.4. Mantenimiento	11
1.2.4.1. Mantenimiento preventivo	12

1.2.4.2.	Mantenimiento correctivo	13
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	15
2.1.	Proceso de producción	15
2.1.1	Diagrama de operación	16
2.1.2	Diagrama flujo	18
2.1.3	Diagrama de recorrido	20
2.2.	Maquinaria	22
2.2.1.	Descripción de maquinaria.....	22
2.2.2.	Mantenimiento.....	27
2.3.	Materia prima	27
2.3.1	Proveedores.....	27
2.4.	Ventilación	28
2.4.1	Tipo de ventilación	28
2.5.	Descripción de puestos de trabajo.....	29
2.5.1.	Jornadas de trabajo	29
2.6.	Iluminación.....	29
2.6.1.	Tipo de Iluminación	30
2.7.	Mercado actual	30
2.7.1.	Clientes	30
2.8.	Planes de seguridad e higiene industrial	31
2.9.	Estado financiero	31
2.10.	Sistemas de administración	31
3.	DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA	33
3.1.	Mejora del proceso.....	33
3.1.1.	Diagramas de proceso	34
3.1.2.	Diagrama de flujo	36
3.1.3.	Diagrama de recorrido	38

3.2.	Iluminación en el área de producción.....	40
3.2.1.	Cálculo de luminarias.....	42
3.3.	Ventilación en el área de producción	53
3.4.	Ergonomía.....	55
3.5.	Estudio de mercado	57
3.5.1.	Competencia.....	61
3.6.	Seguridad e higiene industrial	62
3.6.1.	Análisis de riesgos	64
3.6.2.	Planes de evacuación.....	66
3.6.3.	Seguridad personal.....	69
3.7.	Análisis financiero	72
3.7.1.	Rentabilidad del producto	85
3.7.2.	Punto de equilibrio	87
3.8.	Administración del proceso	89
3.8.1.	Objetivos.....	91
3.8.2.	Actividades principales de la administración.....	92
3.8.2.1.	Planificación de actividades diarias	92
3.8.2.2.	Ejecución de los planes de producción.....	92
3.8.2.3.	Control de resultados diarios	93
3.8.2.4.	Reporte de horas extras	93
3.9.	Materia prima	93
3.9.1.	Selección de materia prima	94
3.10.	Capacitación de personal.....	94
3.11.	Análisis de los puestos de trabajo.....	94
3.12.	Control del producto terminado	95
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	97
4.1.	Análisis y propuesta para la mejora del proceso.....	97
4.1.1.	Diagrama de proceso	97

4.1.2.	Diagrama de recorrido	100
4.1.3.	Diagrama de flujo	103
4.2.	Monitoreo de producción al realizarse los cambios	106
4.3.	Manejo y control del tiempo durante la implementación	107
4.4.	Estudio de mercado.....	108
4.4.1.	Estrategias de mercado	109
4.5.	Seguridad e higiene industrial	110
4.5.1.	Mitigación de riesgos existentes	110
4.5.2.	Formación de brigadas de evacuación	111
4.5.3.	Equipo de protección personal.....	114
4.6.	Programas para la capacitación del personal.....	116
4.7.	Ventilación.....	117
4.8.	Iluminación	118
4.9.	Materia prima.....	119
4.9.1.	Evaluación de proveedores.....	119
4.9.2.	Control de calidad en materia prima	119
4.10.	Costos de administración	120
4.11.	Rediseño de las estaciones de trabajo	121
4.12.	Jornadas de trabajo.....	121
4.13.	Programas de control de producto terminado	122
5.	MEJORA CONTINUA.....	125
5.1.	Monitoreo continuo de la productividad	125
5.2.	Rendimientos sobre inversión	126
5.3.	Auditorías internas y externas	126
5.4.	Incremento de ventas por año.....	127
5.5.	Beneficio/costo	127
5.6.	Estadísticas	128
5.7.	Resultados	129

CONCLUSIONES..... 131
RECOMENDACIONES 133
BIBLIOGRAFÍA..... 135
ANEXOS..... 137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación.....	2
2. Organigrama de la empresa	4
3. Poliducto.....	5
4. Ventilación.....	6
5. Iluminación	7
6. Diagrama de procesos	10
7. Diagrama de flujo y recorrido	10
8. Diagrama de operaciones	16
9. Diagrama de flujo	18
10. Diagrama de recorrido.....	20
11. Maquinaria.....	22
12. Tolva.....	23
13. Máquina extrusora.....	23
14. Máquina enfriador.....	24
15. Jalador.....	25
16. Molino.....	26
17. Calentador	26
18. Extractor	28
19. Diagrama de proceso mejorado	34
20. Diagrama de flujo mejorado	36
21. Diagrama de recorrido mejorado	38
22. <i>Layout</i> de la planta	41
23. Peso teórico en función zona de manipulación	56

24. Forma incorrecta y correcta de levantar una carga.....	57
25. Ruta de evacuación	69
26. Protección de manos	70
27. Protección de pies.....	71
28. Protección de vías respiratorias	71
29. Proceso administrativo.....	90
30. Diagrama de proceso mejorado	98
31. Diagrama de recorrido mejorado.....	101
32. Diagrama de flujo mejorado	104
33. Bitácora.....	107
34. Señal de advertencia	111
35. Puntos de reunión.....	112
36. Señalización.....	113
37. Señales de salvamento	114
38. Guantes resistentes al calor.....	115
39. Calzado industrial.....	115
40. Mascarilla con filtro	116
41. Ventilación.....	118
42. Escalones para tolva.....	121

TABLAS

I. Resumen diagrama de operaciones.....	17
II. Resumen diagrama de flujo.....	19
III. Resumen diagrama de operaciones.....	21
IV. Resumen diagrama de proceso mejorado.....	35
V. Resumen diagrama de flujo mejorado.....	37
VI. Resumen diagrama de recorrido mejorado	39
VII. Nivel de luz necesario para tareas.....	43

VIII.	Nivel de reflectancia.....	44
IX.	Factor de mantenimiento	45
X.	Tabla de reflectancias efectivas de cavidad de piso o techo	48
XI.	Coeficiente de utilización	50
XII.	Renovación del aire en número de veces/hora.....	53
XIII.	Valores del coeficiente de entrada.....	54
XIV.	Ventas.....	73
XV.	Materia prima	73
XVI.	Sueldos	73
XVII.	Costos directos de producción.....	74
XVIII.	Depreciación	74
XIX.	Estado de resultados 2009	75
XX.	Balance general 2009	76
XXI.	Estado de resultados 2010	77
XXII.	Balance general 2010	78
XXIII.	Resumen diagrama de proceso mejorado	99
XXIV.	Resumen diagrama de recorrido mejorado.....	102
XXV.	Resumen diagrama de flujo mejorado	105
XXVI.	Gastos de administración.....	120

GLOSARIO

Capital	Es un factor de producción constituido por inmuebles, maquinaria o instalaciones de cualquier género, que, en colaboración con otros factores, principalmente el trabajo y bienes intermedios, se destina a la producción de bienes de consumo.
Dorso lumbar	Relativo a la espalda y a la región lumbar (parte baja de la espalda en la cadera).
Flujo de caja	En finanzas y en economía se entiende por flujo de caja o flujo de fondos (en inglés <i>cash flow</i>) los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.
Layout	Es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente.
Lux	Es la unidad derivada del sistema internacional de unidades para la iluminancia o nivel de iluminación.

Manufactura

Es la transformación de las materias primas en un producto totalmente terminado que ya está en condiciones de ser destinado a la venta.

Monitoreo

Consiste en la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías.

Reflectancia

Cantidad de energía que es reflejada por un objeto luego de que esta incide sobre él. El resto de la energía incidente puede ser transmitida o absorbida por el objeto.

RESUMEN

Inversiones y servicios rurales es una empresa que se dedica a la fabricación de poliducto para su consumo en la construcción y para la venta en pequeñas cantidades a ferreterías, el proceso que se tiene para producirlo no tiene capacidad para manufacturar suficiente del mismo para lanzarse como una empresa dedicada a la venta de poliducto, ya que toda industria de poliducto debe producirlo en grandes cantidades ya que así obtienen mayores beneficios.

Para poder incrementar el volumen de producción se analizó el proceso existente, el cual es netamente empírico ya que no se tiene documentación alguna y necesaria como lo serían los diagramas, maquinaria, estado financiero, controles, administración, etc. Por lo que se inició realizando los diagramas, descripción del proceso, descripción de la maquinaria, iluminación, y ventilación, luego de esto se realizaron los diseños y propuestas para mejorar todo lo documentado previamente, entre las propuestas se tomaron en cuenta medidas que no existían previamente, como lo son la seguridad e higiene industrial, análisis financiero, administración del proceso, control de producto terminado y capacitaciones.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño y propuesta para la mejora en el proceso de fabricación de poliducto en la empresa Inversiones y Servicios Rurales, S.A. para mejorar su productividad.

Específicos

1. Evaluar el proceso de producción existente y evaluar si es el correcto o si debe ser modificado.
2. Realizar una propuesta para mejorar la administración y control de todos los procesos en general.
3. Elevar los volúmenes de producción, tanto para el consumo propio, como para la comercialización.
4. Realizar un estudio económico y financiero.
5. Implementar programas de seguridad e higiene industrial.
6. Mejorar la productividad de la empresa mediante estudios de todo el proceso en general.

INTRODUCCIÓN

La fabricación de poliducto en Guatemala se caracteriza por la fabricación del mismo de manera empírica o artesanal, la empresa inversiones y servicios rurales no es ajena a esto, por lo que posee un proceso de fabricación empírico en la manufactura de poliducto y como toda empresa que desea expandirse y crecer, es necesario la optimización del proceso de fabricación.

La empresa cuenta con un sistema de producción para consumo propio y para la comercialización del poliducto, además el volumen de producción que poseen es demasiado bajo como para considerarse una empresa que se dedica a la venta de poliducto ya que en su mayoría las empresas que fabrican poliducto producen grandes cantidades del mismo, por lo que se desea incrementar los volúmenes de la producción.

Para el desarrollo del presente trabajo donde se pretende mejorar el proceso, se realizará un estudio de la situación actual de la empresa y las propuestas para las mejoras, el mejoramiento del proceso conlleva implementar y mejorar diagramas, controles de materia prima, capacitación de personal, estudios de ventilación e iluminación, controles de producto terminado, análisis financieros y administración del proceso.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

Inversiones y Servicios Rurales, S.A. es una empresa, que se dedica a la construcción de obras civiles, instalaciones eléctricas y telecomunicación proporcionando servicios de planificación, asesoría y supervisión.

En lo concerniente a la obra civil, inversiones y servicios rurales desarrolla infraestructura en general como lo es infraestructura para la educación, para salud pública, letrinización, construcción de viviendas y remodelación de ambientes industriales.

En cuanto a instalaciones eléctricas, se trabaja en alta tensión como lo son líneas de alta tensión en el área de unión Fenosa y EEGSA, montaje y mantenimiento de subestaciones eléctricas, y diseño e instalación de sistemas de protección.

En telecomunicación se trabaja la instalación de redes de fibra óptica, mantenimiento de radios bases, instalación de antenas y auditorias para sitios.

1.1.1. Ubicación

Inversiones y Servicios Rurales, S.A. es una empresa de origen nacional ubicada en 3ª. Av. 13-30, zona 3 de Mixco, EL Rosario Ofibodegas San Javier No. 21, Guatemala C.A.

Figura 1. **Ubicación**



Fuente: <http://maps.google.com>. [Consulta: 21 de marzo de 2011].

1.1.2. **Historia**

La empresa Inversiones y Servicios Rurales S.A., fue creado en agosto de 1998, con la finalidad de prestar servicios profesionales en el ramo de la construcción y poder brindar así soluciones integrales en dicho ámbito contribuyendo de esa manera al desarrollo del país.

Para poder crear Inversiones y Servicios Rurales S.A., se definieron los parámetros, objetivos, políticas y metas a cumplir con el propósito de poder evaluar constantemente la dirección y rumbo que vaya tomando la empresa, definiendo el mercado al que se enfocarán y los servicios que se pueden prestar.

1.1.3. Visión

Ser una empresa líder de servicio que satisfaga las necesidades de nuestros clientes. Ayudando a resolver sus diversos problemas y brindando una solución con rapidez eficiencia y confiabilidad.

1.1.4. Misión

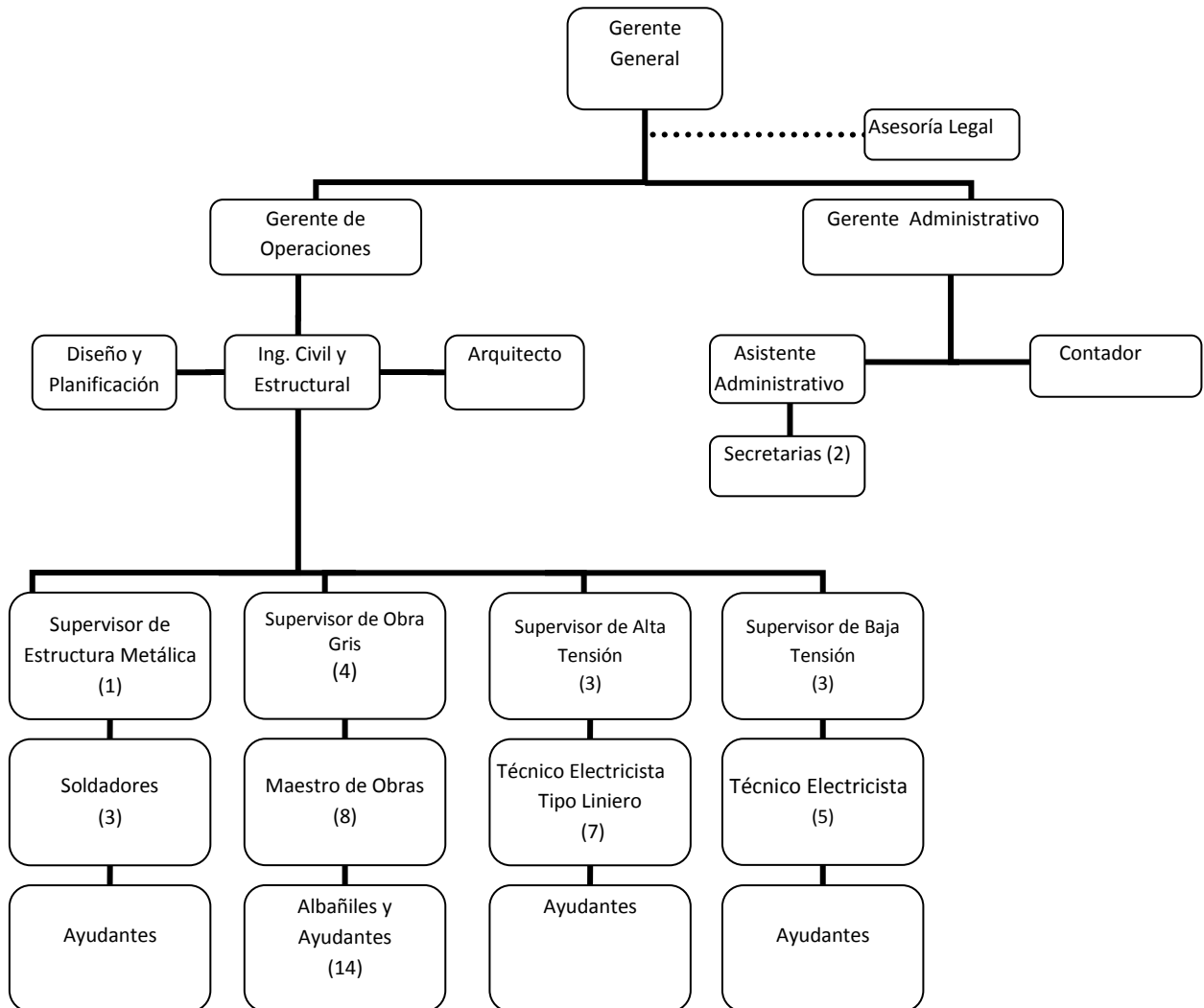
Proveer un servicio que permita brindar soluciones integrales en los campos de planificación, diseño, supervisión y ejecución de construcción de infraestructura y electricidad.

1.1.5. Políticas de calidad

Ofrecer servicios de construcción de infraestructura y electricidad que satisfagan las necesidades presentes y futuras de nuestros clientes, por medio del mejoramiento y desarrollo continuo de nuestros servicios.

1.1.6. Organización

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

1.1.7. Productos que labora

Se labora poliducto que se utiliza tanto en la construcción como en la electricidad y cuyas medidas son de: 1/2", 3/4" y 1". Con pesos aproximados de 8, 13 y 20 libras respectivamente por rollo.

Figura 3. **Poliducto**



Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

1.1.7.1. Materia prima

La materia prima utilizada es básicamente materiales termoplásticos que son polímeros y que se conocen comúnmente como materiales de plásticos reciclados de baja densidad, como lo son las bolsas de agua, botellas, botes de jugo, bolsas de color claro, etc. Y en donde simplemente se remueven contaminantes que no sean plásticos de baja densidad, al material de baja densidad se le agrega un polímero de baja densidad que se le conoce como stretch, que tiene la cualidad de ser elástico y se encuentra en los plásticos con los que se envuelven cristalerías, electrodomésticos y aparatos que son movidos de un lugar hacia otro, todos esto se presenta en forma de resina. También se utiliza colorante para darle color al poliducto.

