

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE GRADUACIÓN

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

ÁREA: PRODUCCIÓN

TEMA:

MEJORA DE LA PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN CONDUCTORES DE COBRE IMPLEMENTANDO HILERAS DE DIAMANTE EN LA EMPRESA INCABLE S.A.

AUTOR:

BYRON WILLIS MARCILLO POZO

TUTOR:

ING. IND. PEDRO CORREA

GUAYAQUIL-ECUADOR

2005 - 2006

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis corresponde exclusivamente al autor”

Byron Willis Marcillo Pozo.

092025649-2

DEDICATORIA

Al núcleo de la vida: la familia.

El esfuerzo y la dedicación que cada persona se propone para alcanzar una meta es el reflejo de querer superarse porque cada persona tiene una meta en su vida, alcanzar éxitos y triunfos, dedicado a mi familia

AGRADECIMIENTO

Me siento profundamente agradecido ante Dios por otorgarme sabiduría y valor, a mis padres por su constante apoyo, a mis maestros por la orientación y formación que me dieron y a mis amigos por la solidaridad brindada.

RESUMEN

Tema: Mejora de la producción y reducción de defectos en conductores de cobre implementando hileras de diamante en la empresa INCABLE S.A.

Autor: Byron W. Marcillo Pozo.

Para la realización del presente trabajo se establecieron varios objetivos relacionados con la revisión, tabulación, análisis y diseño de propuestas de solución acorde a los problemas encontrados en la empresa INCABLE S.A., la recopilación de la información necesaria para el cumplimiento de dicho trabajo se realizó en los meses de marzo, abril y mayo del 2005. En relación al análisis y registro de los problemas existentes en la organización se describen los siguientes problemas: Paralización de máquinas, Reducción de la Producción, Ausentismo del personal, Exceso de materias primas en la construcción de cables; mediante el análisis de Pareto según frecuencia se establece el nivel de incidencia de cada uno de los problemas descritos anteriormente, dando como resultado que el problema "Reducción de la producción" tiene un 57.36% de frecuencia siendo este el de mayor incidencia con relación a los demás problemas. Este problema genera pérdidas económicas que ascienden a los \$109,946.03 dólares anuales. El problema de "Reducción de la producción" tiene las siguientes causas: Defectos en el material, falta de material, falta de bobinas según diagrama "Causa-Efecto"; entre las causas descritas la que refleja mayor incidencia es "defectos en el material" con un valor de 54.35% de frecuencia con relación a las demás causas. Se establece que para poder solucionar las causas del problema de "reducción de la producción" se debe enfocar la propuesta de solución a las herramientas con las que se elaboran los materiales que presentan defectos, para el caso se define como materiales a los "conductores eléctricos" elaborados en cobre. La sustitución de las hileras de Widia o carburo de tungsteno por hileras con núcleo de diamante que son las herramientas con las cuales se procesan los conductores de cobre es la propuesta de solución para el problema de Reducción de la producción por defectos en los materiales. La implementación de dicha propuesta de solución requiere una inversión de \$27,000.00 que consiste en la adquisición de hileras de diamante para los procesos de Trefilación y Torsión. En el análisis financiero se determina la factibilidad de la propuesta, ya que la recuperación de la inversión se realizará en un lapso de 7 meses con una tasa interna de retorno de 25.6% mensual y una relación costo-beneficio de 3.41, este coeficiente indica que por cada dólar que la empresa INCABLE S.A. invierta, obtendrá USD \$3.4

Byron W. Marcillo Pozo

C I: 092025649-2

Ing. Pedro Correa M.

Director de tesis

PROLOGO

El trabajo realizado se enfoca en el área de elaboración de cables de la empresa INCABLE S.A. con la finalidad de elaborar propuestas de solución acordes a los problemas encontrados en el área de la empresa donde es realizado el estudio.

En el capítulo I, se describen los antecedentes de la empresa: Ubicación, identificación, estructura organizacional, descripción de productos, justificativos y objetivos del estudio a realizarse, cultura corporativa, marco teórico, metodología a utilizarse, recursos de la empresa, incursión de la empresa en el mercado, canales de distribución.

En el capítulo II, se describen: la distribución de la planta, la descripción de los procesos, planificación de la producción, capacidad de producción, eficiencia y productividad de los procesos operativos, análisis FODA, todo estos puntos son revisados con la finalidad de revisar la situación actual de la empresa.

En el capítulo III, se describen. El registro y análisis de los problemas que afectan al proceso de producción y la cuantificación de dichos problemas, con la finalidad de determinar la incidencia de cada uno de los problemas existentes dentro de la organización y en relación al aspecto económico determinar las pérdidas ocasionadas por cada uno de estos problemas.

En el capítulo IV, se describen: el desarrollo de las propuestas de solución de acuerdo a los problemas encontrados en el capítulo 3, con la finalidad de implementar una propuesta al problema que represente mayores pérdidas en el desarrollo de las actividades productivas de la organización.

En el capítulo V, se describe: la evaluación económica de la propuesta de solución, con la cual se obtendrá la factibilidad de la inversión que se va a realizar, el análisis costo beneficio, la tasa interna de retorno y el tiempo en el cual se recuperará la inversión realizada.

En el capítulo VI, se describe: la selección y programación de actividades para la implementación de la propuesta, con la finalidad de establecer tiempos y responsables de las actividades a realizarse durante el desarrollo del cumplimiento de la implementación de la propuesta de solución, para esto se da uso del programa Microsoft Project para la presentación de dicho cronograma.

En el capítulo VII, se describen: las conclusiones y recomendaciones que se dan a la organización para un mejor desarrollo de las actividades productivas.

INDICE GENERAL

RESUMEN

PROLOGO

1.1. ANTECEDENTES.	1
1.1.1. Ubicación.	1
1.1.2. Identificación con el CIU (Codificación Internacional Uniforme).	1
1.1.3. Estructura Organizacional.	1
1.1.4. Descripción de los productos.	1
1.1.5. Descripción de los problemas.	3
1.2. JUSTIFICATIVOS DEL ESTUDIO.	3
1.2.1. Objetivos del estudio.	4
1.3. CULTURA CORPORATIVA.	4
1.3.1. Misión.	4
1.3.2. Visión.	4
1.3.3. Objetivo General.	5
1.3.4. Objetivos específicos.	5
1.4. MARCO TEORICO.	5
1.5. METODOLOGIA.	6
1.6. FACILIDADES DE OPERACIÓN.	6
1.6.1. Terreno industrial y Maquinarias.	6

1.6.2. Recursos Humanos.	8
1.7. MERCADO.	9
1.7.1 Mercado Actual (Sector a nivel nacional).	9
1.7.2. Incursión con el mercado (Análisis de la competencia).	10
1.7.3. Análisis de las ventas.	11
1.7.4 Canales de distribución.	12

CAPÍTULO II

2.1. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	13
2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.	14
2.2.1. Análisis de los procesos.-	14
2.2.2 Análisis de recorrido.-	15
2.3. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	16
2.3.1. Análisis de la capacidad de producción.	19
2.3.2. Análisis de la eficiencia y la productividad.	22
2.4 ANALISIS DE FODA.	24
2.4.1 Matriz de Foda.	26

CAPITULO III

3.1. REGISTRO Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	27
3.2. TIPOS DE PROBLEMAS.	31
3.3 ANÁLISIS DE PARETO SEGÚN FRECUENCIA.	32
3.3.1. ANÁLISIS POR TIPO DE PROBLEMAS.	33
3.4 DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO	37
3.5. CUANTIFICACIÓN DE LAS PERDIDAS OCASIONADAS POR LOS PROBLEMAS.	38
3.6 RESUMEN DEL ANÁLISIS.	41

CAPITULO IV

4.1 PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	42
4.1.1 Análisis de alternativa de solución "A".	43
4.1.2 Alternativa de solución "B".	53
4.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE, COMO PROPUESTA DE SOLUCIÓN.	55
4.3. FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.	57
4.3.1 Aporte de la propuesta en el desarrollo de las actividades	57

CAPITULO V

5.1. COSTOS DE LA INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE PROPUESTA.	60
5.1.1. Inversión fija.	60
5.1.2. Depreciación anual de la inversión fija.	61
5.1.3. Costos de operación.	61
5.1.4. Calendario de la inversión.	62
5.2 ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE LA PROPUESTA	62

CAPITULO VI

6.1. SELECCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.	65
6.2. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN CON LA APLICACIÓN DE MICROSOFT PROJECT.	66

CAPITULO VII

7.1. CONCLUSIONES.	67
7.2. RECOMENDACIONES.	67

INDICE DE CUADROS – TABLAS**CAPITULO I**

CUADRO MQ1: MAQUINAS DE TREFILACIÓN	7
CUADRO MQ2: MAQUINAS DE TORSION (ENCORDONADORAS)	7
CUADRO MQ3: MAQUINAS DE TORSION (CABLEADORAS)	7
CUADRO MQ4: MAQUINAS EXTRUSORAS	8
CUADRO MQ5. MAQUINAS MEDIDORAS	8
TABLA 1.A: RECURSOS HUMANOS	8

CAPÍTULO II

TABLA 2.A: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	20
------------------------------------	----

CAPITULO III

TABLA 3.A: CÓDIGOS DE PARADAS POR MÁQUINAS	28
--	----

CAPITULO IV

CUADRO 4.1: LOCALIZACIÓN DE HILERAS PARA TREFILA J21	47
CUADRO 4.2: FICHA TECNICA DE TREFILAS FINAS	48
CUADRO 4.3: GUIAS PARA MAQUINAS ENCORDONADORAS	49
CUADRO 4.4: COSTOS DE HILERAS MAQUINA TREFILA J21	50
CUADRO 4.5: COSTOS DE HILERAS MAQUINAS TREFILAS FINAS	51
CUADRO 4.6: COSTOS DE GUIAS MAQUINAS ENCORDONADORAS	52

CAPITULO V

CUADRO DE INVERSION FIJA	60
CUADRO DE DEPRECIACION DE ACTIVOS	61
CUADRO DE COSTOS DE OPERACIÓN	61

CUADRO DE CALENDARIO DE INVERSION	62
CUADRO DE COSTOS ANUALES	63
CUADRO DE FONDOS DE INVERSION	64

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA	70
ANEXO 2: ORGANIGRAMA GENERAL DE INCABLE S.A.	71
ANEXO 3: LISTA DE PRODUCTOS	72
ANEXO 4: CONVENIO DE CONFIDENCIALIDAD	75
ANEXO 5. DISTRIBUCIÓN DEL TERRENO INDUSTRIAL	77
ANEXO 5A: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA (AREAS)	78
ANEXO 5B: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA (MAQUINAS)	79
ANEXO 5C: REPRESENTACIÓN DE MAQUINAS	80
ANEXO 6: DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS	81
ANEXO 7: DIAGRAMA DE RECORRIDO (CABLES SENCILLOS)	82
ANEXO 8: DIAGRAMA DE RECORRIDO (CABLES CONCENTRICOS)	83
ANEXO 9: DIAGRAMA DE RECORRIDO (ALAMBRES)	84
ANEXO 10: CUADRO DE CODIGOS DE PARADAS	85
ANEXO 11: REGISTRO DE PRODUCCIÓN	86
ANEXO 12: HOJA ELECTRONICA DE REGISTRO DE PROBLEMAS	87
ANEXO 13: COSTOS Y GASTOS	88
ANEXO 14: COSTO DE MAQUINA RECTIFICADORA DE HILERAS	89
ANEXO 15: COSTO DE CAPACITACION (MAQ. RECTIFICADORA)	90
ANEXO 16: CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN (PROJECT)	91

CAPITULO I

1.1. ANTECEDENTES.

1.1.2. Ubicación.

INCABLE S.A., inició sus operaciones en Ecuador en 1983 para la fabricación de conductores eléctricos de cobre y aluminio. A partir de 1991 la empresa amplió la gama de productos y comenzó a fabricar extensiones eléctricas con la aprobación y supervisión de UNDERWRITERS LABORATORIES (UL Listed y © UL). Además en este año inicia la producción de Polivinilo de cloruro (PVC) para su consumo interno ya que le resulta mas factible producirlo que comprarlo.

La ubicación de INCABLE S.A., es: ciudadela industrial INMACONSA, a la altura del Km. 10.5 de la vía a Daule, en la ciudad de Guayaquil, en este lugar funcionan las oficinas administrativas y la planta, en un área de 20.000 m² con 9.000 m² en edificios e instalaciones (detalle en Anexo 1).

1.1.3. Identificación con el CIU (Codificación Internacional Uniforme).

El número de identificación internacional o FILE NUMBER es E155768.

1.1.3. Estructura Organizacional.

En lo referente a la estructura organizacional de INCABLE S.A. Se toma el organigrama actual que hay en dicha empresa (detalle en Anexo 2).