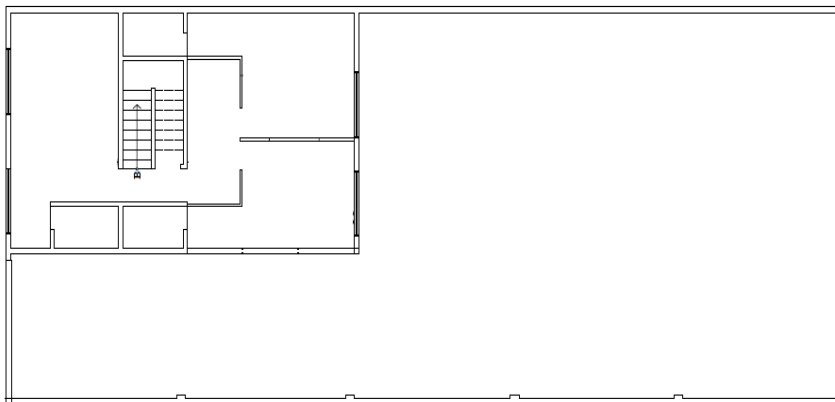
1.1.8. Descripción del proceso

Para la fabricación de poliducto como primera actividad se tiene la mezcla de la materia prima que es el plástico reciclado y que en su proporción es de 70% de material de baja densidad, 29% de material estrech y 1% de colorante. Luego se coloca en la tolva, que es el depósito donde se vacía la materia prima y donde se alimenta constantemente el extrusor, donde la resina es fundida por medio de la acción del calor y fricción, y que seguidamente pasa por un dado que le proporciona forma, posteriormente de haberle dado forma pasa por un enfriador, para no permitir una deformación permanente, por último se corta para formar los rollo de poliducto final.

1.1.9. Ventilación

La empresa se encuentra instalada en un complejo de bodegas donde el diseño en general de la infraestructura es el mismo contando con cuatro ventanales y dos extractores.

Figura 4. **Ventilación**

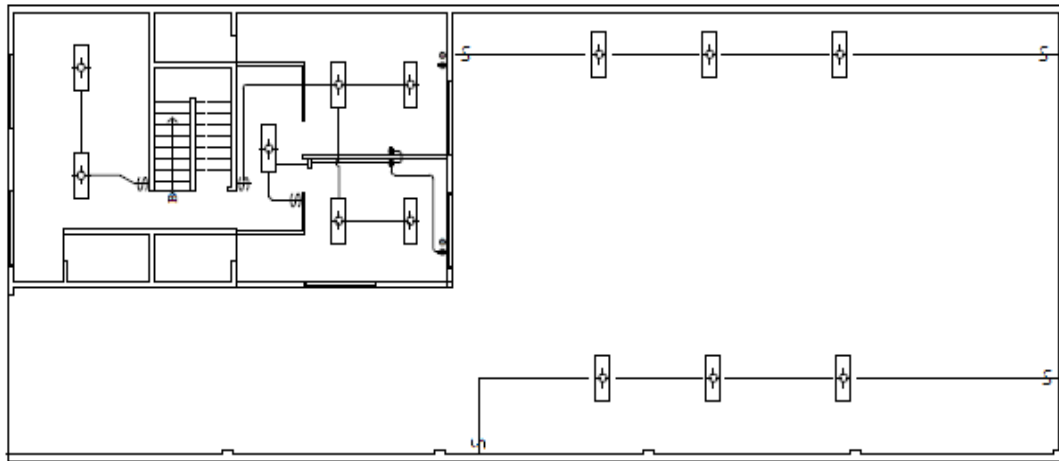


Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

1.1.10. Iluminación

En cuanto a la iluminación se tienen láminas transparentes y luminarias en la parte que se puede considerar como la bodega y en la parte de las oficinas se cuenta únicamente con luminarias y ventanales, se tienen las paredes y techos de color blanco.

Figura 5. Iluminación



Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

1.2. Definiciones y conceptos

Para comprender los elementos que conforman una planta industrial es necesario tener los conceptos claramente definidos, y la manera cómo interactúan en el proceso, como lo es la ventilación, iluminación, diagramas de procesos y mantenimiento.

1.2.1. Ventilación

En la industria, la ventilación comprende el aire que se respira en las distintas aéreas de trabajo, por lo que éste debe tener la calidad óptima para no afectar la salud de las personas, para medir la calidad del aire, se toman en cuenta los agentes contaminantes tales como humo, polvo, vapores, gases etc.

El proceso de ventilación consiste, en el reemplazo del aire viciado del interior con el aire fresco del exterior, por lo que en este proceso, se está extrayendo el calor generado por distintas fuentes. En otras palabras se está efectuando un balance térmico, ya que la cantidad de calor desplazado por el aire fresco es igual al calor ganado en el edificio, menos el calor irradiado en el mismo y así mantener la temperatura interior del edificio constante.

En la ventilación por medio de ventanales, estos deben ser colocados longitudinalmente o frontalmente al edificio ya que de esa manera puede correr el aire y colocando ventanas de entrada y salida. También se pueden colocar extractores de aire para tener un sistema de ventilación adecuado, en donde se tengan entradas donde fluyan grandes cantidades de aire fresco y salidas apoyadas por los extractores.

1.2.2. Iluminación

La iluminación industrial consiste en el número de Lux necesario que debe existir en cada área de trabajo, oficinas, pasillos, etc. En la iluminación no solamente se toma en cuenta el número de Lux necesario en cada área, sino también una buena iluminación al menor costo posible, ya que se cuenta tanto con iluminación artificial como natural, siendo esta última la más económica por lo que su diseño debe ser planeado cuidadosamente. Dentro de la

iluminación natural se tiene, ventanales y láminas de plástico de color claro, también se pueden colocar blocks de vidrio a lo largo del techo.

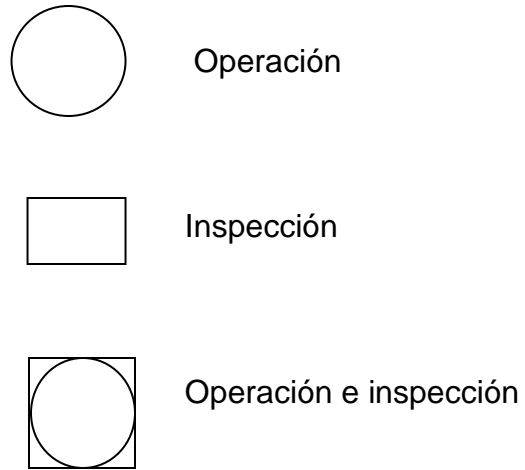
En la iluminación artificial a diferencia de la natural resulta demasiado costoso iluminar una planta en turnos diurnos, sólo se debe utilizar para complementar la iluminación en lugares muy oscuros, y específicamente en turnos nocturnos, basando el diseño en colocar las lámparas a una distancia tal que la cobertura de luz de las lámparas no se crucen unas con respecto a las otras, dado que si la luz de una lámpara se cruza con otra, indica que el número de lámparas es mayor al necesario, por el contrario si las distancias entre las luces de las lámparas son muy lejanas, indica que se necesita un mayor número de lámparas.

1.2.3. Diagrama de procesos

La función principal del diagrama de procesos es mostrar la secuencia de todas las operaciones que son necesarias para la elaboración de diferentes productos, para la elaboración del diagrama de operaciones es necesario conocer la simbología que consta de un círculo que representa una operación de transformación del producto.

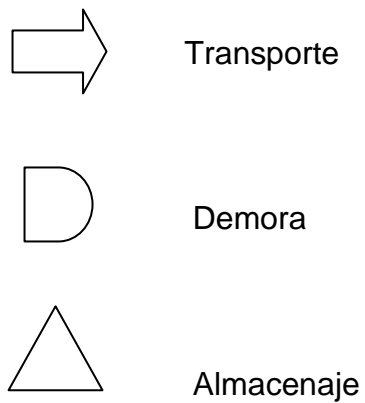
También se tiene el cuadrado que representa una inspección, que es cuando el producto es sometido a una revisión, para ver si cumple con las especificaciones requeridas, estos símbolos deben ser utilizados únicamente de la manera como se describió anteriormente.

Figura 6. **Diagrama de procesos**



Fuente: Torres, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 118

Figura 7. **Diagrama de flujo y recorrido**



Fuente: Torres, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 119

Para la elaboración del diagrama se debe colocar en la parte superior de la hoja a utilizar: el título, el método propuesto o actual, la fecha, el nombre de la persona que lo realizó, número de hoja, etc. También se cuenta con otros diagramas para visualizar de mejor manera distintos procesos como lo es el diagrama de flujo y de recorrido, siendo el de flujo el más detallado, donde se incorporan símbolos como el de transporte, que se representa con una flecha, el de almacenamiento, que se representa mediante un triángulo y el símbolo de demora que se representa con una D mayúscula.

En un diagrama de flujo se debe colocar al final un cuadro resumen, en donde se coloca el número de veces que se utiliza un símbolo, para así tener la cantidad de tiempo utilizada en cada operación, además se debe colocar el tiempo de cada actividad y la distancia si se da algún transporte. El diagrama de recorrido como su nombre lo indica, representa la distribución topográfica de las zonas y edificios, en donde se indican todas las actividades registradas en un diagrama de procesos, y es de suma utilidad para encontrar donde se pueden encontrar los puntos de congestión y así lograr una buena distribución de una planta.

1.2.4. Mantenimiento

El objetivo primordial del mantenimiento es mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de todos los elementos productivos de una empresa, para lograr que ésta funcione a su máxima capacidad. En el mantenimiento se deben realizar acciones como:

- Reparación de averías
- Eliminación de averías sistemáticas
- Planificación de existencia de repuestos y materiales

- Verificación y revisión de maquinaria
- Prevención de posibles averías

Para poder realizar un mantenimiento y tener en perfecto estado el funcionamiento de una planta, se debe de conocer detalladamente la maquinaria que se utiliza, para poder detectar fallas o inconvenientes que estas presenten. Todo esto con el objetivo de tener la maquinaria en perfectas condiciones, tener un mantenimiento específico para cada una y así evitar paros en la producción.

1.2.4.1. Mantenimiento preventivo

Se da antes de que ocurra una falla o avería y en condiciones en donde no existen errores en el sistema, se basa en la experiencia previa del personal a cargo, los cuales disponen cuándo realizar el mantenimiento. También se puede planificar basándose en especificaciones del fabricante, tal y como lo estipulan los manuales, cuando se realiza un mantenimiento, éste contiene las siguientes características:

- Se debe realizar cuando se encuentra en paro la producción.
- Permite que la empresa tenga un historial de toda la maquinaria y así poder actualizar constantemente la información técnica de cada una.
- Se puede realizar un mantenimiento general de la planta o se puede dar en un área o maquinaria determinada.

El mantenimiento preventivo puede ser realizado de tres maneras, cuando se da una revisión de las instalaciones con intervalos de tiempo iguales entre cada una. También se pueden realizar revisiones periódicas y según el estado de los componentes, efectuar una sustitución si éste ya excede sus límites de operación, y por último está la revisión específica de cada componente los cuales se sustituyen según su estado.

1.2.4.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se da después de que se suscita una falla o avería, por lo que el mantenimiento correctivo es utilizado únicamente cuando se dan errores y sólo así tomar medidas de corrección de lo contrario no se pondrá en acción por eso también es conocido como mantenimiento reactivo. El mantenimiento correctivo presenta las siguientes características:

- Presenta paros en la producción.
- Presenta gastos en repuestos y materiales no planificados ni presupuestados.
- El tiempo del paro de la producción no es predecible.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Proceso de producción

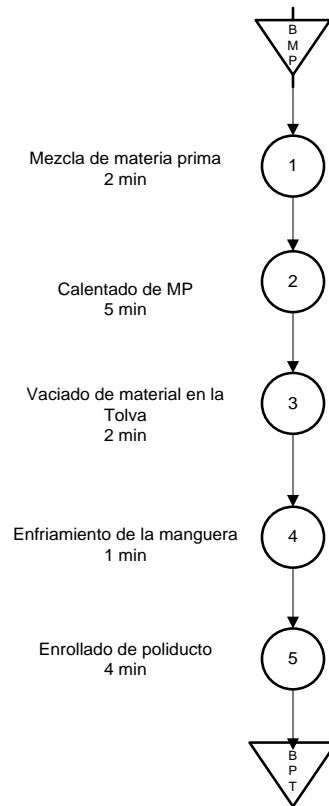
El proceso empieza con el arranque de la extrusora que dura 1 hora, luego se realiza la mezcla de la materia prima aproximadamente con un peso de 15 kg, proceso que dura 2 minutos, luego es trasladada a la calentadora durante 2 minutos, recorriéndose 10 metros, la materia prima se calienta por 5 minutos luego se traslada a la tolva en 1 minuto recorriendo 5 metros, el tiempo de vaciado en la tolva es de 2 minutos, cuyo tiempo de consumo es de 1 hora, luego de que la maquina extrusora produce 577 metros de poliducto de $\frac{3}{4}$ por hora, 630 metros de poliducto de $\frac{1}{2}$ y 262 metros de 1 pulgada respectivamente.

Para fabricar cada una de las medidas únicamente se intercambia la moldura que se encuentra entre la enfriadora y la sopladora, proceso que no se toma en cuenta en los diagramas ya que se fabrican distintas medidas por día o por semana, y no se lleva más de un minuto en realizarlo. Luego de salir el material de la máquina extrusora, pasa a la máquina enfriadora, proceso que dura 1 minuto, al ser enfriada la manguera por un sistema de agua, se dispone al enrollado, por medio de la máquina enrolladora que básicamente va tirando de la manguera y enrollándola en una base circular, después de esto el producto terminado es llevado a la bodega de materia prima recorriendo 10 metros para ello.

2.1.1. Diagrama de operaciones

Figura 8. Diagrama de operaciones

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/1
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Resumen diagrama de operaciones**

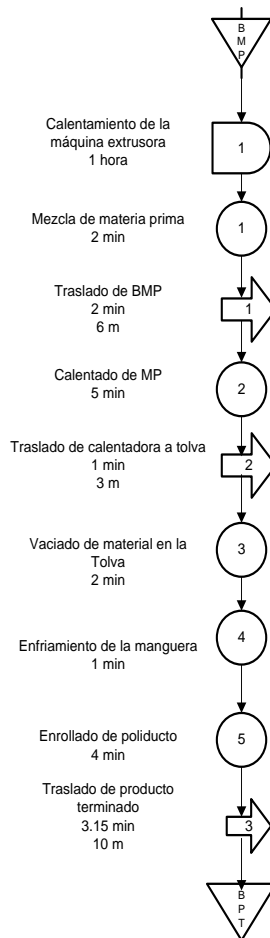
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
○ Operación	5	14 minutos	0
Tiempo total		14 minutos	

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Diagrama de flujo

Figura 9. Diagrama de flujo

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 2/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT

Tabla II. Resumen diagrama de flujo

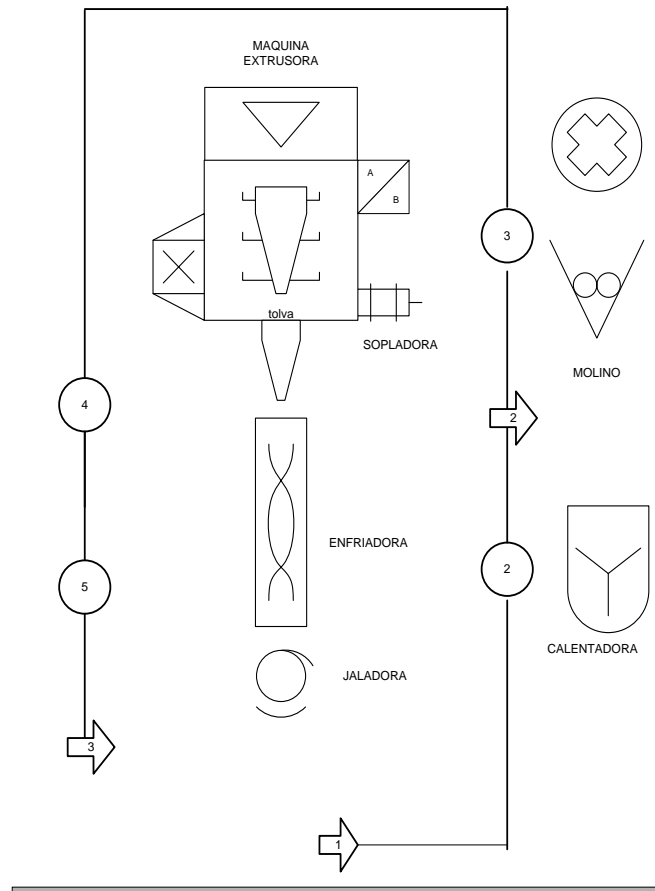
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	14 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
 Demora	1	60 min	0
Tiempo Total		80,15 min	
Distancia Total			19 m

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Diagrama de recorrido

Figura 10. Diagrama de recorrido

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 2/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT

Tabla III. **Resumen diagrama de recorrido**

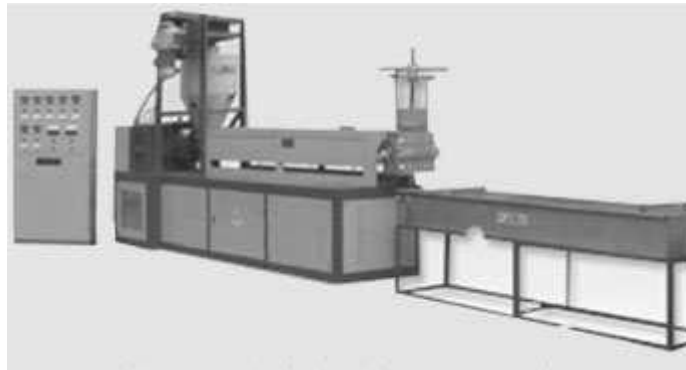
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	14 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
Tiempo Total		20,15 min	
Distancia Total			19 m

Fuente: elaboración propia.

2.2. Maquinaria

Dentro de la maquinaria con que se cuenta están, la máquina de extrusión, molino, calentador de la materia prima, la máquina enfriadora y el jalador.

Figura 11. **Maquinaria**



Fuente: www.girosa.cl/empresa.php [Consulta: 21 de marzo de 2011]

2.2.1. Descripción de maquinaria

Para la elaboración de poliducto se realizan ciertos procesos, con la maquinaria necesaria para cada uno como se presenta a continuación:

- Tolva

Es el depósito en donde se alimenta constantemente la materia prima en este caso la resina de los materiales plásticos y que se encuentra sobre la máquina extrusora.

Figura 12. **Tolva**



Fuente: www.alnoymarsl.com/pcu.html [Consulta: 21 de marzo de 2011]

- **Máquina extrusora**

Es la máquina que mediante calor y fricción, funde la resina que se alimenta por la tolva que se encuentra en un extremo, donde luego la resina procesada, en el otro extremo sale de forma cilíndrica.

Figura 13. **Máquina Extrusora**



Fuente: www.rullistandard.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

- Máquina enfriadora

Se encuentra en el extremo donde está el dado y su función es enfriar el poliducto que sale de la máquina extrusora, y consiste básicamente en una bandeja con agua, dicha agua se hace fluir mediante bombas hidráulicas a un sistema de tuberías para enfriar el agua constantemente.

Figura 14. **Máquina enfriadora**



Fuente: www.cosmos.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

- Jalador

Como su nombre lo indica su función es jalar constantemente el poliducto que ha pasado por el enfriador ya que luego de esto se irá enrollando.

Figura 15. **Jalador**



Fuente: www.olx.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

- Molino

El molino se utiliza para moler y calentar material reciclado que luego se verterá en la tolva, estos materiales son productos que salieron con defectos en este caso cuando sale el poliducto agrietado o cuando la materia prima se encuentra en mal estado.

Figura 16. **Molino**



Fuente: www.maquinariadim.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

- Calentador de materia prima

Su función es calentar el material antes de introducirlo por la tolva, todo esto para facilitar el trabajo de la máquina extrusora.

Figura 17. **Calentador**



Fuente: www.made-in-china.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

2.2.2. Mantenimiento

Se tiene establecido un mantenimiento preventivo y correctivo, en donde el mantenimiento preventivo no se planifica ya que la producción se da por pedidos y es difícil que se de este tipo de mantenimiento, por lo general es un tipo de mantenimiento correctivo ya que comúnmente sólo se repara la maquinaria conforme ésta se daña o requiere un reajuste.

2.3. Materia Prima

La materia prima consta básicamente de plástico reciclado que se extrae de los basureros municipales y que personas individuales o pequeñas empresas recolectan, clasifican y por lo regular también lo distribuyen a sus clientes.

2.3.1. Proveedores

Entre los proveedores que se tienen tanto individuales como de pequeñas empresas se cuenta con:

- Ubaldino Rosa
9ª Av. 2-07 Col. Alvarado. Zona 2 de Mixco.
- Rodrigo Leal
4ª. Av. 2-87. Zona 12 Col. Guajitos.
- José Morales
Palencia, los Mixcos.

2.4. Ventilación

El proceso de producción de poliducto es un proceso netamente térmico por lo que se irradia demasiado calor actualmente servicios e inversiones rurales se encuentra instalado en una bodega con techo de dos aguas, que consta de cuatro ventanales y 2 extractores de aire.

2.4.1. Tipo de ventilación

Se tiene una combinación de ventilación natural y de ventilación forzada, siendo la ventilación natural compuesta por los ventanales y la forzada por los extractores de aire. El trabajo que realizan tanto los ventanales como los extractores, consiste en reemplazar constantemente el aire viciado del interior, por aire fresco del exterior, los extractores como su nombre lo indica únicamente ayudan a desplazar el aire viciado hacia el exterior.

Figura 18. **Extractor**



Fuente: www.exime.com.mx [Consulta: 21 de marzo de 2011]

2.5. Descripción de puestos de trabajo

En el área de producción se tiene un operador que se encarga de coordinar todo lo relacionado al proceso, también se tienen dos ayudantes que se encargan de enrollar, preparar la mezcla y alimentar la tolva.

2.5.1. Jornadas de trabajo

En cuanto a la jornada laboral que se tiene, se trabaja en jornada diurna y dado que la empresa únicamente se dedica a la producción de poliducto para su consumo y venta a pequeños compradores, esta jornada no es trabajada por semanas continuas ya que se trabaja por pedidos y por metas, los trabajadores tienden a sacar una mayor cantidad de producto terminado algunos días y otros días menor cantidad, haciendo que su jornada laboral diurna varíe semanalmente.

2.6. Iluminación

La iluminación con que cuenta la infraestructura de servicios en Inversiones Rurales, en el área de producción es de 20 láminas transparentes que se encuentran distribuidas paralelamente al techo de dos aguas, también se cuenta con 6 luminarias que no son utilizadas frecuentemente dado que se tiene una jornada laboral diurna.

2.6.1. Tipo de Iluminación

El tipo de iluminación que se tiene es natural dado que en el proceso utiliza únicamente la luz que se filtra por las láminas que se encuentran en el techo, se tiene también iluminación artificial que es proporcionada por las luminarias con las que se cuenta, la utilización de luz natural representa un gran ahorro a la empresa, dado que se trabaja la mayor parte de día, pero la iluminación artificial también es de suma si se tienen jornadas laborales nocturnas, para ambos casos siempre se debe tener en cuenta que la iluminación en el área de trabajo sea óptima y no ponga en riesgo la salud ocupacional de los trabajadores.

2.7. Mercado actual

En cuanto al mercado actual se tienen compradores del producto como lo son las ferreterías en distintos puntos de la ciudad, y compradores provenientes de occidente.

2.7.1. Clientes

En cuanto a clientes se tiene principalmente compradores de ferreterías localizadas en el municipio de Villa Nueva, y compradores de occidente que por compras que realizan de distintos productos en la terminal, deciden llevar poliducto u otros productos para completar la carga que transportan, se tiene la posibilidad de vender a distribuidoras de materiales de construcción que venden grandes cantidades de poliductos a todo el país, pero debido a estos grandes volúmenes de producto que se deben producir no se ha llegado a ningún acuerdo puesto que sobrepasa la capacidad que producción que se tiene.

2.8. Planes de seguridad e higiene industrial

En cuanto a planes de seguridad e higiene industrial no se tiene establecido ninguna medida o normativo que englobe estos aspectos, únicamente se tiene la utilización de equipo de protección personal como guantes, lentes mascarillas y calzado especial.

2.9. Estado financiero

En cuanto a la información financiera no se posee un registro dado que la fabricación de poliducto como se mencionó con anterioridad representa una actividad secundaria para la empresa, por lo que únicamente se produce para consumo propio y para pequeños compradores, siendo toda esta producción en volúmenes reducidos.

2.10. Sistemas de administración

Actualmente no se tiene ningún sistema de administración relacionado a la producción de poliducto, únicamente se tiene para las demás actividades que realiza inversiones y servicios rurales que están relacionadas con la infraestructura y construcción, la administración de poliducto recae en esta área, únicamente coordinando los presupuestos y ventas.

3. DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA MEJORA

3.1. Mejora del proceso

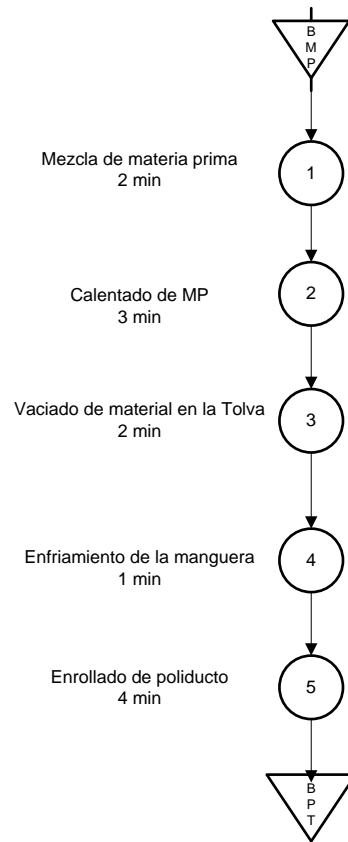
Para el mejoramiento del proceso y aumento de la producción de poliducto, es necesario la eliminación de los tiempos innecesarios, como lo son las demoras, siendo estas demoras el tiempo que se utiliza para que la máquina extrusora caliente lo suficiente como para poder procesar materia prima, dado que entre los planes de trabajo se tiene la implementación de turnos rotativos en donde la máquina estará funcionando 24 horas continuas, y que no representan ningún inconveniente para la mismas, todo esto para evitar las 2 horas que se pierden en el proceso de calentado, que se tienen al inicio de la actual jornada diurna y la hora en que la máquina se apaga a medio día cuando los operarios salen a su tiempo alimentación.

También se puede disminuir el actual tiempo de calentado que tiene la materia prima en el calentador, ya que no es necesario que se caliente por 5 minutos, por lo que el tiempo de calentado se reducirá a 3 minutos, tiempo que se reducirá en cada hora que la máquina funcione.

3.1.1. Diagrama de proceso


Figura 19. Diagrama de proceso mejorado

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/1
Método: Mejorado	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Resumen diagrama de proceso mejorado**

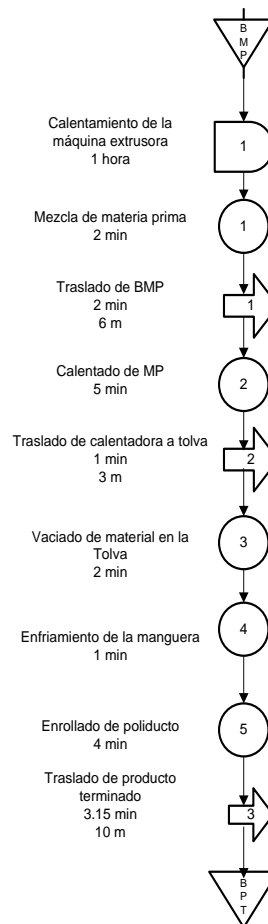
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 minutos	0
Tiempo total	0	12 minutos	0

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Diagrama de Flujo

Figura 20. Diagrama de flujo mejorado

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A

Hoja : 2/2

Método: Mejorado

Proceso: Fabricación de poliducto



Fecha: junio/2010

Analista: Francisco Toledo

Inicia: BMP

Finaliza: BPT

Tabla V. **Resumen diagrama de flujo mejorado**

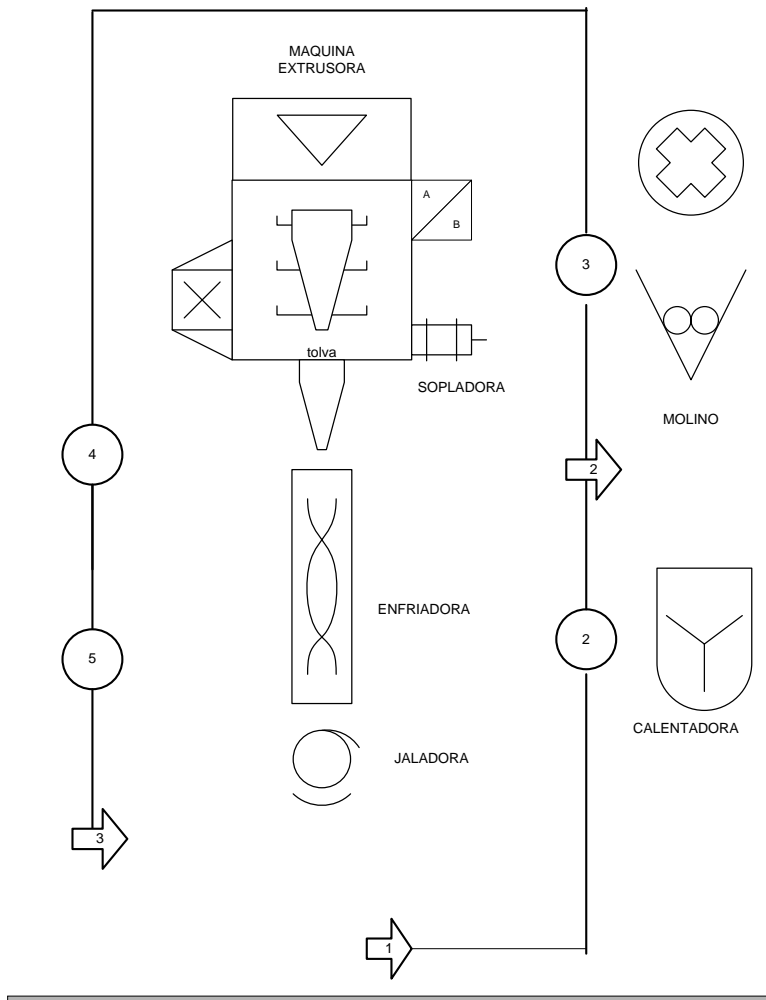
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
Tiempo Total		18,15 min	
Distancia Total			19 m

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Diagrama de Recorrido

Figura 21. Diagrama de recorrido mejorado



Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 2/2
Método: Mejorado	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT

Tabla VI. **Resumen diagrama de recorrido mejorado**

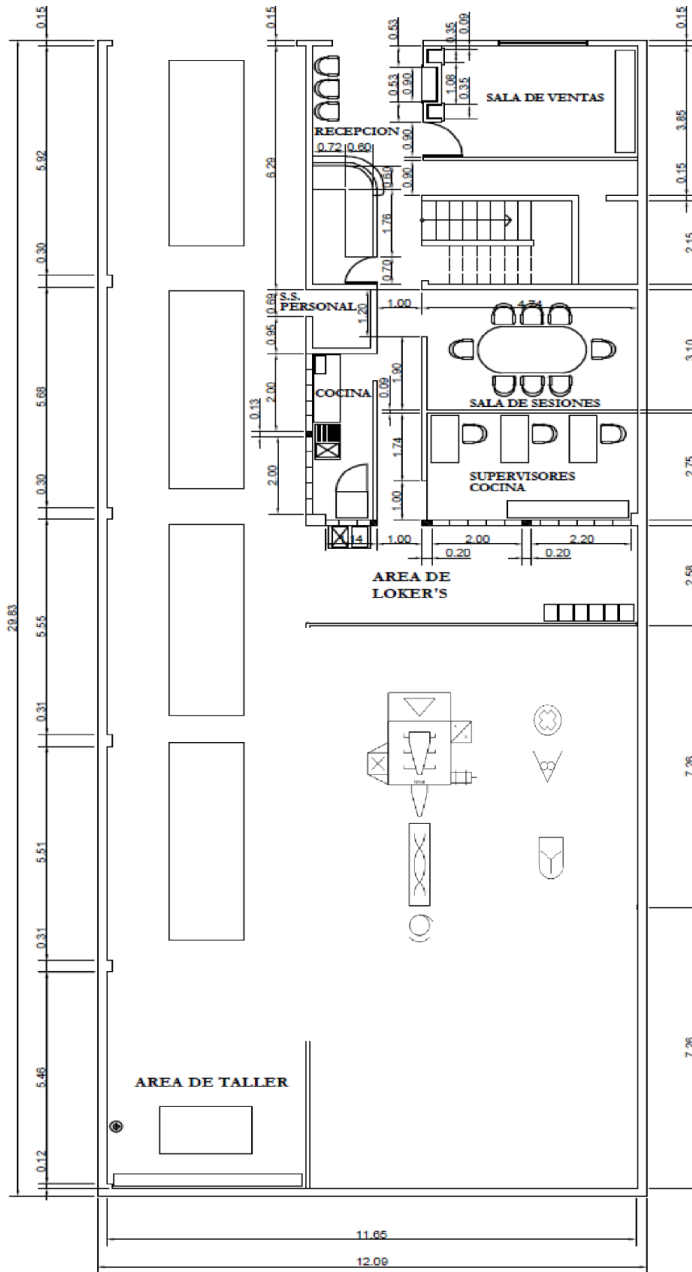
Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
Tiempo Total		18,15 min	
Distancia Total			19 m

Fuente: elaboración propia.

3.2. Iluminación del área de producción

El área de producción mide 14,52 *11,65 metros (figura 22), con una altura de 3 metros y con un techo de dos aguas, las paredes de color blanco y pisos de concreto.