1.1.4. Descripción de los productos.

Los productos que elabora INCABLE S.A. están clasificados en el siguiente

orden:

Tensión máxima 300 voltios.

- ❖ 09- Cables Paralelos.
- ❖ 02- Cable de Cobre Desnudo.
- ❖ 01-Alambre de cobre aislado.
- ❖ 07-Cordones de cobre aislado.

Tensión máxima 600 voltios.

- ❖ 08- Cables Concéntricos ST=NEMA.
- ❖ 03- Cable de Cobre TW 60°C.
- ❖ 14 -Alambre Incaplomo.
- ❖ 04- Cable de Cobre THW 75°C.

Tensión máxima 2000 voltios.

- ❖ 05-Cable de cobre TTU.

Varios.

- ❖ 12 – Cable antena de TV.
- ❖ 13 – Cable de Bujía.
- ❖ 11 – Cables Parlantes.
- ❖ 10 – Cables Telefónicos.
- ❖ 19 – Cables SJTW (para enchufes).
- ❖ 21 – Cables SPT3 (para enchufes).
- ❖ 22 – Cables SRDT (para enchufes).

Además INCABLE S.A. Cuenta con una gama extensa de CORD SETS y EXTENSION CORDS los cuales son productos exclusivos de exportación.

Todos los productos están detallados en el Anexo 3.

1.1.6. Descripción de los problemas.

En relación a los problemas existentes dentro de INCABLE S.A., se toma como base el criterio de sus funcionarios, los cuales citan varios problemas tales como: problemas en el área de ventas, el excesivo peso de los cables, en especial los cables con formaciones de hilos para el conductor, además se cita que los operadores ocupan demasiado tiempo en cargar (tiempo de preparación de la máquina) las máquinas al inicio de la producción de un determinado producto, es por esto que se delimitará el estudio al proceso de producción del cable antes citado (cables con formaciones de hilos).

1.3. JUSTIFICATIVOS DEL ESTUDIO.

Este trabajo se justifica por las siguientes razones:

⊗ Por pedido de la empresa (se adjunta una copia de la carta firmada por el Gerente General de INCABLE S.A. - Anexo 4).

⊗ El proyecto pretende disminuir o eliminar los problemas existentes a criterio de los funcionarios de INCABLE S.A. en el área producción de cables.

⊗ Repercute en el área económica de la empresa ya que lo que se pretende lograr es disminuir el costo de producción de un determinado producto (cable con formaciones de hilos).

⊗ Se incluye en este estudio el área de mantenimiento y por ende la parte técnica la cual se verá

beneficiada al tener una alternativa (alternativa cuantificada) más para la toma de decisiones a la hora de resolver los problemas.

⊗ Además se justifica porque dentro de los objetivos específicos de la empresa se encuentra la disminución de los desperdicios anuales.

1.2.2 Objetivos del estudio.

Objetivo General.-

Revisar, analizar, diseñar y proponer un sistema de solución acorde a los problemas encontrados durante el estudio a realizarse.

Objetivos Específicos.-

⊗ Registrar información referente a los problemas existentes dentro de la empresa.

⊗ Tabular dicha información.

⊗ Analizar la información.

⊗ Cuantificar pérdidas.

⊗ Elaborar propuestas.

1.3. CULTURA CORPORATIVA.

1.3.1. Misión.

La misión de INCABLE S.A. es entregar a nuestros consumidores, conductores eléctricos elaborados con rígidas normas de CALIDAD, DURABILIDAD Y GARANTIA, para que nuestros clientes se sientan seguros y satisfechos con nuestro producto.

1.3.2. Visión.

La visión de INCABLE S.A. es ser los mejores productores de conductores eléctricos del país, y traspasar fronteras con nuestro servicio y calidad.

1.3.3. Objetivo General.

Mejorar continuamente la posición de liderazgo en el mercado nacional e internacional.

1.3.4. Objetivos específicos.

ⓐ Asegurar internamente la calidad involucrando a todo el personal de la empresa en un plazo no mayor de un año.

ⓑ Capacitar el personal al 100% en la filosofía de CALIDAD TOTAL.

ⓒ Disminuir los desperdicios anuales del 4% al 1%.

1.5. MARCO TEORICO.

Entre los textos a usarse se citan los siguientes:

⑩Administración de la Producción y operaciones de manufactura y servicios por Aquilano Jacobs octava edición.

⑩Matemáticas financieras por Armando Mora Zambrano editora Mc Graw Hill.

Debido al análisis de las paralizaciones de maquinarias se puede determinar en que áreas se encuentran los puntos críticos de el sistema productivo esto dará una clara idea de que métodos o herramientas de Ingeniería que se deben de usar o aplicar para determinar una o varias soluciones a cada uno de los problemas encontradas en el transcurso del estudio. Debido a que las paralizaciones repercuten en los costos de producción de la empresa, es un factor determinante encontrar las causas de dichas paralizaciones y enfocarse en soluciones para cada una de ellas o para cada uno de los problemas encontrados.

1.6. METODOLOGIA.

La metodología a utilizar será la investigación de campo, científica y tecnológica.

Observación del ciclo productivo.- para determinar las posibles causas de las paralizaciones habidas en el ciclo de producción.

Recopilación de la información.- obtenida de la base de datos de la empresa, histogramas, pronósticos de ventas, etc.

Tabulación.- mediante la elaboración de cuadros, gráficos y tablas de referencia para analizarlos en el estudio.

Cuantificación.- para tener una idea clara de cuales son los mayores problemas que afectan a la empresa.

Evaluación económica.- para la cuantificación monetaria de cada uno de los problemas y la determinación de las pérdidas causadas por dichos problemas.

Elaboración de propuestas de solución.- para los problemas encontrados.

Obtención de los costos de implementación.- para la selección de la mejor propuesta de solución.

1.6. FACILIDADES DE OPERACIÓN.

1.6.2. Terreno industrial y Maquinarias.

Terreno Industrial.

En un área de 20.000 m² con 6.000 m² en edificios e instalaciones funcionan las oficinas administrativas y la planta de INCABLE S.A.

Máquinas y equipos.

Las máquinas y equipos con los que cuenta INCABLE S.A., se los puede dividir por proceso, los procesos que se detallan en los siguientes cuadros pertenecen al área de elaboración de cables.

CUADRO MQ1 (MAQUINAS DE TREFILACION)

PROCEDENCIA	TREFILACION	
	MAQUINAS	EQUIPOS
BRASIL	Trefila de aluminio 3	Soldadora al frío
		Sacapuntas
		Soporte de bobinas
		Embobinador
		Bobinas
	Trefila Syncro J21	Sacapuntas
		Soldadora al frío
		Canastillas, Rodillo.
		Embobinador
		Bobinas
	Trefilas finas H20 A, B, C, D.	Soldadura manual
		Bobinas
Sacapuntas		
Soporte de bobinas		

CUADRO MQ2 (MAQUINAS DE TORSION)

PROCEDENCIA	ENCORDONADO	
	MAQUINAS	EQUIPOS
MEXICO	Encordonadora 8 y 10	Soldadura manual
		Tecele, bobinas
		Soporte para guías
	Boucher 800 mm	Soldadura manual
		Tecele, bobinas
		Soporte para guías

CUADRO MQ3 (MAQUINAS DE TORSION)

PROCEDENCIA	CABLEADO	
	MAQUINAS	EQUIPOS
BRASIL	Cableadora 1	Bobinas
	Cableadora tubular watson 7+1	Tecle, Espaciador
	Cableadora 3+1	Soldadora en frío

CUADRO MQ4 (MAQUINAS DE EXTRUSION)

PROCEDENCIA	EXTRUSION	
	MAQUINAS	EQUIPOS
BRASIL	Extrusoras Nº 75 Nº 90 Nº 95 Nº 120	Soporte de bobinas
		Spark test
		Torres guías
		Poleas
		Embobinador
		Bobinas
		Volante
		Oruga principal
		Oruga auxiliar
		Caja para talco
		Soldadura en frío
		Guías con poleas
		Coextrusoras
Herramientas en general		

CUADRO MQ5 (MAQUINAS DE MEDICION)

PROCEDENCIA	MEDICION	
	MAQUINAS	EQUIPOS
BRASIL	Medidoras 1, 2, 3, 4, 5.	Soporte de bobinas Bobinas

Fuente: Dpto. de Mantenimiento de INCABLE S.A.
Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

1.6.3. Recursos Humanos.

El recurso humano con el que cuenta INCABLE S.A. Se detalla en la siguiente tabla (tabla 1A).

TABLA 1.A		
AREA	NUMERO DE PERSONAS	
	1º TURNO	2º TURNO
Administración	30	-
Bodega	6	-
Mantenimiento	8	-
Plugs (enchufes)	23	21
Control de calidad	3	2
Planta(cables)	23	20
Pelletizado	3	3

Esta tabla contiene a todo el recurso humano con el que trabaja la empresa en los diferentes turnos; los turnos de trabajo dependen de la programación semanal de trabajo que se realiza en la gerencia de producción, dichos turnos de trabajo pueden variar desde 1 a 2 turnos, estos 2 turnos solo son aplicables para las áreas de producción (Planta, Plugs y Pelletizado), para las áreas de mantenimiento, bodega y administración solo es aplicable el primer turno.

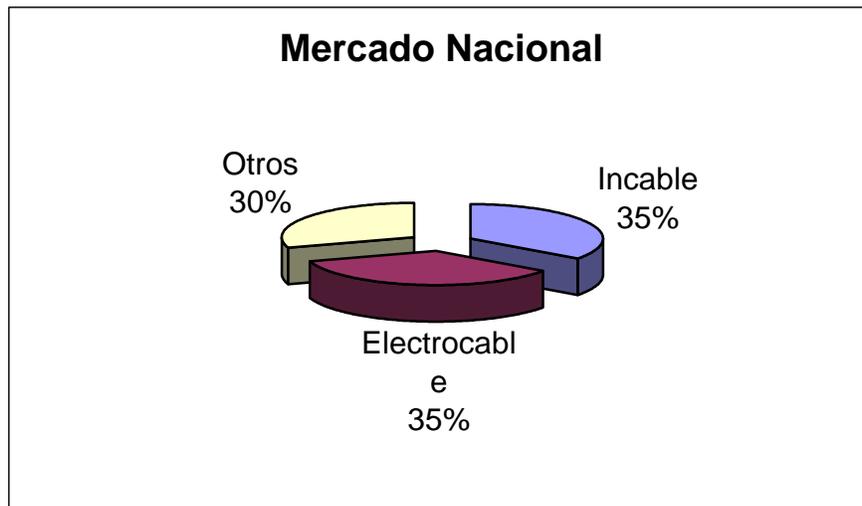
1.7. MERCADO.

1.7.1 Mercado Actual (Sector a nivel nacional).

La Industria Ecuatoriana de Cables viene creciendo continuamente, ya que las ventas del año 2001 al año 2004 se han incrementado en un 30% con respecto a su mercado local.

El mercado local esta dividido por INCABLE y ELECTROCABLES en un 70% aproximadamente, en el cual ambas compañías se encuentran en un 35% aproximadamente, el otro 30% está ocupado por otras empresas.

División del Mercado Nacional



Fuente: INCABLE S.A.

Elaborado por: BYRON MARCILLO POZO.

1.7.3. Incursión con el mercado (Análisis de la competencia).

La compañía INCABLE S.A. esta analizando su participación en el mercado ya que le preocupa la actividad de la competencia, según INCABLE S.A.

Conelsa.- Tiene su planta en la ciudad de Quito. En los últimos meses han desarrollado actividades notables. Tienen buen posicionamiento en el mercado de Quito y en el sector eléctrico estatal, tienen buenos tiempos de entrega y brindan mejores facilidades de pago que las otras empresas del ramo. Es una empresa pequeña, solo tiene un vendedor, la mayor parte de la producción que realiza se queda en Quito.

Fabricables.- También esta ubicada en Quito. Es una empresa bastante pequeña. Solo utiliza distribuidores porque no tiene vendedores. Su producto no tiene mucha aceptación en el mercado por estándares de calidad.

Electrocables.- Esta ubicada al norte de Guayaquil. En los últimos meses han mejorado notablemente sus tiempos de entrega y en sus precios. Forma parte del grupo DISENSA (comercializadora de materiales de construcción), con otras firmas como Plastigama, Eternit, Andec, etc. En los meses de noviembre y diciembre saturan el mercado con materiales, porque entran en periodo de vacaciones.

Cablec.- Sus oficinas están ubicadas en la ciudad de Quito donde hace 3 o 4 años atrás funcionaba la planta, pero ante la grave situación del país, decidieron cerrar la producción y traer los conductores desde sus plantas en Venezuela.