Figura 22. **Layout de la planta**



Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

3.2.1. Cálculo de luminarias

Para el cálculo de luminarias se utilizará el método de cavidad zonal que se emplea para el diseño de iluminación en interiores, para ello se tomarán los datos que nos proporciona el plano de la planta como la altura, el ancho, largo, colores de las paredes, y pisos. Todo esto para la implementación de jornadas nocturnas, para calcular el número de luminarias y tipo de las mismas a utilizar por el método de cavidad zonal se seguirán los siguientes pasos:

- Se escoge el nivel de luz necesario según la actividad a realizar y se selecciona en base a la tabla VII.

Tabla VII. Nivel de luz necesario para tareas

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Fuente: Chapa, Carreón. Manual de instalaciones de alumbrado. p. 94.

Se selecciona trabajos con requerimiento visuales limitados, con 300 luxes, por la naturaleza de la actividad.

- Se seleccionan los niveles de reflectancia en las paredes, pisos y techo según la tabla VIII, para después seleccionar el factor de mantenimiento que se presentara en la tabla IX.

Tabla VIII. **Niveles de reflectancia**

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: Chapa, Carreón. Manual de instalaciones de alumbrado. p. 96.

Pared:

Blanco \rightarrow 0,5=50%= Pp

Techo:

Gris metálico \rightarrow 0,3=30%= Pc

Pisos:

Gris \rightarrow 0,3=30% = Pf

Tabla IX. **Factor de mantenimiento**

Ambiente	Factor de mantenimiento (Fm)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Fuente: Sergio, Torres. Ingeniería de plantas. p. 101.

Factor de mantenimiento=Limpio=0,6

- Se encuentran los valores de las relaciones de cavidad zonal:

Cavidad del techo

Hcc=0 Medida que se tiene en el techo a las luminarias asumiendo que se pondrán directamente en el techo.

Cavidad de local o altura de montaje de la luminaria

Hca=2,1 Distancia entre la parte inferior de la luminaria y el área donde se realizara el trabajo.

Cavidad del piso

$H_{cp}=0,90$ Altura promedio desde el piso hasta el nivel donde se realiza el trabajo.

- Se calculan las reflectancias para cada una de las relaciones de cavidad según las formulas:

$$R_{ca} = 5 * H_{ca} \frac{(L+A)}{L*A}$$

$$R_{cp} = 3 * H_{cp} \frac{(L+A)}{L*A}$$

$$R_{cc} = 1 * H_{cc} \frac{(L+A)}{L*A}$$

Donde sustituyendo datos da como resultado:

$$R_{ca} = 5 * 2,1 \frac{(14,52+11,65)}{14,52*11,65} ; \quad R_{ca}=1,624$$

$$R_{cp} = 3 * 0,9 \frac{(14,52+11,65)}{14,52*11,65} ; \quad R_{cp}=0,418$$

$$R_{cc} = 0,3 * 0 \frac{(14,52+11,65)}{14,52*11,65} ; \quad R_{cc}=0$$

- Al tener todos estos datos se procede a determinar la reflectancia efectiva de cavidad de piso en la tabla X de reflectancias:

Tabla X. Tabla de reflectancias efectivas de cavidad de piso o techo

TABLA DE REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE CAVIDAD DE CIELO (R_{cc}) Y DE PISO (R_{cp}) en %

Reflectancia Piso o Techo	90				80				70			50			30				
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10
0.1	89	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13
4.0	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 66.

Utilizando los siguientes datos:

$$P_f = 30$$

$$P_p = 50$$


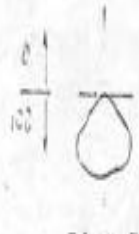

$$R_{cp} = 0,418$$

La reflectancia queda:

$$P_{cc} = 29$$

- Se busca el coeficiente de utilización (K) en la tabla XI.

Tabla XI. Coeficiente de utilización

Distribución típica	D _{cc}	80				70				50			30			10				
		70		50		30		10		50		30		10		50		30		10
	RCA	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p _{cp} = 20																		
 Tipo A	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68		
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62		
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57		
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51		
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47		
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.53	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43		
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39		
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35		
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32		
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27		
 Tipo B	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59		
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52		
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46		
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41		
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36		
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32		
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28		
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24		
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21		
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19		
	1	.98	.95	.95					.92	.91	.90				.87	.86	.85			
	2	.94	.91	.89					.89	.87	.86				.85	.84	.83			
	3	.90	.87	.85					.87	.85	.83				.83	.82	.80			
	4	.87	.83	.81					.84	.81	.80				.81	.79	.78			
	5	.83	.80	.77					.81	.78	.76				.79	.77	.75			
	6	.81	.77	.75					.79	.76	.74				.77	.75	.73			
	7	.78	.74	.72					.76	.73	.71				.74	.72	.70			
	8	.75	.72	.69					.74	.71	.69				.72	.70	.68			
	9	.73	.69	.67					.72	.68	.66				.70	.68	.66			
	10	.70	.67	.64					.69	.66	.64				.67	.64	.62			

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 103.

Con los siguientes datos:

$$P_p=50$$

$$P_{cc} = 29$$

$$R_{ca}=1,624$$

$$K= 0,87$$

- Se calcula el flujo lumínico con la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{(\text{Area} * \text{intensidad lumínica deseada})}{\text{factor de mantenimiento} * K}$$

Sustituyendo valores:

$$\phi = \frac{(169,158 * 300)}{0,6 * 0,87} \quad ; \quad \phi = 97\,459,770 \text{ lux}$$

- Se calcula el número de lámparas:

Se utilizaran lámparas de gas Neón de 2 tubos, con 40 watts cada uno, por lo que se debe conocer la potencia de la lámpara elegida:

$$1 \text{ Watt} = 80 \text{ lumens}$$

$$2 \text{ lámparas} * 40 \text{ watts c/u} = 80 \text{ watts}$$

$$80 \text{ watts} * 80 \text{ lumens} = 6\,400 \text{ lumens}$$

Para calcular el número de lámparas se tiene la siguiente ecuación:

$$NL = \text{Flujo lumínico} / \text{potencia de la lámpara}$$

Sustituyendo datos quedará:

$$NL = 97\,459,770 / 6\,400 = 15 \text{ lámparas}$$

El área cubierta por este número de lámparas es igual:

$$AC = \text{Área} / NL$$

$$AC = (14,52 * 11,65) / 15 = 11 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre lámparas será:

$$E = \sqrt{AC}$$

$$E = \sqrt{11} = 3,31 \text{ m}$$

El número de lámparas a lo largo y ancho quedara de la siguiente manera:

$$NLL = \text{Largo} / E$$

$$NLA = \text{Ancho} / E$$

Sustituyendo los datos las lámparas quedarán:

$$NLL = 14,52 / 3,31 = 4,38 = 4 \text{ lámparas a lo largo}$$

$$NLA = 11,65 / 3,31 = 3,51 = 3 \text{ lámparas a lo ancho}$$

3.3. Ventilación en el área de producción

Se tiene un proceso térmico en la fabricación de poliducto, en donde se cuenta con cuatro ventanales y dos extractores, los ventanales se encuentran enfocados únicamente en ventilar las oficinas, por lo que se debe implementar un sistema de ventanales para el área de producción para la renovación constante del aire y se desarrollará de la siguiente manera:

- Se calcula el volumen total de aire que se debe evacuar del edificio:

$$V = \text{largo} * \text{ancho} * \text{altura}$$

$$V = 14,52 * 11,65 * 3 = 507,474 \text{ mts}^3$$

Tabla XII. **Renovación del aire en número de veces/hora**

Tipo de edificio	Número de veces
Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Talleres	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 103.

Según la tabla XII de renovación de aire, se debe renovar cuatro veces por hora por lo que queda:

$$V_{\text{total}} = 4 * 507,474 = 2\,029,896 \text{ mts}^3$$

- Luego utilizando la siguiente ecuación del caudal :

$$Q = C * A * V$$

Donde:

Q = Flujo de aire en mts^3/hora

C = Coeficiente de entrada de la ventana (valores de C tabla XIII)

A = Área de paso de las ventanas en metros

V = Velocidad del aire

Tabla XIII. **Valores del coeficiente de entrada**

C	Características
0,25 – 0,35	Cuando actúa longitudinalmente
0,3 – 0,5	Cuando actúa perpendicularmente

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 82.

Sustituyendo el volumen total de evacuación, utilizando el valor de 0,25, ya que el coeficiente actúa longitudinalmente, y tomando la velocidad del aire con 3 km/hora:

$$2\,029,896 \text{ mts}^3 = 0,25 * A * 3\,000 \text{ mts}$$

Despejando el área:

$$A = 3 \text{ mts}^2$$

Con este dato se podrá diseñar la ventana:

$$A = \text{largo} * \text{ancho}$$

Sustituyendo y utilizando de largo para la ventana 1,5 m, el ancho quedará:

$$3 = 1,5 * a$$

$$a = 2$$

El ventanal quedaría con dimensiones de 2 * 1,5 metros, pudiéndose modificar sus dimensiones, manteniendo el área necesaria.

3.4. Ergonomía

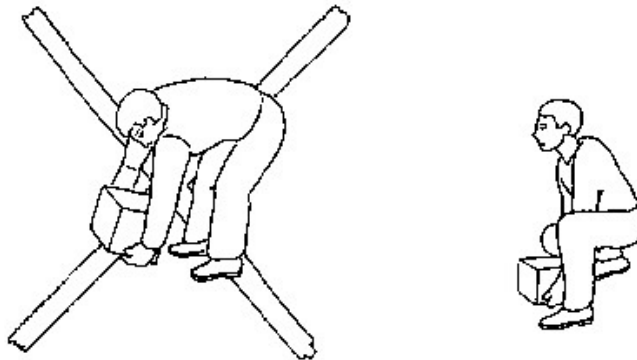
Se define ergonomía, como la ciencia del mejoramiento de las condiciones del trabajo, en función de las facultades y limitaciones de las personas que lo realicen, dado que ciertas operaciones que se realizan en el proceso de fabricación de poliducto resultan desfavorables para los operarios, y que deben ser corregidas, como lo es la alimentación de materia prima a la tolva, ya que esta se encuentra a una altura desfavorable, pudiendo ocasionar lesiones dorso-lumbares a los trabajadores. Se puede observar en la figura 23 de manipulación de cargas en función de la zona de manipulación que el peso que se maneja oscila entre 20 kg, por lo que es necesario colocar escaleras para que la carga no sea levantada por sobre los hombros. Se debe tomar en cuenta la posición en que se levantará la carga ya que también se debe realizar la técnica correcta, que consiste básicamente en realizar el esfuerzo de levantamiento con las piernas, y manteniendo la postura de la espalda en una posición recta como se muestra en la figura 24.

Figura 23. **Peso teórico en función zona de manipulación**



Fuente: CARLES, Gladis. Material de seguridad e higiene industrial. (diapositiva 20).

Figura 24. **Forma incorrecta y correcta de levantar una carga**



Fuente: CARLES, Gladis. Material de seguridad e higiene industrial. (diapositiva 10).

3.5. Estudio de mercado

Un estudio de mercado, consiste en recopilar datos e información necesaria para la planificación de un mercado, dicha información y datos son analizados mediante herramientas estadísticas para tratar de obtener resultados, como es la aceptación o rechazo del producto y el comportamiento que éste tendrá en el mercado, dentro del estudio de mercado se tiene ciertas etapas que se deben seguir en su realización, primero se debe estudiar el mercado o campo objetivo en donde se trata de determinar las necesidades del consumidor en cuanto a gustos y preferencias, mediante encuestas, entrevistas, grado de importancia del producto al consumidor, etc. Luego de conocer cómo el consumidor percibe el producto, se da a conocer las características del producto, en comparación de los productos existentes o competencia, punto que es de suma importancia y que se tomará en cuenta ya

que inversiones y servicios rurales, tiene como objetivo expandir su mercado, analizando la cantidad de nuevos productos que ingresan por año, el producto o marca de mayor antigüedad, y lo más importante conocer la marca líder en el mercado. Pasos necesarios para realizar un estudio de mercado:

- Determinar las necesidades u objetivos de la investigación

Se determina cuál es la razón de la investigación, qué se quiere conseguir con ella y cuál es su objetivo.

- Identificar la información que vamos a recolectar

Ya establecido el objetivo de la investigación, se determina cuál será la información que se necesita recolectar, información como necesidad de los consumidores, los nuevos gustos, las nuevas modas, situación económica, etc.

- Determinar fuentes de información

Una vez conocidos los datos o información que se necesita recolectar para la investigación, se procede a determinar las fuentes de donde la obtendremos, investigaciones hechas previamente, datos históricos, estadísticas, publicaciones, *internet*, etc.

- Definir y desarrollar las técnicas de recolección

Una vez determinada la información que se necesita y dónde se conseguirá, se determina como se conseguirá, para ello se determinan las técnicas o métodos de recolección como las siguientes:

Encuesta

La encuesta consiste en una interrogación verbal o escrita, cuando la encuesta es verbal se hace uso del método de la entrevista; y cuando la encuesta es escrita se hace uso del cuestionario. Una encuesta puede ser estructurada, cuando está compuesta por listas formales de preguntas que se les formulan a todos por igual; o no estructurada, cuando permiten al encuestador ir modificando las preguntas en base a las respuestas que vaya dando el encuestado.

Las encuestas deben formular preguntas que permitan conseguir la información que se necesita y que a la vez permita alcanzar los objetivos de investigación.

Técnica de observación

La técnica de observación consiste en observar personas, hechos, objetos, acciones, situaciones, etc. Para usar esta técnica se puede realizar por ejemplo, visitar los sitios donde frecuentan los consumidores que conforman al público objetivo y observar sus comportamientos, visitar las zonas comerciales y observar los productos de la competencia, visitar los locales de la competencia y observar sus procesos, etc.

Experimentación

La técnica de experimentación consiste en procurar conocer directamente la respuesta de los consumidores ante un determinado producto, servicio, idea, publicidad, etc.

Focus group

El *focus group* o grupo focal consiste en reunir a un pequeño grupo de personas con el fin de entrevistarlos y generar un debate o discusión en torno a un producto, servicio, idea, publicidad, etc. Y así conocer las ideas, opiniones, emociones, actitudes y motivaciones de los participantes.

Sondeo

Método sencillo y de bajo costo, que se caracteriza por hacer preguntas orales simples y objetivas, se obtienen respuestas sencillas y objetivas, un ejemplo de una pregunta que se podría realizar en un sondeo es: ¿Qué marca de zapatos usa?

- Recolectar la información

Una vez determinada la información que se necesita, las fuentes de donde se conseguirá y los métodos que se utilizarán para obtenerla, se procede a la tarea de la recolección de la información. Para ello se determinará previamente quiénes serán los encargados o responsables de ésta tarea, cuándo empezará y cuánto tiempo durará.

- Analizar la información

Una vez recolectada la información requerida, se procede a contabilizar la información, a procesarla (clasificar los datos, tabularlos, codificarlos) y por último, interpretar la información, analizarla y a sacar las conclusiones.

- Tomar decisiones o diseñar estrategias

Por último en base al análisis realizado, se toman las decisiones y se diseñan las estrategias.

3.5.1. Competencia

En Guatemala existen muchas empresas que se dedican a la fabricación de productos y accesorios de plástico, según la gremial de productores de plástico existen 16 empresas que se dedican a la producción de poliducto, únicamente las que se encuentran afiliadas, el resto son empresas artesanales y familiares, que se dedican a proveer poliducto a ciertas áreas o regiones del país. Entre las más importantes en el área metropolitana se encuentran:

- Corfecosa
- Inguaplast
- Poliductos Centroamericanos S.A.
- Poliductos López
- Aldana Hnos.
- Policentro

Como ejemplo se tiene a la fábrica ubicada en el municipio de Gualán, en el departamento de Zacapa, que se encarga de proveer poliducto a toda la región nor-oriente de Guatemala, que comprende departamentos como Alta Verapaz, Izabal, Chiquimula y Jalapa.

Inversiones y servicios rurales tiene como objetivo abarcar el área de Occidente del país, ya que la mayoría de consumidores viajan al centro del país para comprar distintos productos, dentro de ellos poliducto, y que distintas empresas ofrecen a los mismos, por lo que entre los planes de inversiones y servicios rurales esta posibilidad de trasladar sus operaciones a un lugar aledaño a esta área que es el occidente del país, siendo una estrategia a largo plazo. Actualmente se pretende acreditar el poliducto que fabrica inversiones y servicios rurales, con los compradores de estas regiones, y agregarlos a la lista de clientes que ya se tienen de esa región.

3.6. Seguridad e higiene industrial

La seguridad industrial se basa en la reducción de accidentes de trabajo causados por distintos agentes mediante normas preventivas, entre los tipos de accidentes se encuentran:

- Caídas al mismo nivel y caídas a distinto nivel (pisos resbaladizos, caída de escaleras).
- Atrapado (entre maquinaria u objetos)
- Esfuerzos (levantamiento de cargas)
- Golpeado (por objetos y contra objetos)
- Expuesto (sustancias, fuego, objetos cortantes)

Cuando se evalúa un accidente por lo general se toma en cuenta tres factores que lo originan:

Acto inseguro

Violación de un procedimiento normalmente reglado y aceptado como seguro. Como por ejemplo: trabajar muy rápido o muy despacio, no utilizar equipo de protección personal, molestar, sorprender, etc.

Condición física y mecánica insegura

Son aquellas condiciones de trabajo que no cumplen con las normas de seguridad y por lo tanto presentan un alto riesgo de accidentes laborales. Ejemplo: orden y limpieza inadecuado, defectos en maquinaria y herramientas, mala iluminación, etc.

Factor humano

Es la característica mental o física que predispone a una persona a un accidente. Ejemplo: actitudes impropias, ahorro de tiempo y esfuerzo, etc.

La higiene industrial trata los medios que deben usarse en todos los aspectos del trabajo como lo son el ambiente y las propias tareas, por lo que es necesario que en toda actividad productiva sean implementadas para evitar enfermedades y accidentes. La higiene industrial por lo tanto se encarga de identificar, evaluar y eliminar los agentes biológicos, físicos y químicos que se encuentran dentro de una empresa, y que pueden ocasionar enfermedades ocupacionales.

Enfermedades ocupacionales

Son aquellas enfermedades causadas de manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realiza una persona. Dentro de las características de una enfermedad profesional se encuentran:

- Inicio lento
- Previsible
- Retardada y violenta
- Progresiva

Entre los factores que originan una enfermedad ocupacional o dan origen a la misma se encuentran:

- Tiempo de exposición al trabajo
- Concentración de los contaminantes en el área de trabajo
- Sistemas de protección existentes
- Características personales del trabajador

3.6.1. Análisis de riesgos

Se conoce como riesgo al grado de probabilidad con que se enfrentan los trabajadores a que les ocurra un accidente o padezcan de una enfermedad ocupacional. Los riesgos se clasifican en:

- Riesgos físicos
 - Ruido
 - Temperatura
 - Vibraciones
 - Iluminación

- Riesgos químicos
 - Polvos
 - Vapores
 - Líquidos
 - Disolventes

- Riesgos biológicos
 - Virus
 - Bacterias
 - Hongos

En la fabricación de poliducto se tienen distintos riesgos, como lo son los físicos y los químicos, por la naturaleza del proceso, éstos son los riesgos que pueden incidir en un accidente o enfermedad, teniendo como agentes el calor irradiado por la maquinaria y la radiación generada por el producto terminado, todo esto relacionado con los riesgos físicos, y como agentes químicos se tienen los vapores que se desprenden del proceso, todos estos agentes pueden producir efectos como quemaduras, fatiga y enfermedades respiratorias. Por lo que es necesario la implementación de medidas y normas preventivas para la mitigación de los riesgos existentes.

3.6.2. Planes de evacuación

Dado que se tiene la existencia de distintos riesgos como en toda empresa, dentro de sus medidas de prevención se debe contar con un plan de evacuación para distintos riesgos como los son en este caso los riesgos de incendio y de terremotos o temblores, por lo que es necesario la formación de brigadas de evacuación y señalización de las distintas áreas de la empresa.

Existen dos tipos de planes de emergencia y evacuación de edificios y locales:

- Plan de emergencia interior

Tiene por objetivo la actuación en caso de emergencia en el interior del recinto de la empresa. Su elaboración e implantación es responsabilidad de la empresa.

- Plan de emergencia exterior

Tiene por objetivo la coordinación de las actuaciones a llevar a cabo en el caso de que la situación de emergencia pueda comprender áreas mayores que el recinto de la empresa. Su elaboración corresponde a las autoridades competentes según la legislación vigente.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se deben realizar ciertas medidas de emergencia para actuar frente a emergencias previsibles en los centros de trabajo. El plan de emergencias y evacuación es el documento donde se recogen estas medidas necesarias para actuar de forma segura y

coordinada ante una emergencia. El plan de emergencia se debe elaborar de la siguiente manera:

- Detección de la emergencia

Es el primer paso con el que se inicia la puesta en marcha del plan es la detección que puede ser automática (detectores de incendios y central de alarma) o confiada a las personas. En este punto se verifica la veracidad o falsedad de la causa origen de la emergencia, antes de pasar a las siguientes secuencias de acciones.

- Alarma

Cuando se confirma el origen de la emergencia, se establecen los canales informativos para comunicar al personal la necesidad de actuar frente a la emergencia o de evacuar los locales según ciertas actuaciones concretas a realizar por personas responsables que forman parte de los equipos de emergencias.

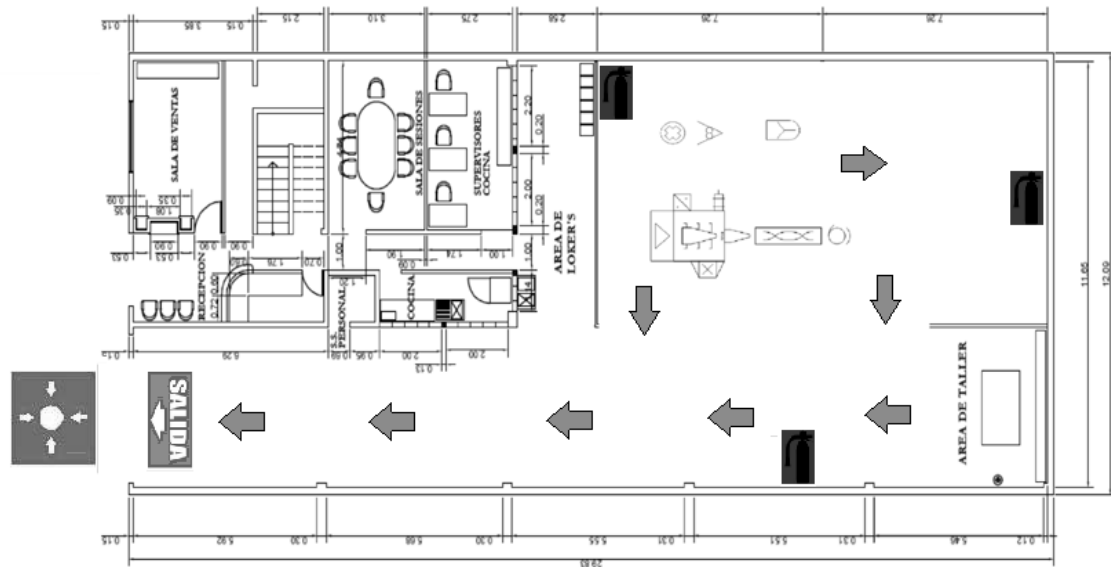
- Evacuación

En este punto se establecen las instrucciones generales para la correcta realización de este punto, y se enfoca en los componentes de los equipos de emergencias y para el personal en general. Estas instrucciones generales pueden ser las siguientes:

- Información previa de las salidas de emergencia disponibles según el lugar o lugares que frecuente.

- Si se cita una situación de emergencia: dar a conocer la alarma con los medios disponibles (pulsador de alarma) o comunicar a los responsables del centro y se deben atender las instrucciones y debe haber una colaboración con ellos para realizar la evacuación.
- Si suena la señal de alarma: comunicar a los responsables del centro y se deben seguir sus instrucciones. Se debe mantener la calma.
- Realizar la evacuación de forma ordenada, sin detenerse, sin prisas y sin provocar el pánico. Se debe ayudar a las otras personas con dificultades y se debe comunicar la existencia de las mismas a los responsables.
- Si se encuentra con humo abundante: se debe caminar en cuatro patas para poder respirar mejor ya que el humo tiende a ascender, y se deben cerrar todas las puertas que se atraviesen. No se deben usar los ascensores.
- Si no se puede salir de un recinto a causa del fuego o del humo: se deben cerrar las puertas y ventanas. Se deben de colocar trapos mojados en las ranuras de las puertas para retrasar la entrada de humo y se debe hacer notar su presencia por ventanas o por teléfono a los bomberos.

Figura 25. Ruta de evacuación



Fuente: Inversiones y Servicios Rurales. S.A.

3.6.3. Seguridad personal

Para todo lo relacionado con la seguridad personal se tiene lo que se conoce como EPP (Equipo de Protección Personal) que como su nombre lo indica son equipos o accesorios que son llevados o sujetados por el trabajador para evitar distintos riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud, dado que el trabajo que se realiza constantemente en el proceso de fabricación de poliducto está relacionado con el calor, es necesario utilizar protección en:

- Manos
- Pies
- Vías respiratorias

Protección de manos

Dado que al finalizar el proceso de fabricación de poliducto, este se encuentra a pesar del proceso de enfriamiento a una alta temperatura, y por la secuencia del proceso este debe ser manipulado por el operario, por lo que se debe utilizar guantes que le protejan las manos contra el calor.

Figura 26. **Protección de manos**



Fuente: www.logismarket.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

Protección de pies

Se recomienda la utilización de calzado con punta de acero y suela anti deslizante dado que por la naturaleza del proceso se tiene el manejo de materiales pesados, y se puede evitar caídas ocasionadas por pisos mojados o resbalosos.

Figura 27. **Protección de pies**



Fuente: www.calzadodeseguridad.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

Protección de las vías respiratorias

En el proceso de extrusión se calienta la materia prima que en este caso son polímeros de baja densidad, en este proceso de calentado se desprenden vapores o gases que son dañinos para el trabajador por lo que es necesario la utilización de mascarillas.

Figura 28. **Protección de las vías respiratorias**



Fuente: www.productos-industriales-sr.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

3.7. Análisis financiero

Un análisis financiero consiste en la técnica matemático-financiero para deducir las pérdidas o ganancias del ejercicio en una empresa, el análisis financiero también establece las consecuencias financieras de las decisiones de negocios, utilizando distintas técnicas para obtener información relevante, realizar mediciones y establecer conclusiones.

Para determinar la situación financiera por la cual está pasando la fabricación de poliducto actualmente en inversiones y servicios rurales, se utilizarán los estados financieros básicos como lo son el estado de pérdidas y ganancias y el balance general, ya que muestra los ingresos, los gastos y la utilidad o pérdida neta de las operaciones de un negocio durante un período determinado, se utilizarán los índices financieros para hacer comparaciones entre los datos o cifras de los estados financieros

Los datos que se obtuvieron mediante la información proporcionada por la empresa o encuesta fueron los siguientes:

Energía eléctrica = Q. 48 000

Gastos de administración= Q. 2 800

Tabla XIV. **Ventas**

Ventas realizadas durante el 2009	Precio	Ventas 2009
Poliducto 3/4 " = 5 700 rollos	Q. 26	Q. 148 200
Poliducto 1/2 " = 3 420 rollos	Q. 42	Q. 143 640
Poliducto 1 " = 2 280 rollos	Q. 75	Q. 171 000

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XV. **Materia prima**

Materia prima	Cantidad/Mes	Total por año
Plástico reciclado	Q. 12 320	Q. 147 840
Pita para amarrar	Q. 90	Q. 1 050

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XVI. **Sueldos**

	Sueldo	Personas	
Operario	Q.1 900	1	Q. 1 900
Ayudante	Q.1 750	2	Q. 3 500
Total			Q. 5 400

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Los costos directos de la producción y costos fijos se calcularon de la siguiente manera:

Tabla XVII. **Costos directos de producción**

Costos directos de la producción	
Mano de obra	Q. 64 800
Bonificación incentivo (288* 8,33)	Q. 2 399
Séptimo día (7 799,04/6)	Q. 1 299
Prestaciones laborales (7 799,04 * 0,3055)	Q. 243
Cuota patronal IGSS (7 799,04 * 0,1267)	Q. 988
Total mano de obra	Q. 69 731

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XVIII. **Depreciación**

Maquinaria y equipo	Costo	Depreciación anual 20%
Máquina extrusora	Q. 250 000	
Bomba de aire	Q. 6 000	
Bomba de agua	Q. 1 000	
Total	Q. 257 000	Q. 51 400.

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XIX. **Estado de resultados**
Inversiones y Servicios Rurales
fabricación de poliducto
del 1 de enero al 31 de diciembre 2009
(cifras en quetzales)

Concepto	Según		Variación
	encuesta	Imputado	
Ventas	462 840	462 840	0
poliducto 3/4 "	148 200	148 200	0
poliducto 1/2 "	143 640	143 640	0
poliducto 1 "	171 000	171 000	0
(-) Costos directos de producción	261 690	266 621	4 931
Materia prima	148 890	148 890	0
Mano de obra	64 800	69 731	4 931
Energía eléctrica	48 000	48 000	0
(-) Costos y gastos fijos	56 800	113 774	56 974
Gastos de administración	14 800	14 800	0
Alquileres	42 000	42 000	0
Depreciación de maquinaria y equipo	0	56 974	56 974
Utilidad antes de ISR	144 350	82 445	61 905
(-) Impuesto sobre la renta 31%	44 749	25 558	19 191
Utilidad neta	99 601	56 887	42 714

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XX. Balance General
Inversiones y Servicios Rurales
fabricación de poliducto
del 1 de enero al 31 de diciembre 2009
(cifras en quetzales)

Activo		
<hr/>		
Circulante		
Caja y bancos		57 031
No circulante		
Mobiliario y equipo	21 830	
Depreciación	5 574	16 256
Maquinaria	257 000	
Depreciación	51 400	205 600
total activo		<u>278 887</u>
<hr/>		
Pasivo		
<hr/>		
Circulante		
Documentos por pagar		197 000
Capital y resultado Ejercicio		
Capital	25 000	
Resultado	56 887	81 887
		<u>278 887</u>

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XXI. Estado de resultados
Inversiones y Servicios Rurales
fabricación de poliducto
del 1 de enero al 31 de diciembre 2010
(cifras en quetzales)

Concepto	Según		Variación
	encuesta	Imputado	
Ventas	502 182	502 182	0
poliducto 3/4 "	160 797	160 797	0
poliducto 1/2 "	155 850	155 850	0
poliducto 1 "	185 535	185 535	0
(-) Costos directos de producción	283 934	289 284	5 350
Materia prima	161 546	161 546	0
Mano de obra	70 308	75 658	4 931
Energía eléctrica	52 080	52 080	0
(-) Costos y gastos fijos	58 058	115 032	56 974
Gastos de administración	16 058	16 058	0
Alquileres	42 000	42 000	0
Depreciación de maquinaria y equipo	0	56 974	56 974
Utilidad antes de ISR	160 190	97 866	62 324
(-) Impuesto sobre la renta 31%	49 659	30 338	19 321
Utilidad neta	110 531	67 528	43 003

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Tabla XXII. Balance General
Inversiones y Servicios Rurales
fabricación de poliducto
del 1 de enero al 31 de diciembre 2010
(cifras en quetzales)

Activo		
<hr/>		
Circulante		
Caja y bancos		69 360
No circulante		
Mobiliario y equipo	21 830	
Depreciación	11 148	10 682
Maquinaria	257 000	
Depreciación	102 400	154 200
total activo		<u><u>234 242</u></u>
<hr/>		
Pasivo		
Circulante		
Documentos por pagar		137 000
Capital y resultado Ejercicio		
Capital	25 000	
Resultado	72 242	97 242
		<u><u>234 242</u></u>

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Para realizar el análisis financiero correspondiente a los períodos existentes utilizaremos las razones financieras, que presentaran una amplia perspectiva del estado financiero de la empresa, precisando el grado de liquidez, rentabilidad, apalancamiento y todo lo relacionado a su actividad.

Razón de liquidez

Mide la capacidad de convertir sus activos en efectivo y cumplir con sus obligaciones.

- Prueba de ácido

$$PA = \frac{\text{Activo circulante} - \text{inventarios}}{\text{Pasivo circulante}}$$

Año 2009

$$PA = \frac{Q. 278 887 - Q.148 890}{Q. 197 000} = 0,66$$

Año 2010

$$PA = \frac{Q. 234 242 - Q.148 890}{Q.137 000} = 0,62$$

Los datos correspondientes al 2009 y 2010 respectivamente son 0,66 y 0,62 que representan que por cada quetzal que debe la empresa, se tiene 66 y 62 centavos para cubrirlo. Dado que la empresa lleva en el mercado 2 años es un buen indicador ya que esta debe irse consolidando y es posible llegar o acercarse a la relación de 1:1, donde se tendrá la capacidad de cubrir el quetzal que se debe.

- Índice de solvencia

$$PA = \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo circulante}}$$

Año 2009

$$PA = \frac{Q. 278 887}{Q. 197 000} = 1,4$$

Año 2010

$$PA = \frac{Q. 234 242}{Q. 137 000} = 1,7$$

Los indicadores de 1,4 y 1,7 del 2009 y 2010, representan que por cada 1,4 y 1,7 quetzales se debe 1 quetzal, ya que la relación mínima debe de ser de 1:1 representa que el activo circulante es 1,4 y 1,7 veces mayor que el pasivo circulante, por lo que la empresa es capaz de cubrir sus deudas.