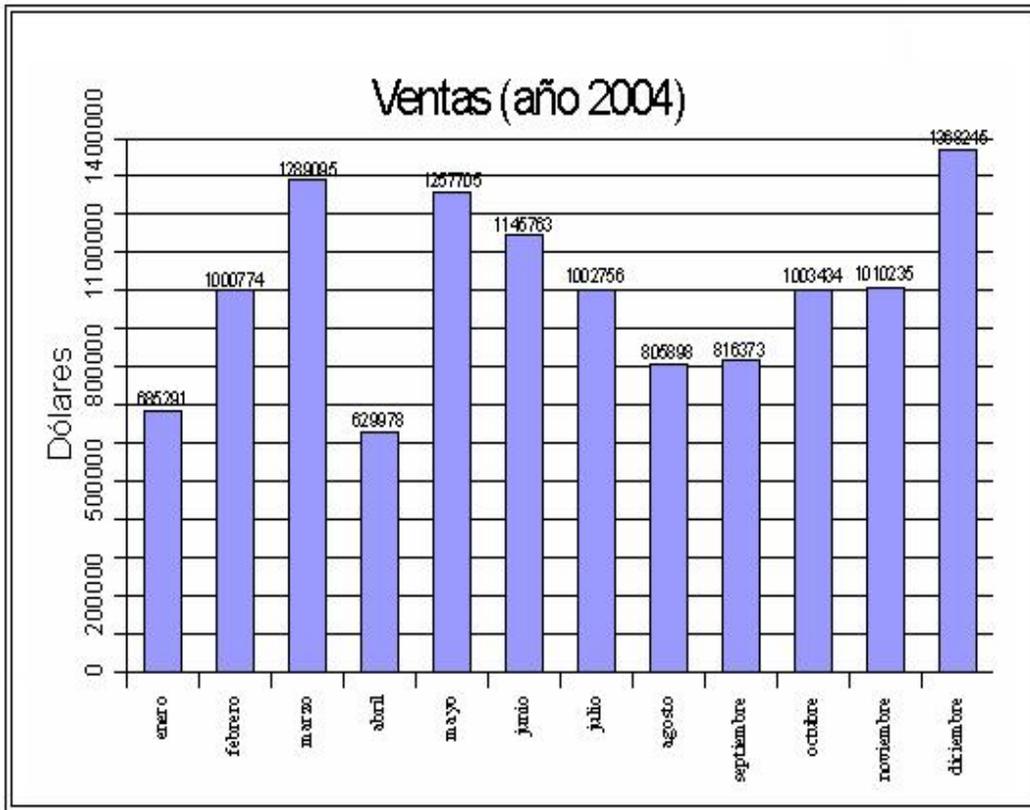
Esta marca está bien posesionada en el mercado porque está certificada bajo la norma ISO 9000.

Fuente: Todos los datos sobre las empresas de la competencia fueron proporcionadas por el departamento de ventas de INCABLE S.A.

1.7.3. Análisis de las ventas.

El análisis de las ventas se realizó en base al resumen de ventas mensual por producto (dólares) hasta el cierre del año, que es en el mes de Octubre, pero por la cantidad de productos que se elaboran fue necesario desarrollar un gráfico que resume ventas totales por mes, para tener una idea más clara del promedio de ventas mensuales.

CUADRO VEN



1.7.4 Canales de distribución.

La Empresa INCABLE S.A. tiene una buena demanda de sus productos, pero no cuenta con una distribuidora general donde se comercialicen los mismos, sin embargo, al contar con una muy buena cartera de clientes, los productos prácticamente se distribuyen por si mismos; es decir, que la distribución se realiza a medida que se genera un pedido, el cliente tiene la opción de ir personalmente a comprar el producto (a nivel provincial), o el producto puede ser transportado por el personal de la empresa hacia el cliente (a nivel interprovincial).

CAPÍTULO II

2.1. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La palabra Distribución se emplea aquí para indicar la disposición física de la Planta y las diversas partes de la misma.

En consecuencia la distribución comprende tanto la colocación del equipo en cada departamento como la disposición de los departamentos en el emplazamiento de la Planta.

La Distribución afecta a la Organización de la planta, la velocidad con que fluye el trabajo por la unidad es uno de los factores determinantes de la supervivencia de dicha unidad por tanto el problema de la distribución de la planta es de importancia fundamentalmente para la Organización.

Esta es una parte particularmente importante de la responsabilidad del gerente de producción, ya que este se encarga del equipo Industrial de la Organización, el cual en general es difícil reubicar una vez instalado.

INCABLE S.A. cuenta con una distribución en planta por producto (Producción en U), ésta distribución es la adoptada cuando la producción está organizada, bien de forma continua, por ejemplo: (refinerías, centrales eléctricas, etc.), bien repetitiva (electrodomésticos, cadenas de lavado de vehículos, etc.).

Si se considera la secuencia de las operaciones, esta distribución es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea

posible de su predecesora. Las máquinas están situadas unas junto a las otras a lo largo de una línea de fabricación en la secuencia en que cada una de ellas se vaya a utilizar.

El producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias. Todo esto se detalla en los anexos: distribución del terreno industrial (Anexo 5), la distribución de la planta (Anexo 5A y 5B) y la representación de las máquinas (Anexo 5C).

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.

2.2.1. Análisis de los procesos.-

Para realizar el análisis del proceso hay que tomar en consideración que la empresa INCABLE S.A. fabrica una extensa gama de conductores eléctricos de cobre, aluminio y enchufes, por lo cual se vio obligado a generalizar el proceso desde su punto de partida (Trefiladora J-21), hasta cuando el conductor pasa por el proceso de extrusión (Extrusoras) donde se lo recubre totalmente por el aislante plástico (PVC o Polietileno).

El proceso inicia en la máquina trefiladora J-21, la materia prima (Alambrón de cobre) viene en rollos llamados Jumbo con un peso aproximado de 2 toneladas y es sometido a un proceso llamado trefilación, que consiste en la reducción del diámetro de fabricación (8 mm), por medio de hileras, hasta obtener el alambre calibre N° 12 que posee un diámetro de 2.03mm, este alambre es colocado en canastillas para su transportación a las máquinas trefiladoras finas H-20A, H-20B, H-20C y H-20D según lo programado.

Las trefiladoras finas desempeñan la misma función que la máquina trefiladora J-21, con la diferencia de que la reducción del diámetro del alambre es menor, en donde el alambre de cobre ya pasa a ser hilo de cobre, el diámetro del hilo

requerido es 0.511mm, 0.32mm o 0.25mm según el uso al que va a ser destinado, el cual es almacenado en bobinas para ser transportados a la encordonadora Boucher 800, encordonadora 8 o encordonadora 10.

La encordonadora Boucher 800, 8 y 10 son las que se encargan de la fabricación de los cordones de cobre con el número de hilos de cobre necesarios obtenidos de las trefilas finas, de acuerdo a las especificaciones del cable.

Las especificaciones del cable están dadas por la formación de cada cordón de cobre, por ejemplo:

Cable	Formación	Diametro de hilos	Sección transversal	Peso (Kg/Km)
Sencillo tw 10	65 x 0,320	0,320 mm	5,261 mm ²	49,06
	26 x 0,511	0,511 mm	5,261 mm ²	49,06

Una vez obtenidos los cordones estos son almacenados en bobinas, para luego ser trasladados al área de extrusión para el siguiente proceso.

Las bobinas de carga se colocan en la parte posterior de la máquina, en donde se encuentran los porta bobinas, los cuales son los encargados de sostener a la carga alimentadora del producto.

Cuando ya se han ubicado las bobinas de carga, la máquina ya tiene que estar lista para la puesta en marcha, se procede a la extrusión, este proceso lo que hace es aislar al conductor (alambres o cordones de cobre o aluminio) con una capa de PVC o polietileno de acuerdo a lo programado. En el Anexo 6 se detallan los diagramas de flujo de los procesos.

2.2.3 Análisis de recorrido.-

En los Anexos 7, 8 y 9 se podrán apreciar algunos de los recorridos de los

productos que fabrica INCABLE S.A. con la finalidad de poder observar que en ciclo del proceso no hay ningún problema por espacios físicos, desorden, confusión con los productos, etc.

2.4. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Objetivo.

Establecer una metodología para planificar la producción de los productos que fabrica INCABLE, asegurando que se cuenta con las materias primas, suministros y demás recursos necesarios aplicado durante la producción.

Alcance.

Este procedimiento aplica para la producción de todos los productos que fabrica INCABLE.

Definiciones.

La planificación de la Producción es la principal etapa para todo tipo de proceso bien organizado, ya que de aquí salen todas las necesidades tanto de materia prima, materiales, horas maquinas, horas hombre y los tiempos aproximados de los productos a elaborar para satisfacer al cliente.

Documentos de referencia.

- ❖ Cronograma de Importaciones en Transito.
- ❖ Stock de Inventarios de productos terminados.
- ❖ Ordenes de producción para Mercado Local.
- ❖ Ordenes de producción para Mercado de Exportación.

Nota: Los documentos son de uso interno y confidencial.

Políticas.

Las únicas funciones autorizadas para solicitar cambios en la programación de la producción son Gerente General, Gerente de Ventas y Gerente de Producción considerando las prioridades de los pedidos y disponibilidad de maquinarias.

Responsable.

Gerente General.

Gerente de Producción.

Jefe de Importaciones.

Programador.

Supervisores de área.

Gerente de Ventas.

Facturador.

Gerente Administrativo.

Jefe de Compras.

Procedimiento.

El programador realiza programaciones de producción mensual tanto para Mercado Interno como para el de Exportación basándose en:

4. "Stock de productos terminados" y "Programación y Promedios de Consumo Mensual" PL/01-01 de los últimos tres meses en lo que respecta al mercado de ventas locales entregado por el gerente general.

5. Ordenes de producción de ventas locales y de exportación.

6. Cronograma de importaciones en tránsito de materia prima.

Observación: La programación del mes entrante de mercado interno se realiza después del cierre del mes en curso y de exportación de preferencia la última semana del mismo mes.

La programación mensual está sujeta a revisiones semanales y ajustes diarios según las necesidades de Ventas locales y de exportación.

Pedidos Ventas Locales.

El gerente de producción recibe las órdenes de producción de ventas locales. Las revisa y estima tiempos de entrega y prioridad (si es urgente), si la fecha de entrega esta dentro de lo 8 días establecidos para entrega del producto.

El gerente de producción solicita al programador que incluya el pedido en la programación de la semana siguiente o emita el registro de programación individual PL/01-02 si es urgente la entrega antes de los 8 días.

El programador establece las necesidades de materia prima e insumos para la fabricación.

El programador recibe las ordenes de producción de ventas locales que le entrega el gerente de producción y verifica si esta en los registros de "Programación y consumo promedio mensual" PL/01-01, si el producto solicitado esta dentro del registro y no es urgente lo incluye en la programación de la siguiente semana en el registro "Carga de Maquina y Control de Producción-Metales" PL/01-03 Y "Carga de Maquinas y Control de Producción-Plásticos" PL/01-04. Si es urgente realiza inmediatamente una Programación Individual PL/01-02 y lo entrega a supervisor de área según corresponda.

Requisiciones de Materia Prima e Insumos.

El programador verifica el stock de las necesidades de materia prima e insumos.

El programador imprime el registro "Materia Prima Neta requerida" PL/01-09 (proviene del sistema) por orden de producción con las cantidades de insumos que no hay en stock.

El programador hace proyección del stock de materia prima (cobre, aluminio, componentes de PVC) y lo registra en “Proyección de Consumo de materia prima” PL/01-10 y lo entrega al gerente general al inicio de cada mes.

NOTA: Las otras materias primas que no se encuentren en stock se las pide por medio de requisiciones.

El programador hace “Requisiciones a bodega” vía sistema, de la materia prima e insumos que hay en stock y que se utilizan en la producción, estas son firmadas por el Gerente de Producción. La requisición es entregada al jefe de bodega para el despacho respectivo.

Registros.

“Programación Individual”

“Carga de Maquina y Control de la Producción. Centro Metales”

“Carga de Maquina y Control de la Producción - Centro Plásticos”

“Base de Datos del personal de planta”

Nota: no es posible dar copias de estos registros ya que son confidenciales.

2.3.2. Análisis de la capacidad de producción

Sección: Elaboración de cables.

Basándose en los datos de la tabla 2.A se puede analizar la capacidad de producción del área de elaboración de cables en cada uno de los procesos (trefilación, torsión, extrusión y medición.).