- Capital de trabajo

$$CT = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

Año 2009

$$CT = Q. 278 887 - Q.197 000 = Q. 81 887$$

Año 2010

$$CT = Q. 234 242 - Q.137 000 = Q. 97 242$$

Los indicadores de Q. 81 887 y Q. 97 242 expresan la cantidad de recursos con que cuenta la empresa para operar si se pagan todos los pasivos a corto plazo, donde se cuenta con suficiente dinero para la operación de la empresa. Relacionado al capital de trabajo se tiene que los índices de solvencia anteriormente calculados para el 2009 y 2010, que fueron de 1,4 y 1,7 respectivamente indican que al sobrepasar la relación de 1:1 donde el capital de trabajo es igual a cero debido a que se iguala el pasivo circulante y el activo circulante, el capital de trabajo del 2009 y 2010 quedará con valores positivos y la empresa no quedará condicionada al financiamiento externo para incrementar o alimentar el capital.

Razón de Actividad

Muestra la rapidez con que las cuentas por cobrar o inventarios se convierten en efectivo.

- Rotación de inventario

$$RT = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{Promedio de inventario}}$$

Año 2009

$$RT = \frac{380\,395}{148\,890} = 3$$

Año 2010

$$RT = \frac{404\,316}{161\,546} = 2$$

Los valores de 2 y 3 representan el número de veces que se da la rotación de inventarios, donde la rotación se refiere al número de veces que el inventario se consume y se tiene almacenado. En el 2009 se rotaron cada 6 meses y en el 2010 se rotaron cada 4 meses por lo que en se puede concluir que se va teniendo una mejor administración de los inventarios, ya que se va incrementando la rotación de los mismos.

Razón de endeudamiento

Indica la cantidad de dinero que se utiliza de terceros para generar utilidades.

- Índice de endeudamiento

$$IE = \frac{\text{Pasivos totales}}{\text{Activos totales}}$$

Año 2009

$$IE = \frac{197\ 000}{278\ 887} = 0,70$$

Año 2010

$$IE = \frac{137\ 000}{234\ 242} = 0,58$$

En el 2009 se tiene un índice de endeudamiento del 70% lo que indica que este 70% de los activos está siendo financiado por deuda y no por los dueños de la empresa donde se interpreta que la empresa utiliza un gran suma de dinero proporcionado por deuda para poder generar activos caso que no es muy recomendable ya que se corren altos riesgos de no poder pagar dicha deuda y operar al mismo tiempo. En el 2010 se tiene el 58% de deuda sobre los activos que representa que el endeudamiento a disminuido respecto al año anterior siendo esto positivo ya que la empresa ha disminuido la deuda y es capaz de generar sus propios activos sin financiamiento.

Razón de Rentabilidad

Evalúa las ganancias de la empresa y mide el rendimiento en relación con sus ventas, activo y capital.

- Margen neto de utilidad

$$\text{MNU} = \frac{\text{Utilidades netas después de impuestos}}{\text{Ventas}}$$

Año 2009

$$\text{MNU} = \frac{82\,445}{462\,840} = 0,18$$

Año 2010

$$\text{MNU} = \frac{97\,866}{502\,182} = 0,19$$

Las ventas del 2009 y 2010 generaron el 18% y 19% de utilidad respectivamente donde se puede observar un aumento de la utilidad, donde además de estos datos se puede identificar que a pesar del aumento de los costos de venta y los gastos de administración y ventas, las ventas crecieron lo suficiente para asumir dicho aumento.

- Margen bruto de utilidades

$$\text{MBU} = \frac{\text{Ventas} - \text{Costos de ventas}}{\text{Ventas}}$$

Año 2009

$$\text{MBU} = \frac{462\,840 - 380\,395}{462\,840} = 0,17$$

Año 2010

$$\text{MBU} = \frac{502\,182 - 404\,316}{502\,182} = 0,19$$

El margen bruto de utilidad del 2009 y 2010 después de descontar los costos de ventas fue de 17% y 19% donde se tuvo un leve incremento lo cual es positivo ya que el aumento de los costos de venta no tuvo impacto sobre la utilidad bruta.

3.7.1. Rentabilidad del producto

La rentabilidad del producto se calcula mediante la relación entre ingresos y egresos, en donde se toman los beneficios netos de un período, en este caso anual y la inversión de capital realizada, para determinar el porcentaje o tasa de cómo se recuperará el capital anualmente.

Para el cálculo se usara la fórmula del método de rentabilidad como una relación entre ingresos y egresos:

$$r = \frac{Ra - 1}{A}$$

A = Capital invertido

Ra= Beneficios netos

Para el 2009:

Capital invertido:

Energía eléctrica	Q.	4 000
Alquileres	Q.	3 500
Mobiliario y equipo	Q.	21 830
Materia prima	Q.	12 410
Mano de obra	Q.	5 811
Maquinaria y equipo	<u>Q.</u>	<u>257 000</u>
	Q.	304 551

$$r = \frac{56\,887 - 1}{304\,551}$$

$$r = 0,19$$

Se tiene un porcentaje de 0,19 para el 2009, dicho porcentaje puede variar cada año según las ventas y utilidades que se obtienen, los Q. 304 551 se tienen de la compra de maquinaria y erogaciones necesarios para comenzar a trabajar en la compra de la maquinaria se incluye la transferencia de conocimientos preexistentes transferidos *Know-How* (Es una expresión utilizada en los últimos tiempos en el comercio internacional para denominar los conocimientos preexistentes que incluyen: técnicas, información secreta, teorías e incluso datos privados como clientes o proveedores), de la empresa que era propietaria de la máquina y procesos.

3.7.2. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio en una empresa consiste como su nombre lo indica, el punto donde los ingresos son iguales a los gastos, y que sirve de referencia para planificar y tomar decisiones, dicho punto se debe calcular constantemente ya que representa un instante financiero de la empresa.

Para encontrar el punto de equilibrio primero se calculara el punto de equilibrio en valores, que indica el monto al que deben ascender las ventas, y luego el punto de equilibrio en unidades, que proporciona el número de unidades necesarias para alcanzar el equilibrio entre los gastos e ingresos.

Cálculo del punto de equilibrio en valores:

Fórmula:

$$PEV = \frac{\text{Gastos fijos}}{\% \text{ Ganancia marginal}}$$

Donde:

$$\text{Ganancia marginal} = \frac{\text{Ganancia marginal (Ventas – Costos de produccion)}}{\text{Ventas netas}}$$

$$\% \text{ Ganancia marginal} = \frac{196\ 219}{462\ 840} = 0,42$$

$$\text{PEV} = \frac{\text{Q.}113\ 774}{0,42} = \text{Q.}268\ 369$$

Como se indica el nivel de ventas debe ascender los Q. 268 369 en donde la empresa no tiene pérdidas, ni ganancias, y es el valor en donde la empresa debe mantenerse siempre arriba.

Cálculo del punto de equilibrio en unidades:

Fórmula:

$$\text{PEU} = \frac{\text{Punto de equilibrio en valores}}{\text{Precio unitario de ventas}}$$

Poliducto 3/4”:

$$\text{PEU} = \frac{\text{Q.}268\ 369}{\text{Q}26} = 10\ 322$$

Poliducto 1/2”:

$$PEU = \frac{Q.268\,369}{Q42} = 6\,390$$

Poliducto 1”:

$$PEU = \frac{Q.268\,369}{Q75} = 3\,578$$

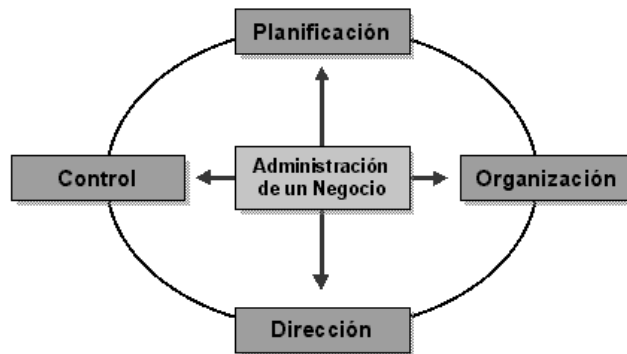
Para cubrir los costos, el número de unidades a fabricar debe ascender a 10 322 rollos de poliducto de $\frac{3}{4}$ ”, 3 578 rollos de 1” y a su vez 6 390 rollos de poliducto de $\frac{1}{2}$ ”, con lo que se alcanza el punto de equilibrio y a partir de ahí se empiezan a generar los beneficios.

3.8. Administración del proceso

La administración del proceso es de suma importancia en cualquier actividad productiva, por lo que es necesario crear competencias encargadas de administrar las distintas áreas, como lo es la contratación de un gerente de manufactura, encargado de administrar todo lo relacionado con la producción, y que sirva de conexión con el gerente administrativo, para tener un control tanto administrativo como financiero del proceso.

Se necesita establecer un proceso administrativo que procure la optimización de los recursos productivos, ganarle al tiempo y a la competencia, para ello es necesaria la utilización de los procesos administrativos que son la planificación, organización, dirección y control.

Figura 29. **Proceso administrativo**



Fuente: www.uproadmon.blogspot.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

Planificación

Es un proceso racional de toma de decisiones por anticipado, que incluye la selección de los cursos de acción que debe seguir una empresa y cada unidad de la misma para conseguir determinados objetivos del modo más eficiente. El proceso de planificación se establece de la siguiente manera:

- Diagnóstico de fortalezas y debilidades
- Diagnóstico de oportunidades y amenazas
- Desarrollo de estrategias
- Planeación estratégica
- Planeación táctica
- Asignación de recursos
- Control de resultados
- Planeación continua

Organización

En esta etapa se distribuyen las tareas asignándolas a cada uno de los trabajadores y se crea la estructura de relaciones que permitirá a los empleados alcanzar los objetivos de la empresa y así cumplir las metas.

Dirección

Es la etapa donde se orienta al personal y los recursos productivos hacia la marcha óptima y se pone en práctica el liderazgo, la delegación, la motivación, la comunicación, la innovación y creatividad de los grupos de trabajo.

Control

Es la actividad de seguimiento encaminada a corregir las desviaciones que puedan darse con respecto a los objetivos. El control se ejerce con referencia a los planes, mediante la comparación regular y sistemática de las previsiones habidas respecto de los objetivos.

3.8.1. Objetivos

El objetivo principal de la administración del proceso es tener una producción organizada y bajo control, se pretende eliminar por completo el proceso empírico, y así tener un proceso estandarizado y mejorado, entre otros objetivos se tiene la incorporación del área de producción a los objetivos generales de la empresa y que la gerencia general tenga un conocimiento más

detallado de las actividades que se realizan en el área de producción del poliducto.

3.8.2. Actividades principales de la administración

Para tener una administración adecuada, como en cualquier proceso de producción, siendo el caso la producción de poliducto, es necesario implementar ciertas actividades que permitan a la administración tener un correcto seguimiento y control de la producción, entre las que tenemos, la planificación de las actividades diarias, ejecución de los planes de producción, control de resultados diarios y reporte de horas extras.

3.8.2.1. Planificación de las actividades diarias

La planificación de las actividades estará a cargo del gerente de manufactura, ya que es la persona encargada de la planificación de la producción, en la fabricación de poliducto se tiene una producción continua en donde se fabrica poliducto de las tres medidas pero en distintas cantidades, por lo que se debe planificar diariamente el tipo de medida y la cantidad de poliducto a fabricar

También se deben planificar paros para mantenimiento preventivo y se debe planificar la producción para cubrir los requerimientos necesarios si ocurriera un paro por mantenimiento correctivo.

3.8.2.2. Ejecución de los planes de producción

La ejecución de los planes para la producción, se lleva a cabo según lo que se tiene planificado fabricar ese día, por lo que la producción deberá ser

monitoreada constantemente, ya que se manejan grandes volúmenes de producción y se fabrican poliductos de distintas medidas, dichos planes serán ejecutados por los operadores, quienes deberán realizar reportes periódicos de la producción, para que se lleve un control y monitoreo sobre la producción, y realizar modificaciones en lo planificado si fuese necesario.

3.8.2.3. Control de resultados diarios

El control de resultados diarios, permite tener una mejor planificación sobre la producción, ya que mediante el registro de los mismos se obtendrán indicadores, los cuales darán la pauta para planificar y así poder realizar mejoras o reajustes en la producción, con lo que se pretende mejorar la capacidad de producción actual.

3.8.2.4. Reporte de horas extras

Las horas extras serán únicamente necesarias, cuando por razones ajenas al proceso no se cumpla con lo planificado, estas al igual que las horas normales deberán ser planificadas y reportadas según sea el caso.

3.9. Materia prima

La materia prima juega un papel importante en cualquier proceso ya que de esta depende la presentación final del producto terminado. En la fabricación de poliducto la materia prima tiene una repercusión en el proceso cuando el plástico caliente se enfría en la bandeja, ya que en esta parte del proceso se da la fractura o agrietamiento del poliducto a causa de materiales distintos que se mezclan con los plásticos de baja densidad utilizados.

3.9.1. Selección de materia prima

Dado que la materia prima utilizada en el proceso se obtiene de materiales reciclados, es difícil crear un proceso de revisión de la misma ya que por la contextura triturada del material, únicamente se puede optar por seleccionar proveedores de confianza, que recolecten los materiales y seleccionen adecuadamente los plásticos de baja densidad.

3.10. Capacitación de personal

Dado que se implementarán y mejorarán ciertos procedimientos como lo son la implementación de seguridad e higiene industrial, ergonomía, sistemas de administración del proceso y mejoras en los procesos en general, es necesaria la capacitación del personal, para hacer de su conocimiento todo lo relacionado a normativos y procedimientos que se deberán utilizar en todos los procesos.

3.11. Análisis de los puestos de trabajo

En el proceso de fabricación de poliducto se tiene a tres personas involucradas, un operador de máquina, un ayudante y un enrollador, en donde no se tiene ninguna descripción de las tareas o perfil de cada trabajador por lo que se observó las tareas que realizaban cada uno y se llegó al siguiente análisis:

- Operador de máquina

Se encarga del manejo de la extrusora, ajustando la temperatura y cambiando las molduras de las tres medidas de poliducto que se fabrican, se

encarga de manejar la sopladora, regulando el flujo de aire que se le suministra a la extrusora en la parte donde se ubica el dado, el operador también posee conocimientos técnicos sobre la maquinaria, ya que realiza reparaciones si es necesario, además coordina la mezcla que realiza el ayudante basándose en el desempeño de la extrusora y el número de poliducto agrietado que salga.

- **Enrollador**

Su trabajo consiste en manipular la máquina enrolladora e ir contando el número de vueltas que corresponde, además tiene que inspeccionar si el poliducto no posee grietas o desigualdad de diámetros, y reportar al operador para que realice las correcciones necesarias.

- **Ayudante o auxiliar del operador**

Su función es prestar ayuda al operador de máquina y al enrollador, esta persona debe poseer conocimientos de ambos puestos, por lo que el operador de máquina debe adiestrarlo en el manejo de maquinaria y a su vez adquirir conocimientos técnicos de la maquinaria, dado todo esto se puede tener al ayudante como sustituto del operador de máquina o se le puede asignar la tarea de operador de máquina en otra jornada laboral.

3.12. Control del producto terminado

Se debe implementar un control de producto terminado, tanto como para un control de calidad, como un control de la producción, ya que se fabrica poliducto de distintas medidas y esto puede ocasionar que se presenten errores en su almacenaje, tanto como errores en su fabricación.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis y propuesta para la mejora del proceso

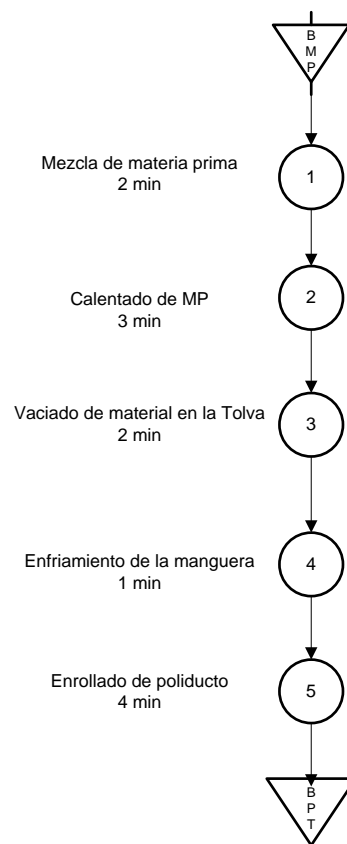
Al implementar los cambios en los procesos, se eliminaron las demoras en los diagramas que representan tiempos improductivos y que se muestran en el capítulo 3, por medio de las tablas resumen que estos presentan se observa la discrepancia de tiempos entre los diagramas actuales y los mejorados.

4.1.1. Diagrama de proceso

El diagrama de proceso únicamente presenta las operaciones que se deben realizar en la fabricación de poliducto, donde se disminuyó el tiempo de calentado de la materia prima de 5 minutos a 3 minutos respectivamente cada hora por lo que en una jornada de trabajo diurna representa 16 minutos, donde se pueden fabricar 3 rollos de poliducto de $\frac{3}{4}$ ", 4 rollos de $\frac{1}{2}$ " o 2 rollos de 1" y si se trabajara con dos turnos se podría fabricar el doble.