TABLA 2.A
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

ÁREAS	MÁQUINAS	TEORICA		REAL		EFICIENCIA	PRODUCCIÓN DIARIA		PRDUCCIÓN ANUAL		
		Kg / Hr	Mt / Hr	Kg / Hr	Mt / Hr		Kg.	Mt.	Ton.	Km.	
TREFILACIÓN	Trefila 3	367,00	13891,00	294,00	11113,00	0,80	7056,00	266712,00	1778,112	67211,424	
	Trefila J21	635,00	34200,00	508,00	27360,00	0,80	12192,00	656640,00	3072,384	165473,28	
	Trefila H20A	107,00	108000,00	86,00	86400,00	0,80	2064,00	2073600,00	520,128	522547,2	
	Trefila H20B	107,00	108000,00	86,00	86400,00	0,80	2064,00	2073600,00	520,128	522547,2	
	Trefila H20C	107,00	108000,00	86,00	86400,00	0,80	2064,00	2073600,00	520,128	522547,2	
	Trefila H20D	107,00	108000,00	86,00	86400,00	0,80	2064,00	2073600,00	520,128	522547,2	
TORSIÓN	Encordonadora 8	124,27	7200,00	93,00	5400,00	0,75	2232,00	129600,00	562,464	32659,2	
	Encordonadora 10	124,27	7200,00	93,00	5400,00	0,75	2232,00	129600,00	562,464	32659,2	
	Encordonadora 800	680,40	8400,00	510,00	6300,00	0,75	12240,00	151200,00	3084,48	38102,4	
	Cableadora 1	Cobre		1252,00		939,00	0,75		22536,00		5679,072
		Aluminio		1245,00		934,00	0,75		22416,00		5648,832
	Cableadora	Cobre		4080,00		3060,00	0,75		73440,00		18506,88
	Tubular 7+1	Aluminio		3720,00		2790,00	0,75		66960,00		16873,92
Cableadora	Cobre		1080,00		648,00	0,60		15552,00		3919,104	

	3+1	Aluminio		3600,00		2160,00	0,60		51840,00		13063,68
PLÁSTICOS	Peletizado		343,00		309,00		0,90	7416,00		1868,832	
	Extrusora 90		258,00	3453,00	155,00	3453,00	0,60	3720,00	82872,00	937,44	20883,744
	Extrusora 120		464,00	1418,00	278,00	1418,00	0,60	6672,00	34032,00	1681,344	8576,064
	Extrusora 75		120,00	9220,00	72,00	9220,00	0,60	1728,00	221280,00	435,456	55762,56
	Extrusora 95		240,00	4077,00	144,00	4077,00	0,60	3456,00	97848,00	870,912	24657,696
MEDICIÓN	Medidora 1			4595,00		3676,00	0,80		88224,00		22232,448
	Medidora 2			5333,00		4267,00	0,80		102408,00		25806,816
	Medidora Nextron			18000,00		14400,00	0,80		345600,00		87091,2
	Medidora 4			4595,00		3676,00	0,80		88224,00		22232,448

Fuente: Gerencia de producción de INCABLE S.A.

Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

Debido a la diversidad de productos con los que cuenta INCABLE S.A. el análisis de la capacidad de producción se basa en el recorrido de un solo producto (Sencillo TW 10) el cual pasa por las siguientes áreas.

Área: Trefilación.

Capacidad: Máquina trefila J21: 3072.38 toneladas al año

Máquina	Producción por hora		Producción en 24 horas		Producción en 252 días(año)	
	Kg/hr.	Mt/hr.	kg.	Mt.	Ton.	Km.
Trefila J21	508.00	27360.00	12192.00	656640.00	3072.38	165473.28

Producción máxima = (508 kg/hr)(24 hr/día)(252 días/año) = 3072 ton / año.

Área: Trefilación fina.

Capacidad: Maquinas H20A, H20B, H20C y H20D: 2080.52 toneladas al año.

Máquina	Producción por hora		Producción en 24 horas		Producción en 252 días(año)	
	Kg/hr.	Mt/hr.	kg.	Mt.	Ton.	Km.
H20A	86.00	86400.00	2064.00	2073600.00	520.13	522547.2
H20B	86.00	86400.00	2064.00	2073600.00	520.13	522547.2
H20C	86.00	86400.00	2064.00	2073600.00	520.13	522547.2
H20D	86.00	86400.00	2064.00	2073600.00	520.13	522547.2
TOTALES	344.00	345600.00	8256.00	8294400.00	2080.52	2090188.80

Producción máxima = (344 kg/hr)(24 hr/día)(252 días/año) = 2080.52 ton / año.

Área: Torsión (encordonadoras)

Capacidad: Máquinas encordonadora N° 8, 10 y 800: 4209.40 toneladas al año.

Máquina	Producción por hora		Producción en 24 horas		Producción en 252 días(año)	
	Kg/hr.	Mt/hr.	kg.	Mt.	Ton.	Km.
8	93.00	5400.00	2232.00	129600.00	562.46	32659.20
10	93.00	5400.00	2232.00	129600.00	562.46	32659.20
800	510.00	6300.00	12240.00	151200.00	3084.48	38102.40
TOTALES	696.00	17100.00	16704.00	410400.00	4209.40	103420.80

Producción máxima = (696 kg/hr)(24 hr/día)(252 días/año) = 4209.40 ton / año

Área: Extrusión.

Capacidad: Máquinas Extrusoras 90, 120, 75 y 95: 3925.15 toneladas al año.

Máquina	Producción por hora		Producción en 24 horas		Producción en 252 días(año)	
	Kg/hr.	Mt/hr.	kg.	Mt.	Ton.	Km.
90	155.00	3453.00	3720.00	82872.00	937.44	20883.74
120	278.00	1418.00	6672.00	34032.00	1681.34	8576.06
75	72.00	9220.00	1728.00	221280.00	435.46	55762.56
95	144.00	4077.00	3456.00	97848.00	870.91	24657.70
TOTALES	649.00	18168.00	15576.00	436032.00	3925.15	109880.06

Producción máxima = (649 kg/hr)(24 hr/día)(252 días/año) = 3925.15 ton / año.

De esta forma se ve que el valor limitante es 2080.52 Ton. (Trefilación fina).

Mas adelante la cuantificación de los problemas estará dado por este valor limitante, es decir que la cuantificación estará basada en el área de trefilación fina ya que es la de menor producción.

2.3.2.- Análisis de la eficiencia y la productividad.

La eficiencia se la calcula de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo corrido} * \text{Velocidad estándar}} .x 100$$

En donde:

Producción: Es la cantidad física real que el operador ha realizado en el turno, los cuales pueden ser de (8 o 11.25 horas).

Tiempo Corrido: Es el tiempo empleado en que cada producto se ha elaborado (horas).

Velocidad Estándar: velocidad en que la máquina tarda en realizar un producto y sus unidades son: metros/hora, kilos/hora, unidades/hora.

Ejemplo: Sencillo TW 10

Velocidad Estándar = 5000 mts/horas

Tiempo Corrido = 8 horas

Producción = 36000 mts

$$\text{Eficiencia} = \frac{36000 \text{ mts.}}{(8 \text{ horas}) * (5000 \text{ mts/hr.})} .x 100$$

Eficiencia = 90.00%

La productividad se la calcula de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{(\text{Tiempo corrido en horas} - \text{horas paradas involuntarias}) * \text{velocidad estándar}} \cdot x 100$$

En donde:

Producción: Es la cantidad física real que el operador ha realizado en el turno, los cuales pueden ser de (8 o 11.25 horas).

Tiempo Corrido: Es el tiempo empleado en que cada producto se ha elaborado (horas).

Velocidad Estándar: velocidad en que la máquina tarda en realizar un producto y sus unidades son: metros/hora, kilos/hora, unidades/hora.

Ejemplo: Sencillo TW 10

Velocidad Estándar = 5000 mts/horas

Tiempo Corrido = 8 horas

Producción = 31000 mts.

Daño mecánico = 1 hora (60 minutos).

$$\text{Productividad} = \frac{31000 \text{ mts}}{(8 \text{ horas} - 1 \text{ hora}) * 5000 \text{ mts/hr}} .x 100$$

$$\text{Productividad} = 88.57 \%$$

Fuente de las formulas: Gerencia de Producción (INCABLE S.A.)

El índice de la eficiencia en la actualidad esta entre un 75% a un 80 %.

El índice de la productividad por lo general esta entre un 90% a un 95 %.

2.5. ANALISIS DE FODA.

Entre las FORTALEZAS de INCABLE S.A., se tienen:

5.Más de 20 años en el Ecuador fabricando conductores eléctricos.

6.Muy buena calidad de los productos que elabora.

7.Buen cumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.

8.Cuenta con buenos sistemas internos de computación que facilitan el flujo de la información.

9.Aplicación de normas UL © (normas exigidas para la aceptación internacional).

10.Un buen mercado local.

Entre las OPORTUNIDADES de INCABLE S.A., se tienen:

- 2.Desarrollo de nuevos clientes en los Estados Unidos.
- 3.Cambio de mercado de exportación.
- 4.Certificación ISO 9001.
- 5.Mejoramiento constante del servicio.

Entre las DEBILIDADES de INCABLE S.A., se tienen:

- 2.No hay un buen acercamiento con los pequeños y medianos consumidores de Quito.
- 3.Falta de política de ventas para acaparar más mercado.
- 4.Muchas ventas por oficina (telefónicas).
- 5.Ventas frías no existe un diálogo entre vendedores y clientes.

Entre las AMENAZAS de INCABLE S.A. tenemos:

- ⊗TLC (Tratado de Libre Comercio).

Basados en los puntos ya descritos se puede observar que uno de los problemas de la empresa radica en el área de ventas ya que es ahí donde se enfocan sus debilidades.

Con todo esto se traza la siguiente matriz basada en las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

2.4.1 Matriz de estrategias FODA.

	FORTALEZAS Situación interna de la empresa.	DEBILIDADES Área de ventas.
OPORTUNIDADES Mercado local	Estrategia F-O <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de mercado. • Análisis de las exigencias del cliente. • Cumplir con los contratos con clientes con EE.UU. • Capacitación al personal para cumplir metas de ventas para el 2005. 	Estrategia D-O <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de una línea gratuita para el cliente. • Dar conocimientos al cliente de toda la gama de productos. • Creación de políticas de ventas para acaparar mayor mercado.
AMENAZAS TLC	Estrategia F-A <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento con las exigencias del TLC. • Análisis de la situación actual de la planta para enfrentar la competencia del exterior. 	Estrategia D-A <ul style="list-style-type: none"> • Análisis del cambio de las ventas con respecto al TLC. • Análisis de los precios con relación a los productos del exterior.

CAPITULO III

2.5. REGISTRO Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Para el análisis de los posibles problemas que afectan al proceso productivo se incluye el Anexo 10 (cuadro de problemas voluntarios e involuntarios), donde se detalla una lista codificada de las posibles paralizaciones o problemas que pueden afectar al proceso productivo; sin embargo, no todas las paralizaciones ocurren durante el proceso productivo como por ejemplo la falta de pedidos. En el Registro de Producción diaria de los operadores (Anexo 11) se detalla claramente las paradas diarias más frecuentes que se dan durante el ciclo productivo dado en horas.

El registro se lo realiza en base a lo antes mencionado (Anexo 11) en una hoja electrónica (Anexo 12), donde diariamente se registran los problemas o paralizaciones, el cual automáticamente muestra un total de las horas de paralizaciones por máquina, por área y por código de paralización, una vez terminado el registro se hace un análisis de todas las paralizaciones para tomar medidas preventivas o correctivas.

Para el caso del registro de problemas (formato de registro de problemas Anexo 12) se ha descrito un registro semanal de cada uno de los códigos de paradas del área de producción de cables de INCABLE S.A., aclarando que este registro dentro de la empresa se lo hace de forma diaria, en esta tesis se ha hecho un registro semanal para poder resumir el registro de los 3 meses que comprende el estudio de los problemas existentes dentro del proceso productivo. Los meses que comprenden dicho estudio son MARZO, ABRIL y MAYO del 2005. De acuerdo con el Anexo 10 (Cuadro de paradas voluntarias e involuntarias), se obtuvieron los siguientes datos:

Nota: Solo se ha tomado en cuenta a los 11 códigos con mayor frecuencia.