Figura 30. Diagrama de proceso mejorado

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/1
Método: Mejorado	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Resumen diagrama de proceso mejorado**

Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 minutos	0
Tiempo total	0	12 minutos	0

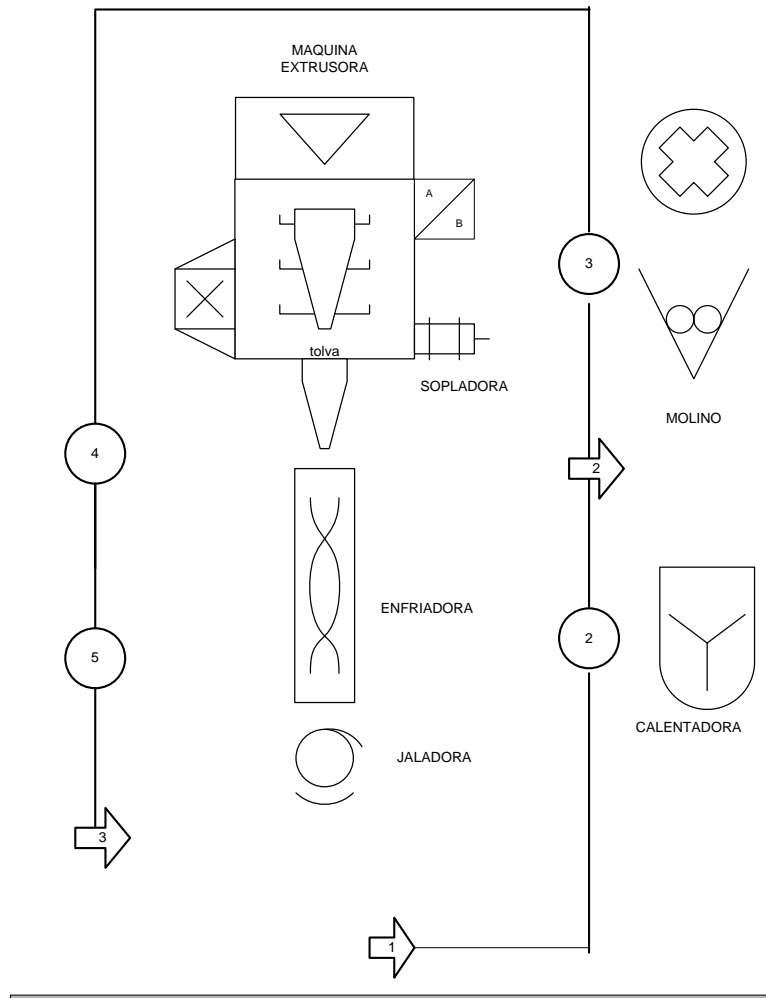
Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido al igual que en el diagrama de proceso únicamente se tendrá reducción de tiempos en las operaciones, y la distribución de la planta quedará de igual manera, pudiéndose realizar cambios de la misma, pero que no tendría mayor beneficio ya que las distancias que se recorren son mínimas comparadas con los tiempos de los procesos.



Figura 31. Diagrama de recorrido mejorado

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Resumen diagrama de recorrido mejorado**

Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
Tiempo Total		18,15 min	
Distancia Total			19 m

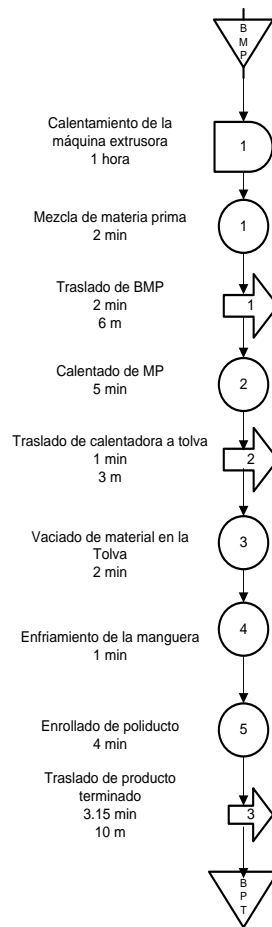
Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Diagrama de flujo

Como en los diagramas anteriores se redujo el tiempo de calentado de materia prima pero sobre todo se eliminó el tiempo de calentado de la máquina extrusora ya que se necesita 1 hora para ello, y que representa la fabricación de 14 rollos de $\frac{3}{4}$ ", 15 de $\frac{1}{2}$ " o 7 rollos de 1".

Figura 32. Diagrama de flujo mejorado

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 1/2
Método: Actual	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT



Fuente: elaboración propia.

Empresa: Inversiones y servicios rurales S.A	Hoja : 2/2
Método: Mejorado	Proceso: Fabricación de poliducto
Fecha: junio/2010	Analista: Francisco Toledo
Inicia: BMP	Finaliza: BPT

Tabla XXV. **Resumen diagrama de flujo mejorado**

Símbolo	Repetición	Tiempo	distancia
 Operación	5	12 min	0
 Transporte	3	6,15 min	19 m
Tiempo Total		18,15 min	
Distancia Total			19 m

Fuente: elaboración propia.

4.2. Monitoreo de producción al realizarse los cambios

Se deben implementar bitácoras para el monitoreo de la producción ya que únicamente se tienen hojas de registro de la producción donde se presentan sólo los días trabajados, materia prima consumida, las horas que se trabajaron y la producción diaria. Estas bitácoras además de los datos que se tienen en las hojas existentes se deben tener registros de la calidad de la materia prima ya que son distintos los proveedores que la proporcionan, se debe tener un registro del funcionamiento de la máquina extrusora, se debe registrar el número de rollos defectuosos y el registró detallado de las fallas que se den en la maquinaria.

Figura 33. Bitácora

INVERSIONES Y SERVICIOS S,A

Version 01 Extrusora

REPORTE DE OPERACIONES

Mes: Ene Feb Mar Abr May Jun
Jul Ago Sep Oct Nov Dic

Día:

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Turno/Hora: _____
 Operador: _____
 Observaciones: _____

Atrilaje de extrusora

Hora	
Parametro	SI NO
Atrilaje normal	

Bolsas utilizadas: _____
 Medida: _____

Poliducto (1", 1/2", 3/4")	Produccion (Rollo)	Produccion acumulada	Rollos defectuosos	Reproceso

Observaciones / Reporte de Fallas: _____

REPORTE TIEMPOS DE PARO POR FALLA

Máquina	Tiempo en Min	Motivo de Paro

Materia Prima

Proveedor			
Ingreso			
Consumo			

Firma Operador: _____ Firma Jefe de área: _____

Fuente: elaboración propia.

4.3. Manejo y control del tiempo durante la implementación

Dado que entre las mejoras del proceso se contempla la eliminación de tiempos improductivos, es necesario tener un manejo y control de las tomas de tiempo en los procesos, ya que estos variarán al implementarse las mejoras por lo que se debe tomar registro de todas las actividades, tanto como para establecer un parámetro general de la producción, como para comparar con los registros anteriores y así evaluar la factibilidad de las mejoras, ya que entre los planes de la empresa se tiene contemplado la implementación de otras jornadas, gestión que no tiene ninguna repercusión con las mejoras propuestas.

107

4.4. Estudio de mercado

Es necesario conocer las estrategias de mercado de la competencia para así aprovechar sus ventajas y desventajas, dentro de las estrategias que utilizan la competencia, se encuentran las estrategias de liderazgo en coste, que se basa en la dimensión productiva y que esta generalmente ligada a la existencia de un efecto experiencia. Esta estrategia implica una vigilancia estrecha de los gastos de funcionamiento de la empresa y de las inversiones en productividad, que permiten valorar los efectos de las experiencias, de las concepciones muy estudiadas de los productos y de los gastos reducidos de las ventas y publicidad, a la vez que su enfoque esta puesto esencialmente en la obtención de un coste unitario bajo, en relación a sus competidores.

Conociendo todo esto se deben plantear las estrategias de mercado convenientes y sus actividades para alcanzar los objetivos planteados, dentro de las estrategias que deben emplearse, están las estrategias de nicho de mercado o de estrategia de especialización, que se concentran en las necesidades de un segmento o grupo en particular de compradores, sin pretender dirigirse a un mercado entero, ya que los competidores buscan abarcar todo el mercado entero dejando o excluyendo cierto segmento de mercado, siendo en el caso del poliducto las distintas regiones de Guatemala donde cada competidor trata de abarcar cada una de dichas regiones, por lo que se debe buscar estrategias de diferenciación y de liderazgo en costes pero enfocado a un segmento de mercado o población objetivo seleccionado, el objetivo es ser el competidor líder en un determinado segmento de mercado.

4.4.1. Estrategias de mercado

Una vez seleccionado el mercado objetivo que en este caso son las ferreterías que se encuentran en el occidente del país y que viajan al centro de la ciudad a comprar poliducto, dado que con el estudio de mercado realizado con anterioridad se establecieron ciertas políticas generales, pero que a continuación se definirán detalladamente.

La fijación de precios de venta, está relacionado con la estrategia de precios, y que como se especificado con anterioridad este precio se encuentra por debajo de la competencia. Siendo esta la estrategia es posible la reducción del precio si se lograra un mayor volumen de producción y teniéndose como ventaja que no se tienen distribuidores ya que el consumidor no percibirá el producto influenciado por los precios de los mismos.

Entre las estrategias de distribución, si fuera el caso que se adquirieran clientes de occidente que comprasen grandes volúmenes de producto se deberán establecer los canales de ventas e intermediarios, la forma en que se llevará a cabo la distribución del producto y los requerimientos derivados de la misma.

Para la estrategia de promoción, se debe tener una promoción de ventas, como variaciones de precios, obsequios de muestra, y el costo que éstas representarían para la empresa.

4.5. Seguridad e higiene industrial

Previo a diseñar programas para la seguridad e higiene industrial se analizaron los ambientes y actividades que se realizan en la fábrica donde dio como resultado un diagnóstico donde se identifica los ambientes con mayor riesgo y se enfatiza en ellos, ya que el objetivo principal es proteger a los trabajadores, como a los recursos que posee la empresa.

4.5.1. Mitigación de riesgos existentes

Entre los riesgos encontrados están los físicos y químicos, por lo que es necesario la erradicación de los mismos mediante la eliminación de los posibles accidentes que estos pueden producir y que a su vez se originan por tres factores que son la condición física y mecánica insegura, el factor humano y el acto inseguro, donde la condición física o mecánica insegura consiste en aquellas condiciones de trabajo donde no se cumplen las normas de seguridad y presentan un alto riesgo de accidentalidad como lo son pisos lisos, iluminación deficiente, altas temperaturas, etc. Cuando se refiere al factor humano es a la característica física o mental que tiene una predisposición al accidente ya sea por predisposición personal o por actitudes impropias del trabajador. Por último está el acto inseguro que es la violación a procedimiento, que ha sido reglado y que se asume como seguro.

Se tienen ciertas condiciones y actos inseguros como lo son la falta y no utilización de los equipos de protección personal, todo esto relacionado al calor irradiado por el proceso, para todo ello se implementará el uso de equipos de protección personal, paralelo a ello se implementarán planes de evacuación, brigadas de evacuación y la señalización necesarias.

Para señalar los riesgos que existen dentro del proceso es necesario la señalización de la maquinaria que más irradia calor, principalmente la máquina extrusora y la enfriadora, para ello se utilizaran señales de advertencia que son de color amarillo que advierte riesgo o peligro, en este caso riesgo de una quemadura provocada por una superficie caliente, la señal quedará de la siguiente manera.

Figura 34. **Señal de advertencia**



Fuente: CARLES, Gladis. Material de seguridad e higiene industrial. (diapositiva 14).

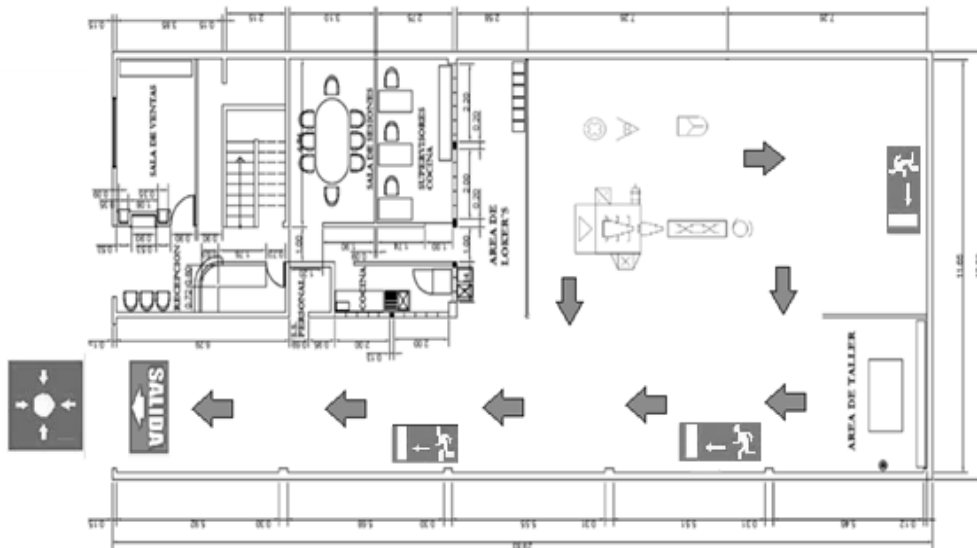
4.5.2. Formación de brigadas de evacuación

Una brigada de evacuación es un equipo formado por voluntarios acreditado, equipado y de rápida movilización, para el apoyo en situaciones de emergencia, la brigada de evacuación tiene como funciones y actividades:

- Implementar, colocar y mantener en buen estado las señalizaciones de prevención, salvamento y obligación del inmueble, lo mismo que los planos guía.
- Participar tanto en los simulacros como en las situaciones reales.

- Conducir al personal durante una emergencia a los lugares seguros o puntos de reunión, establecidos y señalizados fuera de las instalaciones siguiendo la ruta de evacuación. (Figura 25).
- Establecer los puntos de reunión. (Figura 35).
- Realizar consenso de las personas que laboran y cuando estas se reúnen en el punto de reunión.
- Verificar constantemente las vías de evacuación señalizadas mediante paneles de color verde colocadas en las paredes, manteniéndolas libre de obstáculos.

Figura 35. **Puntos de reunión**



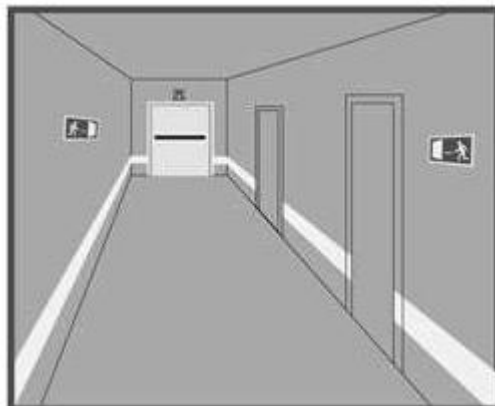
Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

Al igual que la brigada de evacuación, las brigadas contraincendios deben ser capaces de realizar las siguientes funciones:

- Detectar los riesgos de las situaciones de emergencia por incendio, de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- Operar los equipos contra incendio, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la empresa o instrucciones del fabricante.

Trabajando paralelamente con la conformación de brigadas de evacuación, se debe realizar la señalización necesaria sobre las puertas, salidas, pasajes, puestos de salvamento, material, etc. Todas estas señales deberán ser de color verde según las normas de seguridad, ya que este color representa una señal de salvamento o de auxilio, y deberá de ser como se muestra en la figura 37.

Figura 36. **Señalización**



Fuente: www.interempresas.net [Consulta: 21 de marzo de 2011]

Figura 37. **Señales de salvamento**



Fuente: CARLES, Gladis. Material de seguridad e higiene industrial. (diapositiva 18).

La señalización puede ser realizada de distintas formas y diseños, siempre y cuando sea efectiva tomando aspectos como, atraer la atención, dar a conocer el riesgo, ser suficientemente clara, expresar el mensaje sin equivocaciones, correcta ubicación y visualización.

4.5.3. Equipo de protección personal

Luego de determinar qué partes del cuerpo son las que se tienen que proteger en el proceso, se determinó que fueron las extremidades inferiores (pies), superiores (manos) y las vías respiratorias, se deben implementar los equipos a utilizar, en este caso existe una variedad de modelos y marcas con distintos proveedores pero de manera general se utilizarán para la protección de las manos guantes con capacidad de proteger las manos contra el calor, resistentes a ser rasgados, a ser perforado y resistentes a la humedad.

Figura 38. **Guantes resistentes al calor**



Fuente: www.degso.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

Para la protección de pies se deberán utilizar botas industriales, que puedan proteger al trabajador de caídas de objetos pesados, quemaduras, contra riesgos eléctricos, de quemaduras, etc.

Figura 39. **Calzado industrial**



Fuente: www.degso.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

En cuanto a la protección de las vías respiratorias, se deben utilizar mascarillas o equipos filtrantes, esto debido a la emanación de gases producto de la fabricación de poliducto. Para este equipo se deberá tener una mayor atención, en las especificaciones del fabricante ya que son equipos que dependen del ambiente en donde se utilicen.

Figura 40. **Mascarilla con filtro**



Fuente: www.articulos-de-seguridad-industrial.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

4.6. Programas para la capacitación del personal

Los programas de capacitación serán necesarios tanto para abarcar los cambios en los distintos procesos como para tener una mejora continua en el desempeño de los trabajadores, la temática y calendarización de las capacitaciones quedarán a criterio de la empresa según sus políticas, donde también se definirán por quiénes serán impartidas y el costo que significarán para la empresa.