Mes: Marzo-Abril-Mayo

TABLA 3.A Resumen

Paradas de máquinas

Áreas	Máquina	Códigos de paradas por máquina (minutos)											Subtotal	Total
		1	2	3	14	17	18	30	31	32	34	36	Horas	Horas
Trefilas	3	0	0	205	0	0	55	3196	0	0	0	200	60,93	310,63
	J21	0	0	1064	0	0	0	3402	0	0	0	210	77,93	
	H20a	50	0	925	0	700	40	1397	0	0	0	90	53,37	
	H20b	75	0	205	0	180	0	522	0	0	0	90	17,87	
	H20c	285	0	1024	0	850	120	1440	0	0	0	80	63,32	
	H20d	45	0	350	0	300	0	1458	0	0	0	80	37,22	
Total área	Horas	7,58	0,00	62,88	0,00	33,83	3,58	190,25	0,00	0,00	0,00	12,50	310,63	310,63
Encordon.	8	220	0	205	0	0	355	2795	0	30	0	120	62,08	224,00
	10	120	0	110	0	40	0	3820	0	30	40	0	69,33	
	800	95	0	450	0	90	300	4535	0	0	0	85	92,58	
Total área	Horas	7,25	0,00	12,75	0,00	2,17	10,92	185,83	0,00	1,00	0,67	3,42	224,00	224,00
Cableadoras	1	270	20	865	0	30	0	6135	0	0	0	0	122,00	421,33
	3+1	245	295	385	0	175	20	8180	10	0	180	15	158,42	

	Tubular	1355	720	500	0	365	10	5460	0	45	0	0	140,92	
Total área	Horas	31,17	17,25	29,17	0,00	9,50	0,50	329,58	0,17	0,75	3,00	0,25	421,33	421,33
Extrusoras	90	20	360	305	0	365	0	4840	515	290	0	50	112,42	502,00
	120	240	30	70	60	300	225	5697	655	955	0	30	137,70	
	75	0	155	65	0	270	0	3733	1125	400	0	50	96,63	
	95	170	435	295	0	170	90	6155	730	1015	20	235	155,25	
Total área	Horas	7,17	16,33	12,25	1,00	18,42	5,25	340,42	50,42	44,33	0,33	6,08	502,00	502,00
Medición	1	0	0	0	0	0	0	1765	0	0	0	210	32,92	105,08
	2	510	0	0	0	480	0	1830	0	0	0	0	47,00	
	Enrollad.	0	0	0	60	370	0	1080	0	0	0	0	25,17	
Total área	Horas	8,50	0,00	0,00	1,00	14,17	0,00	77,92	0,00	0,00	0,00	3,50	105,08	105,08
Total horas paradas		61,67	33,58	117,05	2,00	78,08	20,25	1124,00	50,58	46,08	4,00	25,75	1563,05	1563,05

Fuente: INCABLE S:A:

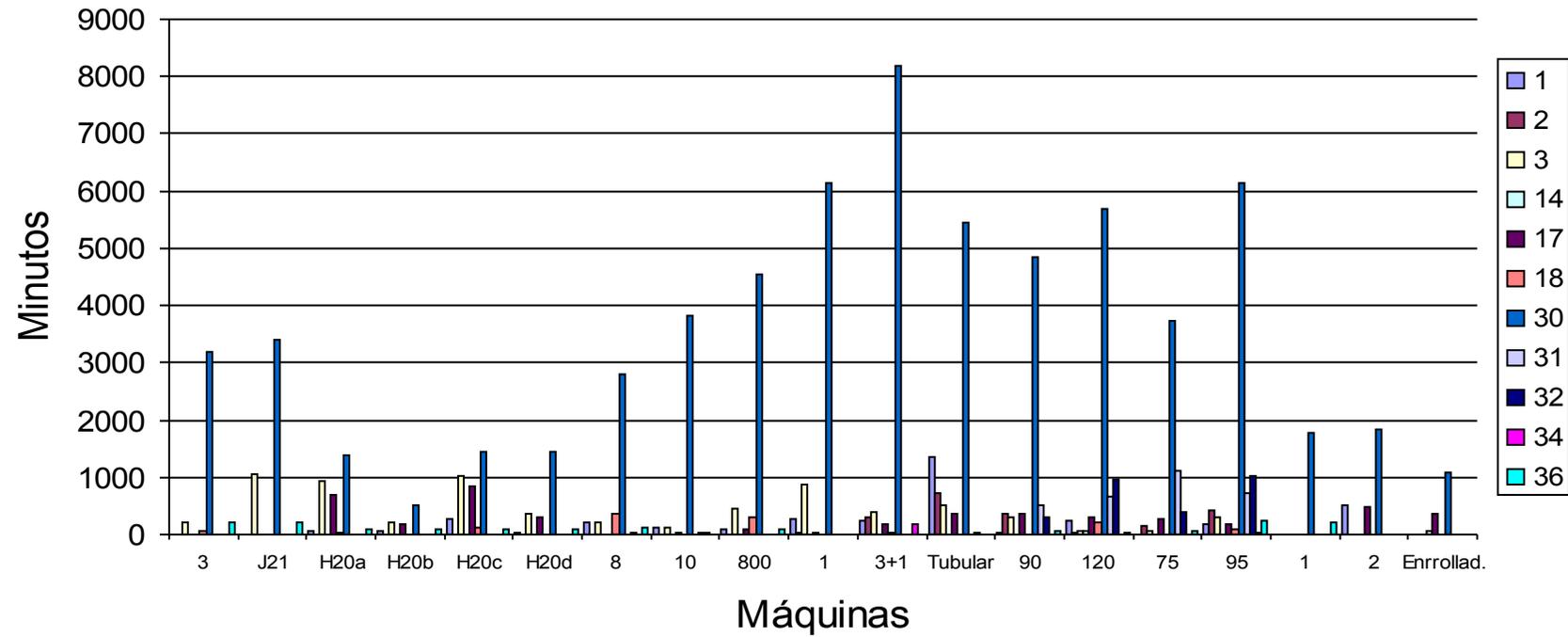
Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

Mes: Marzo-Abril-Mayo

Resumen

Paradas de máquinas

Paradas por máquinas



Fuente: INCABLE S.A.

Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

La siguiente tabla detalla de una forma codificada a los problemas de paradas que se pueden presentar en el proceso productivo de INCABLE S.A., en base a esta lista los operadores registran (en registro de producción Anexo 11) las cantidades de minutos que permanecen paralizadas las máquinas por los diferentes problemas.

Código	Problemas	Descripción
01	Defecto mecánico	Rodamientos, poleas, bandas, ejes, etc.
02	Defecto eléctrico	Motores, driver, resistencias, bombas de agua, etc.
03	Defecto de material (hilos, cord, alambres, pvc, etc.)	Hilos montados, alambre picado, pvc contaminado.
04	Defecto de operaciones	Mala posición de hileras, guías, moldes, boquillas, etc.
10	Falta de materia prima	Cobre, aluminio, acero.
11	Falta de herramientas o equipo de trabajo	Pinzas, corta frío, etc.
12	Falta de pedidos	No se programa por falta de pedidos de clientes
13	Falta de programa	Cuando no existe ninguna comunicación para iniciar producción
14	Falta de operador	Por permiso, pase a otra sección, pase a otra máquina
15	Atraso de operador	Cita médica, exámenes de salud, calamidad doméstica, etc.
16	Falta de energía	Debido a corte de energía
17	Falta de material	Alambres, hilos, cordones, pvc, etc.
18	Falta de bobinas	Cualquier bobina ya sea de hierro o de madera
19	Falta de compuestos (resina, pigmentos, etc.)	Falta de cualquier componente para producir pvc.
20	Falta de transporte	Cuando el expreso no hace el recorrido por cualquier imprevisto
30	Cambio de producto y preparación de máquina	Cambiar hileras, guías, moldes, boquillas, etc.
31	Cambio de color	Cuando se pasa de un color a otro, en extrusoras o inyectoras
32	Limpieza de máquinas	Cuando se limpia el interior o exterior de la máquina
33	Experiencia de ingeniería	Debido a los tipos de pruebas que se hagan en general
34	Test de control de calidad	Cuando se lleva la muestra a calidad para el análisis respectivo
35	Mantenimiento preventivo	Máquina programada para mantenimiento
36	Otros (identificar)	Inventarios, siniestro, simulacros, etc.
37	Falta de cables para la sección de corte	Cuando no exista cable para la sección de enchufes

Fuente: INCABLE S.A.

Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

6.1. TIPOS DE PROBLEMAS.

Para una mejor descripción de los problemas se han colocado símbolos a cada uno de ellos y de esta forma poder realizar un análisis de cada uno de los problemas.

Símbolos	Problemas
A	Paralización de máquinas
B	Reducción de la producción
C	Ausentismo
D	Exceso de materia prima

Cada uno de estos problemas se desglosa de la siguiente forma acorde con la lista de códigos de paradas de INCABLE S.A., obteniéndose los siguientes datos.

Símbolo	Código	Horas			total/horas
		Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
A	O1	21,25	25,75	14,67	61,67
A	O2	22,42	3,67	7,50	33,59
B	O3	36,42	53,97	26,67	117,06
C	14	0,00	1,00	1,00	2,00
B	17	18,92	48,42	10,75	78,09
B	18	3,17	16,75	0,33	20,25
Paralización estimada	30	283,33	463,6	377,07	1124
Paralización estimada	31	13,83	18,08	18,67	50,58
Paralización estimada	32	4,08	20,58	21,42	46,08
Paralización estimada	34	1,17	1,83	1,00	4,00

A	36	5,50	8,75	11,5	25,75
---	----	------	------	------	-------



Las paralizaciones estimadas no se registrarán dentro del análisis de los problemas debido a que forman parte del proceso de producción.

3.3 ANÁLISIS DE PARETO SEGÚN FRECUENCIA.

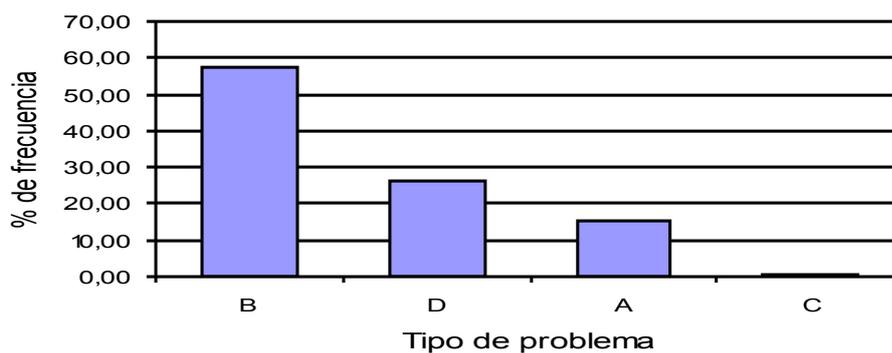
Las frecuencias en base al número de ocurrencias presentadas se las obtuvieron durante los meses de Marzo, abril y Mayo del 2005 dando los siguientes resultados:

Problemas	Frecuencia (Número de ocurrencias)			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
A	12	19	10	41
B	31	87	34	152
D	22	29	19	70
C	0	1	1	2
Total	65	136	64	265

A continuación se muestran las frecuencias totales, sus porcentajes y acumulación porcentual.

Problemas	Frecuencia	% de Frecuencia	Acum. % de Frecuencia
B	152	57,36	57,36%
D	70	26,42	83,78%
A	41	15,47	99,25%
C	2	0,75	100,00%

Gráfico según problemas



Mediante el gráfico según problemas se puede observar que el problema con mayor incidencia es el B (Reducción de la producción) con 57.36 % de frecuencia.

3.3.1. Análisis por tipo de problemas.

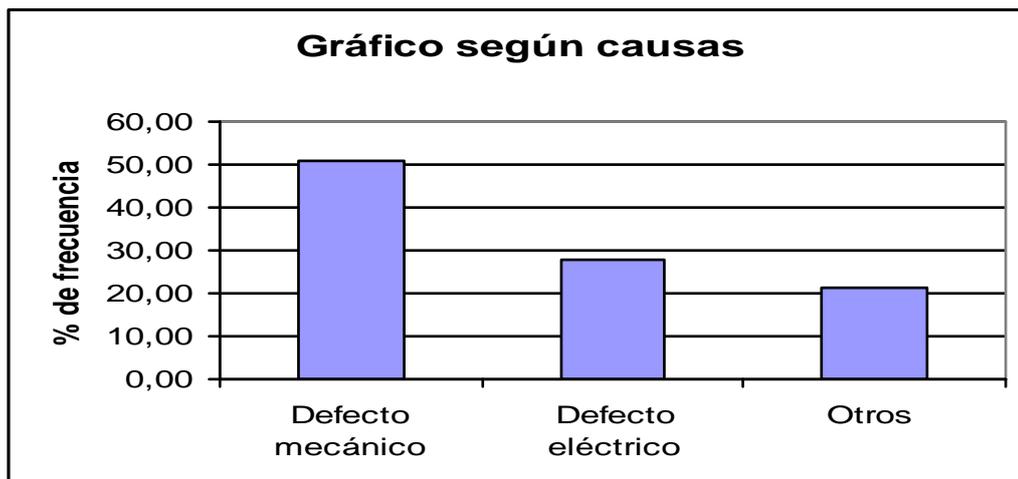
Problema A (Paralización de máquinas).

La siguiente tabla muestra las causas con sus respectivas frecuencias dada en horas del problema A.

Causas	Frecuencia/HORAS			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
Defecto mecánico	21,25	25,75	14,67	61,67
Defecto eléctrico	22,42	3,67	7,5	33,59
Otros	5,5	8,75	11,5	25,75

A continuación se muestran las frecuencias totales, sus porcentajes y acumulación porcentual.

Causas	Frecuencia Horas.	% de Frecuencia	Acum. % de Frecuencia
Defecto mecánico	61,67	50,96	50,96
Defecto eléctrico	33,59	27,76	78,72
Otros	25,75	21,28	100,00



Problema B (Reducción de la producción).

La siguiente tabla muestra las causas con sus respectivas frecuencias dada en horas del problema B.

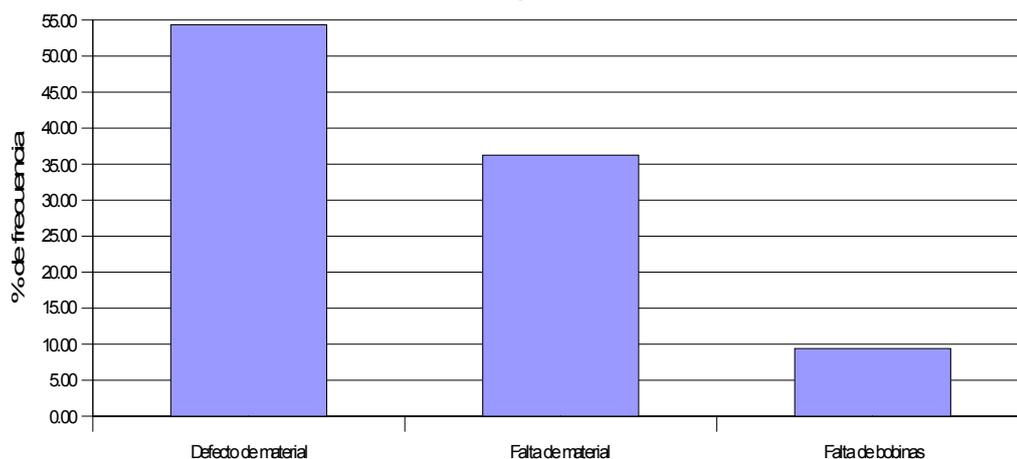
Causas	Frecuencia/HORAS			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
Defecto de material	36,42	53,97	26,67	117,06
Falta de material	18,92	48,42	10,75	78,09
Falta de bobinas	3,17	16,75	0,33	20,25

A continuación se muestran las frecuencias totales, sus porcentajes y acumulación porcentual.

Causas	Frecuencia	% de	Acum. % de
--------	------------	------	------------

	Horas.	Frecuencia	Frecuencia
Defecto de material	117,06	54,35	54,35
Falta de material	78,09	36,25	90,60
Falta de bobinas	20,25	9,40	100,00

Gráfico según causas



Problema C (Ausentismo).

La siguiente tabla muestra las causas con sus respectivas frecuencias dada en horas del problema C.

Causas	Frecuencia/HORAS			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
Falta de operador	0,00	1,00	1,00	2,00
Atraso del operador	0,00	0,00	0,00	0,00

A continuación mostraremos las frecuencias totales, sus porcentajes y acumulación porcentual.

Causas	Frecuencia Horas.	% de Frecuencia	Acum. % de Frecuencia
Falta de operador	2,00	100,00	100,00
Atraso del operador	0,00	0,00	100,00

Gráfico según causas



Como se observa en este problema solo se ha registrado falta de operador 1 hora en abril y otra hora en mayo ya que al presentarse una ausencia de operador, este es sustituido por otro que conozca el manejo de la máquina que no tenga operador, de este traslado de operador se encarga el programador de producción.

Problema D (Exceso de materia prima).

El exceso de materia prima es un valor que se mide en los productos terminados, lo que se hace es pesar por separado al cobre (conductor de electricidad) y al [P.V.C](#) o polivinilo de cloruro (aislante), estos dos son comparados con los valores estándares de peso y se calcula el porcentaje de exceso de materia prima por producto, al final del mes se hace la suma de todos los excesos de pesos de materia prima.

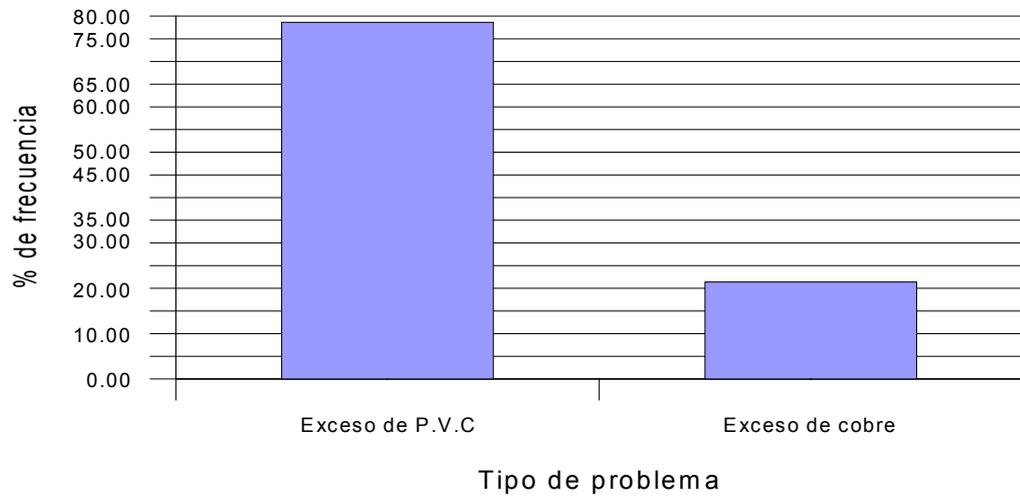
Durante los meses de marzo, abril y mayo del 2005 se registraron los siguientes valores.

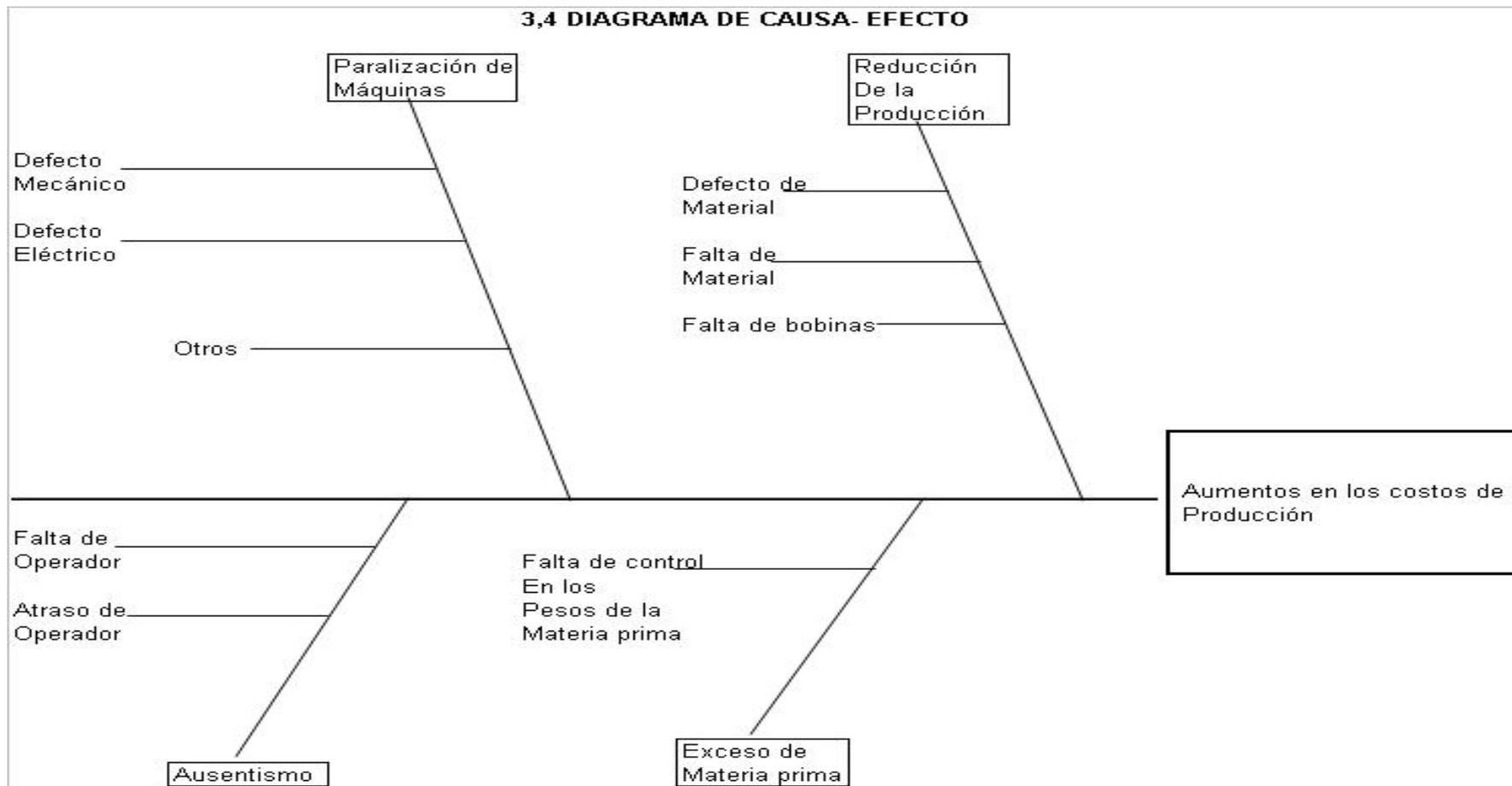
Causas	Frecuencia/Kilogramos			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
Exceso de cobre	120,05	101,79	116,66	338,50
Exceso de P.V.C	531,10	298,96	415,77	1245,83

A continuación se muestran las frecuencias totales, sus porcentajes y acumulación porcentual.

Causas	Frecuencia kg.	% de Frecuencia	Acum. % de Frecuencia
Exceso de P.V.C	1245,83	78,63	78,63%
Exceso de cobre	338,50	21,37	100,00%

Gráfico según causas





Elaborado por: BYRON MARCILLO P.

3.5. CUANTIFICACIÓN DE LAS PERDIDAS OCASIONADAS POR LOS PROBLEMAS.

Problema A (Paralización de máquinas).

En la siguiente tabla se analizará las causas del problema A con los tiempos tomados dados en horas respectivamente. En esta cuantificación solo se tomará en cuenta las áreas que intervienen en la elaboración del cable SENCILLO TW 10 que es el producto que se toma como objeto de estudio.

Problema A	Frecuencia (Horas) por áreas			
Causas	Trefila J21	Trefilas finas	Encordonadoras	Extrusoras
		H20(A,B,C y D)	Nº 8, 10 y 800	90, 120, 75 y 95
Defecto mecánico	0,00	7,58	7,25	7,17
Defecto eléctrico	0,00	0,00	0,00	16,33
Otros	3,50	5,67	3,42	6,08
Totales	3,50	13,25	10,67	29,58

Ya sabiendo que el área limitante es trefilación fina se sabe que la producción limitante es 344 kg/hr.

$$\text{Producción} = (344 \text{ Kg/hr.}) \times (1 \text{ rollo} / 4.906 \text{ Kg.}) = 70 \text{ rollos} / \text{hr.}$$

Ahora se toman los valores totales en horas del problema A del área limitante, siendo este valor 13.25 horas.

$$\text{Rollo no producidos} = (70 \text{ rollos / hr.}) \times (13.25 \text{ hr.}) = 928 \text{ rollos.}$$

En el Anexo 13 se detallan la utilidad por rollo del cable SENCILLO TW 10 para poder cuantificar las perdidas anuales por dicho problema.

$$\text{Perdidas anuales} = (928 \text{ rollos/trimestral}) \times (5.02 \text{ \$/rollo}) \times (4 \text{ trimestres/año}) =$$

$$\text{Perdidas anuales} = 18634.24 \text{ \$ / anuales.}$$

Problema B (Reducción de la producción).

En la siguiente tabla se analizará las causas del problema B con los tiempos tomados dados en horas respectivamente. En esta cuantificación solo se tomará en cuenta las áreas que intervienen en la elaboración del cable SENCILLO TW 10 que es el producto que se toma como objeto de estudio.