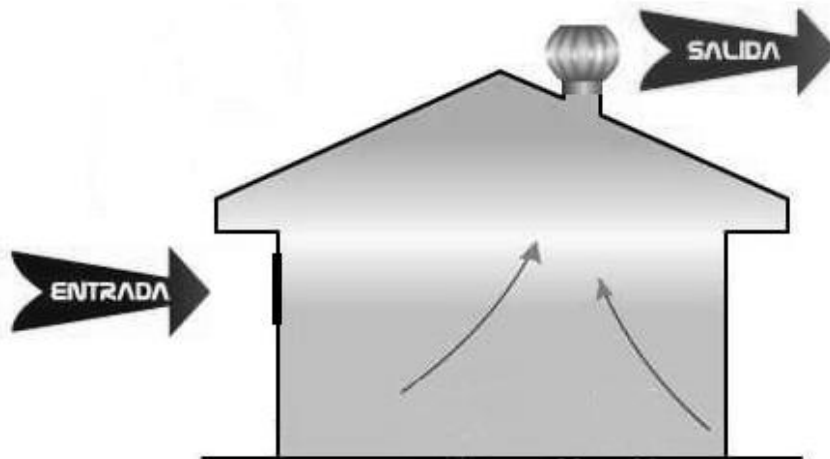
Para tener una capacitación satisfactoria y en donde se obtengan resultados es necesario la evaluación constante de personal, por lo que se debe tomar en cuenta en las capacitaciones aspectos como la diversidad de

sujetos a capacitar (experiencia y conocimientos generales), calendarización adecuada para no ejercer presión en sus labores, capacitar al personal con tiempos de calidad y no de cantidad, exaltar las consecuencias de la capacitación y hacer de la capacitación un tema con menos doctrina y más práctica.

4.7. Ventilación

Mediante los cálculos realizados anteriormente para determinar la ventilación adecuada, se optó por la ventilación natural por medio de ventanales, ya que la ventilación artificial por medio de inyectores y extractores resulta una inversión demasiado grande comparada con la implementación de ventanales, también se tomó en cuenta que inversiones y servicios rurales se dedica a la construcción por lo que representa una ventaja, ya que se podrá trabajar con recursos propios de la empresa y se coordinará o quedará completamente a cargo del Ingeniero Civil y Estructural, quien se encargará de todos los costos, mano de obra, materiales, etc.

Figura 41. **Ventilación**



Fuente: www.acca.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

4.8. Iluminación

En cuanto a la iluminación necesaria que se determinó mediante los cálculos realizados con el método de cavidad zonal que es necesario la implementación de luminarias, la propuesta será implementada de igual manera por el Ingeniero Civil y Estructural, ya que a su cargo tiene tanto albañiles, como electricistas, y se tiene la ventaja que al trabajarse con obra civil se tienen proveedores tanto de lámparas, como de alambre, por lo que se obtendrá un menor costo de todo lo necesario, sin tener que cotizar en diferentes lugar que distribuyen materiales eléctricos.

4.9. Materia prima

Para controlar la calidad de la materia prima se utilizarán los modelos de evaluación de proveedores y un control de materia prima para cumplir con los requerimientos establecidos.

4.9.1. Evaluación de proveedores

Para la evaluación de proveedores es necesario tener un control estadístico del número de productos terminados que presenten defectos y se debe monitorear el color, tamaño y la presencia de impurezas. También se debe tomar en cuenta la procedencia de la materia prima, ya que todos los proveedores de materia prima la obtienen de distintos botaderos de basura, influyendo en la cantidad de impurezas, otro factor determinante es la época del año principalmente en las estaciones secas y lluviosas, ya que de igual manera presentará una mayor o menor concentración de impurezas y una variabilidad en los precios según sea la dificultad de recolección.

4.9.2. Control de calidad en materia prima

La calidad de la materia prima puede variar aún viniendo del mismo proveedor, por lo que es necesario que estas variaciones sean detectadas y controladas, pero a diferencia de los distintos procesos en donde se debe realizar un muestreo, se evalúa al proveedor y se descarta si este no cumple, en la industria del poliducto de igual manera se evaluará y se tomarán los parámetros anteriormente mencionados para la selección de proveedores, todo esto deber ser archivado para tener documentado cuándo y en qué período se ha obtenido producto terminado que cumple con los estándares establecidos, luego de esto se deberá agrupar a los proveedores y no se eliminarán

drásticamente ya que la recolección que realizan de materia prima variará paulatinamente y se deberá contar siempre con distintos proveedores.

4.10. Costos de administración

Los costos de administración son referidos a los sueldos del director general, contadores, auxiliares, gastos de oficinas, secretarías etc. Pero existen empresas que cuentan con relaciones públicas, área de investigación y desarrollo, selección de personal, finanzas y en este caso de ingeniería que incurre como costo de producción, y que será tomado como un costo de administración por la naturaleza del trabajo que se realizará que estará enfocado en administrar. Se incorpora a los costos de administración el salario del gerente de manufactura, según el perfil que la empresa establezca y según sus políticas internas, se incorporarán gastos de oficina (papelería, lápices, tinta, etc.) referidos a la planificación de las actividades diarias, ejecución de los planes de producción, control de resultados diarios y reporte de horas extras.

Tabla XXVI. **Gastos de administración**

Gastos de administración	
Papelería y útiles	Q. 250
Sueldos y salarios	Q. 14 000
Combustible	Q. 550
Alquileres	Q. 42 000
Total	Q. 56 800

Fuente: Inversiones y Servicios Rurales, S.A.

4.11. Rediseño de las estaciones de trabajo

Se identificó el problema ergonómico que existe en el área de alimentación de materia prima de la máquina extrusora, en donde el operario tiene que levantar peso inadecuado para alimentar la tolva, se deberán instalar escaleras en dicha área para evitar lesiones dorso-lumbares en el trabajador, en las demás áreas de trabajo se realizará la señalización propuesta y se ubicarán los equipos de protección personal para cada una.

Figura 42. **Escalones para la tolva**



Fuente: www.asianmachineryusa.com [Consulta: 21 de marzo de 2011]

4.12. Jornadas de trabajo

Se deberá trabajar una jornada diurna de 8 horas durante toda la semana y trabajar 4 horas los sábados, todo esto para poder aumentar el volumen de producción y así poder cumplir con pedidos de grandes volúmenes de poliducto, como forma optativa e incluso también como una implementación

factible al obtener clientes que demanden grandes volúmenes se puede trabajar una jornada laboral nocturna de 6 horas semanales.

4.13. Programas de control de producto terminado

Debe haber un aseguramiento de calidad de todo el producto terminado estableciendo y manteniendo los procedimientos para mantener las especificaciones del producto, estos procedimientos deben establecer, la documentación, el control, la identificación, la evaluación y tratamiento de los productos terminados.

Se deberá realizar una inspección por especificaciones ya que una inspección de todas características resulta un gran costo para la empresa y también tomando en cuenta que el poliducto no presenta mayores especificaciones técnicas, entre los procedimientos de inspección, se pueden comparar las medidas de cada producto, con las medidas de las especificaciones, incluyendo sus tolerancias y clasificando los defectos. Las tolerancias o errores permitidos se calcularán mediante la utilización de datos experimentales tomando la medida de los poliductos y estableciendo los errores absolutos y relativos mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Error absoluto} = X_n - X_i$$

$$\text{Error relativo (\%)} = \text{Error absoluto} / X_i$$

$$X_i = \frac{\sum x}{n}$$

Donde:

x = Medidas tomadas

n= Número de medidas

Al finalizar los cálculos la empresa según sus políticas establecerá el porcentaje de error o tolerancia que será permitido y se deberán crear hojas de registro donde se tienen las especificaciones necesarias que debe poseer un producto.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Monitoreo continuo de la productividad

Se define productividad como la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados, el monitoreo de la productividad no es más que la medición de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados. Se deben tomar también ciertos aspectos que están relacionados con la productividad y son la eficiencia, eficacia y efectividad.

Cuando se refiere a eficiencia es al grado en que se aprovechan los insumos requeridos transformándose en productos, en donde básicamente se busca la utilización máxima de los insumos para la reducción de costos, el concepto de efectividad es la relación de los resultados obtenidos y los resultados propuestos, que permite medir el grado de los objetivos, la eficacia valora el impacto que tienen los productos o servicios en el cliente, se relaciona estrechamente con la calidad pero enfocado a la calidad del sistema.

Del análisis de estos tres conceptos de eficiencia, efectividad y eficacia se puede concluir que los tres son mediciones de los resultados de la productividad, por lo que el monitoreo de la productividad y cualquiera de estos tres indicadores es de suma importancia para toda empresa y debe ser monitoreado constantemente.

5.2. Rendimiento sobre inversión

El rendimiento sobre inversión es la proporción entre la utilidad neta y la inversión inicial, en el que el porcentaje demuestra la capacidad de la empresa de generar ganancias, dicho porcentaje es sólo un indicador que debe ser analizado detenidamente, tomando los aspectos más importantes como son cuánto realmente se ganó y en cuánto tiempo, una de las ventajas del rendimiento sobre inversión es que se puede utilizar como una técnica de plantación efectiva y de control, el rendimiento sobre inversión se define mediante:

$$\text{Rendimiento/Inversión} = \frac{\text{Monto anual de utilidades}}{\text{Inversion inicial}}$$

$$\text{Rendimiento/Inversión} = \frac{56\ 887}{304\ 551}$$

$$\text{Rendimiento/Inversión} = 0,18$$

5.3. Auditorías internas y externas

La auditoría proporciona a la empresa un análisis, evaluación, recomendación, asesoría e información concerniente a las actividades revisadas. Las auditorías internas y externas de igual manera presentan un diagnóstico de la empresa, pero desde distintos puntos de vista como su nombre lo indica, siendo un punto de vista interno y externo a la empresa.

La auditoría interna se encarga de identificar las deficiencias en algunas partes de la empresa, en este caso del área de producción, su finalidad es ayudar a la dirección para lograr que la administración sea adecuada. La auditoría externa en cambio presenta las mismas funciones de diagnóstico, pero mediante una consultoría externa dará un punto de vista más realista de la empresa. El período de realización de cada una deberá de abarcar el período contable que es de un año, pero es recomendable realizarlas según la cantidad de movimientos contables ya que si se tiene mucha actividad dentro de la empresa se deberán de realizar cada dos meses y si por el contrario se da poco movimiento se deberán de realizar cada seis meses o anualmente.

5.4. Incremento de ventas por año

El incremento de ventas por año es un indicador bastante prometedor, pero un incremento de ventas por año no significa que las ganancias necesariamente se incrementarán, ya que al aumentar las ventas también se tiene un incremento de los costos en general, por lo que al darse un incremento de las ventas que es el objetivo de inversiones y servicios rurales, se deberá realizar paulatinamente una mejora en todos los procesos internos de la empresa y se deberá planificar correctamente todos costos que implican la manufactura del poliducto.

5.5. Beneficio/costo

La relación beneficio costo es la relación que existe entre ingresos y egresos de un período, en donde se indica cuánto por quetzal invertido se recuperará como ganancia. Todo esto sirve para determinar la factibilidad del proyecto, el beneficio/costo se define mediante:

$$\frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{462\ 840}{380\ 395}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costos}} = 1,2$$

En dónde:

B/C > 1; Se genera ganancia

B/C = 1; No se genera ganancia ni pérdida

B/C < 1; No se genera ganancia

5.6. Estadísticas

Se debe realizar un registro y recopilación de datos como la materia prima consumida, materia prima conforme, materia prima defectuosa, productos con defectos, tipos de defectos, productos sin defectos, tiempos de producción y tiempos de ocio. Es necesario elaborar el registro de las estadísticas de ventas, compras, clientes, etc. Ya que mediante estos registros es posible realizar un análisis más detallado de todos los datos tanto cualitativos como cuantitativos, permitiendo realizar una mejor planificación y que es de suma importancia para la mejora continua de la empresa.

5.7. Resultados

Los resultados se obtienen luego de realizar una acción o actividad determinada y que según los objetivos planteados con anterioridad se tomarán como buenos o malos resultados, en la fabricación de poliducto los resultados positivos se derivan de la producción masiva que se manufactura, y para lograr esto es necesario plantear correctamente los objetivos y más importante utilizar los medios correctos, dichos medios son todas las partes que conforman la empresa, y que deben funcionar coordinadamente para alcanzar los objetivos planteados, los resultados deberán ser determinados mediante períodos de tiempo según la planificación de los objetivos, estos deberán ser medidos y mejorados, los períodos de implementación de las propuestas para las mejoras en todo el proceso será de por lo menos 1 año y los resultados se obtendrán luego de finalizar la implementación en un plazo no mayor de dos meses. Los objetivos son medidos, según cuanto se logre cumplir con los mismos, teniendo como indicadores directos los resultados obtenidos en el incremento del volumen de la producción y el de las utilidades dentro de la empresa, para cumplir con los objetivos es necesario realizar un esfuerzo continuo de mejora en la planificación, organización, dirección y control dentro de la empresa.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó el proceso de producción existente, en donde no se encontró ninguna documentación necesaria del proceso de fabricación de poliducto, por lo que se documentaron todos los procesos para evaluarlos y luego se le realizaron mejoras.
2. Para mejorar la productividad se realizaron estudios de ventilación, iluminación, ergonomía, diagramas necesarios para poder realizar una propuesta de mejoras generales del proceso, se realizó un análisis financiero en donde se muestran los ingresos, egresos y utilidades durante el ejercicio, se establecieron los estándares de calidad en la materia prima y control de producto terminado mediante hojas de registro en donde se muestran los lineamientos para determinar los defectos y los valores de la tolerancia.
3. Para elevar el volumen de producción para satisfacer las demandas de consumo y ventas es necesario que se trabaje la jornada diurna completa ya que se trabaja a base de pedidos y no se trabajaba la jornada por completo, se propusieron mejoras en los puestos de trabajo en los aspectos ergonómicos, señalización, equipos de protección personal y capacitación del personal.
4. Se realizó un análisis financiero para poder deducir las pérdidas o ganancias que se tienen en el ejercicio y que es de suma importancia para toda empresa utilizando distintas técnicas para obtener información relevante, realizar mediciones y establecer conclusiones.

5. En lo referente a seguridad e higiene industrial se realizó un análisis de riesgo, se formaron brigadas de evacuación y se propuso el uso de equipos de protección personal, ya que el tema de seguridad e higiene industrial en la empresa era nula y es de suma importancia para la protección del personal que labora en la empresa.

6. Para mejorar un proceso es necesario llevar una correcta administración y control de todas las actividades, mediante registros y procedimientos por lo que se implementaron medidas administrativas de monitoreo como la planificación de actividades diarias en la producción, la ejecución de los planes de producción, control de la producción diaria, reportes de horas trabajadas, control de materia prima y producto terminado mediante hojas de registro.

RECOMENDACIONES

1. Para evaluar y mejorar un proceso es necesario contar con documentación previa, tanto para tener un indicador, como para tener un conocimiento de la situación actual de cómo realiza los procesos la empresa y cómo se mejorarán, posteriormente se documentarán las mejoras para poder comparar estos registros con los que se tenían anteriormente y evaluar si los resultados son los esperados.
2. La productividad es un término que encierra ciertos parámetros para su medición y estos son la eficiencia, eficacia y efectividad. Todos estos aspectos deben ser medidos constantemente para mantener una productividad alta en la empresa y se debe comprender que la productividad se va mejorando sistemáticamente por etapas y mediante las mejoras constantes de los procesos.
3. El elevar los volúmenes de producción no necesariamente significa que las ganancias aumenten simultáneamente ya que de igual manera los costos tienden a ser mayores, por lo que es recomendable el control de los costos que conlleva el incremento de la producción.
4. Las finanzas de una empresa tal y como su nombre lo indican son de suma importancia y deben ser administradas correctamente por la entidad de la empresa correspondiente, a su vez la empresa puede ser evaluada desde otro punto de vista fuera de la misma empleándolas asesorías que son de utilidad para detectar aspectos que se pasan por alto.

5. La seguridad e higiene industrial es un aspecto que ciertamente sólo se ignora o se toma como una medida para llenar un requisito establecido, aspectos que no deben ser pasados por alto ya que toda empresa debe establecer a la seguridad e higiene como una prioridad ya que involucra el bienestar de los trabajadores en general y ayuda a disminuir costos innecesarios para la empresa.

6. El control de producto terminado y de materia prima son aspectos relevantes en un proceso de producción ya que cada uno es de suma importancia para el mismo, la materia prima para fabricar productos de calidad y el control de producto terminado para cumplir con las expectativas del cliente, para ello las empresas crean un departamento de control de calidad que se centraliza en monitorear todo lo relacionado a la fabricación de un producto, por lo que es recomendable la gestión de un departamento de calidad para contribuir con una mejora continua en los procesos de fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARLES, GLADIS. Material de seguridad e higiene industrial. 39 diapositivas.
2. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 1999. 155 p.
3. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y medición de trabajo*. 11ª ed. México: Alfaomega, 2005. 746 p.
4. PERDOMO SALGUERO, Mario Leonel. *Análisis e Interpretación de Estados Financieros (Contabilidad Financiera)*. 3ª ed. Guatemala: Ediciones Contables Administrativas –ECA-, 2003. 158 p.
5. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2005. 178 p.