Problema B	Frecuencia (Horas) por áreas			
Causas	Trefila J21	Trefilas finas H20(A,B,C y D)	Encordonadoras N° 8, 10 y 800	Extrusoras 90, 120, 75 y 95
Defecto de material	17,73	41,73	12,75	12,25
Falta de material	0,00	33,83	2,16	18,42
Falta de bobinas	0,00	2,66	10,92	5,25
Totales	17,73	78,22	25,83	35,92

Ya sabiendo que el área limitante es trefilación fina, se sabe que la producción limitante es 344 kg/hr.

$$\text{Producción} = (344 \text{ Kg/hr.}) \times (1 \text{ rollo/ } 4.906 \text{ Kg.}) = 70 \text{ rollos / hr.}$$

Ahora se toman los valores totales en horas del problema B del área limitante, siendo este valor 78.22 horas.

$$\text{Rollo no producidos} = (70 \text{ rollos / hr.}) \times (78.22 \text{ hr.}) = 5475.4 \text{ rollos.}$$

En el Anexo 13 se detalla la utilidad por rollo del cable SENCILLO TW 10 para poder cuantificar las pérdidas anuales por dicho problema.

$$\text{Pérdidas anuales} = (5475.4 \text{ rollos/trimestral}) \times (5.02 \text{ \$/rollo}) \times (4 \text{ trimestres/año}) =$$

$$\text{Pérdidas anuales} = 109946.03 \text{ \$ / anuales.}$$

Problema C (Ausentismo).

En la siguiente tabla se analizará las causas del problema C con los tiempos tomados dados en horas respectivamente. En esta cuantificación solo se tomará en cuenta las áreas que intervienen en la elaboración del cable SENCILLO TW 10 que es el producto que se ha tomado como objeto de estudio.

Problema C	Frecuencia (Horas) por áreas			
Causas	Trefila J21	Trefilas finas	Encordonadoras	Extrusoras
		H20(A,B,C y D)	Nº 8, 10 y 800	90, 120, 75 y 95
Falta de operador	0,00	0,00	0,00	1,00
Atraso del operador	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	0,00	0,00	0,00	1,00

Ya sabiendo que el área limitante es trefilación fina se sabe que la producción limitante es 344 kg/hr.

$$\text{Producción} = (344 \text{ Kg/hr.}) \times (1 \text{ rollo} / 4.906 \text{ Kg.}) = 70 \text{ rollos} / \text{hr.}$$

En este problema no se registran valores en el área limitante es por esto que la cuantificación de este problema es cero.

Problema D (Exceso de materia prima).

En la siguiente tabla se analizará las causas del problema D.

Causas (Problema D)	Frecuencia/Kilogramos			Total
	Marzo/2005	Abril/2005	Mayo/2005	
Exceso de cobre	120,05	101,79	116,66	338,50
Exceso de P.V.C	531,10	298,96	415,77	1245,83

Materia prima	Peso Kg / Km	Costo \$ / Kg.
Cobre	49,0600	4,1183
Pvc	12,8160	7,8211

Todos los datos sobre exceso de materia prima fueron obtenidos de la base de datos de la Gerencia de Producción.

De acuerdo a los costos de materia prima y a los excesos de la misma las pérdidas por el problema D son las siguientes.

Perdidas por exceso de cobre = $(338.5 \text{ kg/ trimestral}) \times (4.1183 \text{ \$/kg}) \times (4 \text{ trim/año}) =$

Perdidas por exceso de cobre = 5576.1782 \$/anuales.

Perdidas por exceso de pvc = $(1245.83 \text{ kg/ trimestral}) \times (7.8211 \text{ \$/kg}) \times (4 \text{ trim/año})$

Perdidas por exceso de pvc = 38975.04 \$/anuales.

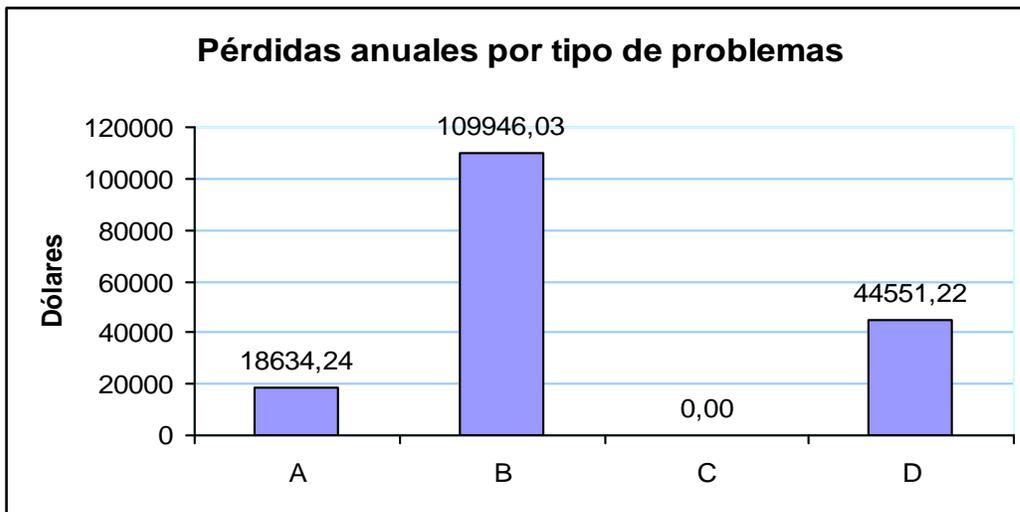
Lo que refleja un total de 44551.22 \$/ anuales de pérdidas por exceso de materias primas.

3.6 RESUMEN DEL ANÁLISIS.

En base a la cuantificación monetaria de cada uno de los problemas se han obtenido los siguientes resultados:

SIMBOLO	TIPO DE PROBLEMA	PERDIDAS (\$/anuales)
A	Paralización de máquinas	18634,24

B	Reducción de la producción	109946,03
C	Ausentismo	0.00
D	Exceso de materias primas	44551,22
	TOTAL	173131,49



Teniendo como mayor pérdida monetaria al problema B “Reducción de la producción”.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.

2.6.. PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Mediante el diagnóstico realizado en el capítulo 3, se puede observar que la incidencia de los problemas en base a su cuantificación (monetaria) revela que el problema que genera mayores pérdidas es el problema de Reducción de la producción.

El problema de Reducción de la producción tiene como causas falta y defectos en el material, según diagrama de causa - efecto (para el caso se denomina como “material” al cobre o conductor de cobre), los defectos en los conductores van directamente relacionados con las herramientas con que son procesados dichos conductores ya sean estos hilos, alambres y/o cordones.

Las herramientas con las que son procesados los conductores son las “hileras-guías”; si las hileras presentan defectos los conductores presentarán defectos. Actualmente se usan hileras de Widia o Carburo de tungsteno.

Las alternativas que se analizarán para el problema de Reducción de Producción son las siguientes:

- Alternativa de solución A.- Utilización de las hileras de Diamante para los procesos de TREFILACION y ENCORDONADO.
- Alternativa de solución B.- Adquisición de equipo para la rectificación de las hileras.

2.5.1. Análisis de alternativa de solución “A”.

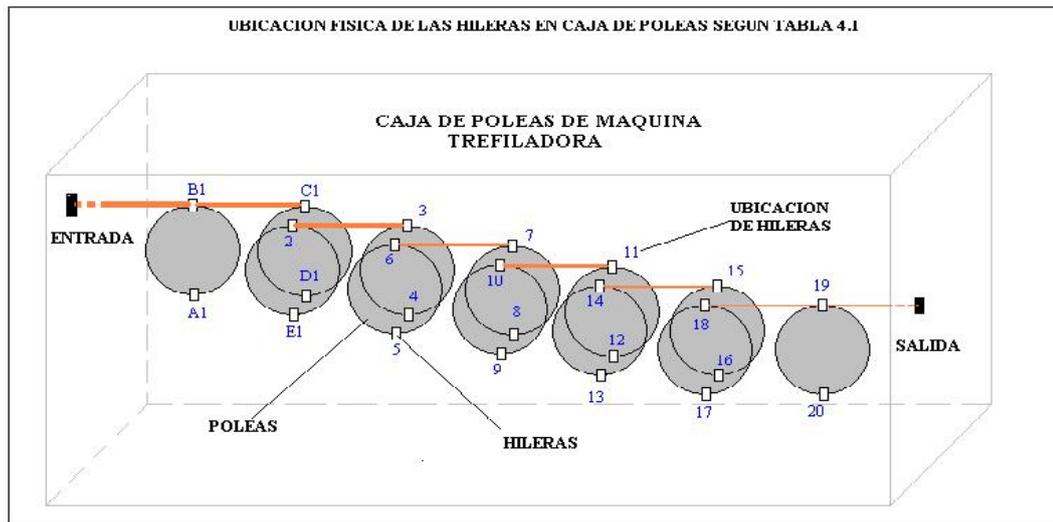
Los defectos que se pueden presentar en las hileras tienen como causa principal la fricción existente entre el conductor y la herramienta de trabajo (hilera-guía) durante el proceso productivo (trefilación, encordonado), dicha fricción produce calor y desgaste en la herramienta de trabajo; para reducir el efecto producido por la fricción se utilizan baños de refrigerantes durante el proceso productivo. La utilización de hileras de “diamante” en lugar de hileras de “Widia o Carburo de tungsteno”, es la alternativa de solución “A”. Debido a que las hileras de diamante presentan mayor resistencia al calor y por ende al desgaste, estas presentarán menores defectos durante el proceso productivo.

Evaluación de costos para alternativa de solución “A”.

Para la realización de la evaluación de los costos de la alternativa de solución “A” se muestran los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3. (Ubicado al final del literal 4.1.1.).

El cuadro 4.1 muestra la localización de las hileras en la máquina trefila J21.

En el siguiente gráfico se observa la ubicación física de cada una de las hileras en la caja de poleas de la máquina trefiladora J21 según cuadro 4.1.



De igual forma el cuadro 4.2 muestra la ubicación de las hileras en las máquina trefilas finas H20A, H20B, H20C y H20D. Mientras que el cuadro 4.3 muestra la cantidad de hileras-guías para las máquinas encordonadoras.

De esta manera se puede tener una idea clara de la cantidad de hileras-guías de Widia que debería reemplazarse en dichas máquina por hileras de Diamante, esto representa un incremento en el costo del herramiental de trefilación el cual se detalla en cuadro 4.4, 4.5 y 4.6. (Ubicado al final del literal 4.1.1.).

En dichos cuadros están detallados los costos de los diferentes tipos de hileras incluyendo el desgaste que sufre cada tipo de hileras después de cierta cantidad de trabajo.

Para el caso del proceso de ENCORDONADO el uso de las hileras presenta la diferencia que en lugar de reducir el diámetro de los materiales procesados la función que cumple es de darle forma circular a la unión de varios hilos de cobre que darán como resultado un nuevo calibre de conductor

Con los datos obtenidos en los cuadros 4.4, 4.5 y 4.6 se puede resumir el costo de implementación de Alternativa de solución A.

Costos de hileras Máquina J21 (de alambres para trefilas finas)					Costo de
Ítem	Diámetros	Hilera Widia	Hilera Diamante	Variación/costo	Rectificación
12	Costo total	\$ 10.220	\$ 17.580	\$ 7.360	\$ 4.800

Costo de hileras de Máquinas trefilas finas H20A-H20B-H20C-H20D					Costo de
Ítem	Diámetros	Hilera Widia	Hilera Diamante	Variación/costo	Rectificación
45	Costo total	\$ 30.800	\$ 49.300	\$ 18.500	\$ 18.000

Costo de guías para máquinas encordonadoras				
Ítems	COSTO	COSTO	VARIACION	COSTO
	GUIA	GUIA	DE	DE
4	WIDIA	DIAMANTE	COSTOS	Rectificación
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Costo total	4140	5280	1140	2000

Dando los siguientes valores:

Costo total de hileras y guías de DIAMANTE. \$ 72160 dólares.

Costo total de hileras y guías de WIDIA. \$ 45160 dólares.

Incremento en el costo de las hileras y guías. \$ 27000 dólares.

Debido a que la rectificación o la sustitución de las hileras y guías de WIDIA es algo necesario al cumplir el tiempo de vida útil (aproximadamente 1 año), se considera como

costo de alternativa “A” al incremento en el costo de las hileras-guías ya que el costo de las hileras- guías de Widia ya estaban presupuestadas. Es decir que el costo de la implementación de la alternativa de solución “A” es \$27000 dólares.

Detalle de alternativa de solución “A”.

Costos por pérdidas: \$109946.03 dólares anuales.

Detalle de gastos para la implementación de la Alternativa de solución “A”.	Costos \$
Hileras para trefila J21	7360
Hileras para Máquinas Trefilas finas H20A,H20B,H20C,H20d	18500
Hileras-Guías para Máquinas encordonadoras	1140
TOTAL \$	27000

Tasa interna de retorno de la alternativa de solución “A”.

Costos por pérdidas = \$ 109946.03 anuales / 12 meses = \$ 9162.17 mensuales.

Costos de Inversión = \$ 27000

Para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) utilizamos la siguiente fórmula

$$i = \left(\frac{F}{P} \right)^n - 1$$

En donde:

n = tiempo

P = inversión de la empresa

F = pérdida anual de la empresa

i = interés

I = tasa de interés.

Entonces tenemos:

$$i = \left(\frac{109946,03}{27000} \right)^{\frac{1}{7}} - 1 = 3.07 \text{ anual}$$

$I = i \times 100 = 307\% \text{ anual.}$

$I = 25.6\% \text{ mensual}$

.

Aplicando la ecuación para el valor presente

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Se obtiene:

$$P = \frac{916217}{(1+0.26)^1} + \frac{916217}{(1+0.26)^2} + \frac{916217}{(1+0.26)^3} + \frac{916217}{(1+0.26)^4} + \frac{916217}{(1+0.26)^5} + \frac{916217}{(1+0.26)^6} + \frac{916217}{(1+0.26)^7} =$$

. $P = \$ 28531.05 \text{ dólares.}$

Es decir que la inversión será recuperada al SEPTIMO mes después de su implementación con una tasa interna de retorno de 25.6 % mensual.

CUADRO 4.1

CUADRO 4.2

VELOC DE PROD. (mts/s)		VELOC DE PROD. (mts/s)		VELOC MAQ. (mts/s)		DIAM. Hilera		Calibre AWG		LOCALIZACION DE HILERAS																DIAM. Entrad		
Escocia	Madeco									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
28	30	35	0,162	34	0,160	0,180	0,202	0,227	0,255	0,286	0,321	0,361	0,405	0,455	0,511	0,573	0,644	0,723	0,812	0,912	1,024	1,150	1,291	1,450	1,628	1,828	2,050	
28	30	35	0,202	32	0,202	0,227	0,255	0,286	0,321	0,361	0,449	0,455	0,511	0,573	0,644	0,723	0,812	0,912	1,024	1,150	1,291	1,450	1,628	1,828	2,050			
28	30	35	0,255	30	0,255	0,286	0,321	0,361	0,449	0,455	0,511	0,573	0,644	0,723	0,812	0,912	1,024	1,150	1,291	1,450	1,628	1,828	2,050					
28	30	35	0,321	28	0,321	0,361	0,449	0,455	0,511	0,573	0,644	0,723	0,812	0,912	1,024	1,150	1,291	1,450	1,628	1,828	2,050							
28	30	35	0,516	24	0,516	0,580	0,650	0,730	0,820	0,921	1,035	1,162	1,305	1,465	1,646	1,848	2,050											2,130
15	15	35	0,590	23	0,590	0,650	0,730	0,820	0,921	1,035	1,162	1,305	1,465	1,646	1,848	2,050												2,130
13	13	35	0,660	22	0,660	0,730	0,820	0,921	1,035	1,162	1,305	1,465	1,646	1,848	2,050													2,130

El cuadro 4.2 muestra la ubicación de las hileras en las máquina trefilas finas H20A, H20B, H20C y H20D.

Es decir que las máquinas trefilas finas están compuestas por juegos de 16 hileras para la obtención de los hilos 0.255mm, 0.321mm y el juego de 13 hileras para el hilo 0.516mm de diámetro.

Estos tipos de hilos son los necesarios para la formación de los cordones o conductores de cobre.

CUADRO 4.3



GUIAS PARA MÁQUINAS ENCORDONADORAS									
CALIBRE	# DE	FORMACION	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	DIRECCION	ENGRANAJE	DIAMETRO	DIAMETRO
AWG	HILOS		MINIMO	MAXIMO	DEL	DE		GUIA	GUIA
			DE	DE	CORDON	TORSION		WIDIA	DIAMANTE
			HILOS	HILOS	DESNUDO	POR CAPA			

10	105	105 x 0.25	0,249	0,255	3,00	IZQ.	47 X 25	3,12	3,03
10	26	26 X 0.511	0,504	0,517	3,00	IZQ.	47 X 25	3,12	3,03
10	65	65 X 0.32	0,318	0,326	2,98	IZQ.	47 X 25	3,12	3,03
10	26	26 X 0.511	0,504	0,517	3,00	IZQ.	17X27X30X14	3,10	3,03

En el cuadro 4.3 se detallan las hileras-guías para la elaboración del cordón sencillo calibre 10 que fue el punto de delimitación establecido en el capítulo1.

CUADRO 4.4



Costos de hileras Máquina J21 (de alambres para trefilas finas)					Costo de Rectificación	Desgaste de hileras por 50 ton. De trabajo		
Ítem	Diámetros	Hilera Widia	Hilera Diamante	Variación/costo		Widia (mm)	Diamante (mm)	Variación (mm)
1	6,76	810	1390	580	400	0,04	0,01	0,03
2	6,01	810	1390	580	400	0,04	0,01	0,03
3	5,39	830	1420	590	400	0,04	0,01	0,03
4	4,77	830	1420	590	400	0,04	0,01	0,03
5	4,24	830	1420	590	400	0,04	0,01	0,03
6	3,77	850	1500	650	400	0,04	0,01	0,03
7	3,37	850	1500	650	400	0,04	0,01	0,03

8	3,00	850	1500	650	400	0,04	0,01	0,03
9	2,67	890	1510	620	400	0,04	0,01	0,03
10	2,37	890	1510	620	400	0,04	0,01	0,03
11	2,12	890	1510	620	400	0,04	0,01	0,03
12	1,82	890	1510	620	400	0,04	0,01	0,03
	Totales \$	10220	17580	7360	4800			

En esta tabla se consideran los 12 ítems de hileras que se utilizan para la trefilación de alambre para el uso de las trefilas finas ya que el producto final a obtenerse es cordones de cobre formados por hilos.

El Cuadro 4.5 detalla el número de hileras que se requieren para la obtención de los hilos 0.255 mm., 0.321 mm., y 0.511 mm de diámetro.

CUADRO 4.6



CALIBRE AWG	# DE HILOS	FORMACION	DIAMETRO DEL CORDON DESNUDO	DIAMETRO GUIA WIDIA (mm)	DIAMETRO GUIA DIAMANTE (mm)	VARIACION DE DIAMETROS (mm)	COSTO GUIA WIDIA (\$)	COSTO GUIA DIAMANTE (\$)	VARIACION DE COSTOS (\$)	COSTO DE Rectificación (\$)
10	105	105 x 0.25	3,00	3,12	3,03	0,09	1040	1320	280	500
10	26	26 X 0.511	3,00	3,12	3,03	0,09	1040	1320	280	500
10	65	65 X 0.32	2,98	3,12	3,03	0,09	1040	1320	280	500
10	26	26 X 0.511	3,00	3,10	3,03	0,07	1020	1320	300	500
Totales							4140	5280	1140	2000

En este cuadro se registran los costos de las hileras-guías para el producto cable sencillo calibre 10 con formación de hilos debido a que en capítulos anteriores se dio dicha delimitación.

2.5.2. Alternativa de solución “B”.

Debido al trabajo constante de las hileras durante el proceso productivo estas sufren diferentes alteraciones físicas tales como: desgaste, acumulación de residuos en sus entradas y salidas, ralladuras en el núcleo, la adquisición del equipo necesario para la rectificación de dichas hileras sería la alternativa de solución B para el problema de los defectos existentes en el material, a diferencia de la alternativa de solución A, la alternativa B representaría un mantenimiento preventivo y correctivo para las hileras. Actualmente este mantenimiento solo es correctivo y se realiza externamente.

La empresa encargada de la rectificación de las hileras existentes en el área herramental de INCABLE S.A., es QTM de Brasil.

Mayor información en www.qtm@terra.com.br

Evaluación de los costos para alternativa de solución “B”.

La adquisición del equipo necesario para la rectificación de las hileras es la Alternativa de solución “B”, como antes se mencionó la rectificación de las hileras que existen en el área herramental de INCABLE S.A., se la hace externamente, es decir que el mantenimiento que se le da a las mismas es un mantenimiento correctivo, este mantenimiento se lo hace al momento de presentarse un desgaste considerable en el núcleo de las hileras.

El costo de la adquisición del equipo para la rectificación de las hileras es \$32843.01 dólares que incluyen lo siguiente:

6. Carro base con porta herramientas (hileras-guías).
7. Láser rectificador.
8. Herramientas varias.

En este caso se debe de tomar en cuenta el costo de rectificación de las herramientas para poder hacer un análisis comparativo en relación al costo de la solución.

En el Anexo 14 Proforma de equipo rectificador de hileras-guías se muestra el costo total de la adquisición de dicho equipo.

Además de la adquisición del equipo de rectificación se requieren los siguientes gastos:

⑩ Adecuación de un espacio físico

para la instalación de rectificadora.....\$ 4000 dólares.

2.Gastos de instalación (realizada por el equipo de mantenimiento)\$ 2000 dólares.

3.Capacitación del personal que va a dar uso del equipo..... \$ 1100 dólares.

(La capacitación la brinda la empresa Proveedora – Anexo15).

Sumando el costo de adquisición del equipo rectificador y los gastos varios para su instalación y adecuación el costo de implementación de alternativa de solución “B” será \$ 39943.01 dólares.

Detalle de alternativa de solución “B”.

Costos por pérdidas: \$109946.03 dólares anuales.

Detalle de gastos para la implementación de la Alternativa de solución “B”.	Costos \$
adquisición del equipo rectificador láser	32843,01
adecuación de un espacio físico para instalación de rectificadora	4000,00
costos de instalación	2000,00
capacitación del personal que va a dar uso del equipo	1100,00

TOTAL	39943,01
--------------	-----------------

Tasa interna de retorno de la alternativa de solución “B”.

Costos por pérdidas = \$ 109946.03 anuales / 12 meses = \$ 9162.17 mensuales.

Costos de Inversión = \$ 39943.01

Para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) utilizamos la siguiente fórmula

$$i = \left(\frac{F}{P} \right)^n - 1$$

En donde:

n = tiempo

P = inversión de la empresa

F = pérdida anual de la empresa

i = interés

I = tasa de interés.

Entonces tenemos:

$$i = \left(\frac{109946,03}{39943,01} \right)^1 - 1 = 1.75 \text{ anual.}$$

I = i x 100 = 175% anual

$i = 14.6\%$ mensual

.

Aplicando la ecuación para el valor presente

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Se obtiene:

$$P = \frac{916217}{(1+0.146)^1} + \frac{916217}{(1+0.146)^2} + \frac{916217}{(1+0.146)^3} + \frac{916217}{(1+0.146)^4} + \frac{916217}{(1+0.146)^5} + \frac{916217}{(1+0.146)^6} + \frac{916217}{(1+0.146)^7} + \frac{916217}{(1+0.146)^8} =$$

$P = \$ 41653.53$ dólares.

Es decir que la inversión será recuperada al OCTAVO mes después de su implementación con una tasa interna de retorno de 14.6% mensual.

10.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE, COMO PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

Al evaluar los costos de cada una de las alternativas se tiene lo siguiente:

Costo de alternativa de solución A \$ 27000.00 dólares.

Costo de alternativa de solución B \$ 39943.01 dólares.

De una forma simple se puede decir que la solución más adecuada es “Alternativa A”, pero no solo se tiene que hacer un análisis cuantitativo de los costos de implementación de cada una de las alternativas sino que hay que tomar en cuenta que al elegir la Alternativa de solución “A”, es decir reemplazar las hileras de “Widia” por hileras de “Diamante”, las hileras de Diamante también necesitarán una rectificación al presentar defectos después de cumplir su vida útil aproximadamente 3 años; si se elige la alternativa de solución “B” el costo de esta alternativa se incrementará al momento de la adquisición de dicho equipo rectificador ya que este necesitará de un espacio adecuado para su utilización además este tipo de equipos requieren una calibración periódica la conservar la precisión del trabajo que realizan.

Dichos costos suman los siguientes valores.

Para el caso de la alternativa “A”.

6.Costo por rectificación (después de 3 años aproximadamente)...\$24800 dólares.

Se puede hacer dicha rectificación de una manera planificada; es decir, programar la rectificación de cada una de las hileras por tipo de máquina de uso, por ejemplo: después de tres años en el primer trimestre se planificará la rectificación de las hileras de la máquina Trefila J21, en el segundo trimestre se rectificaría dos de los tres juegos de hileras para las máquinas trefilas finas, en el tercer trimestre se haría la rectificación al tercer juego de las máquinas trefilas finas y por último en el cuarto trimestre se procedería a la rectificación del juego de hileras-guías de las máquinas encordonadoras.

Para el caso de la alternativa “B”.

4.Costos de mantenimiento (calibración 2 veces al año)..... \$ 1600 dólares

Al considerarse todos estos aspectos la alternativa más conveniente sería la alternativa de solución “A” debido a la factibilidad inmediata de su implementación y no se requerirá incremento en el costo de su aplicación durante un periodo aproximado de 3 años que es el tiempo estimado de rectificación de las hileras de Diamante.

Además el uso de este tipo de hileras-guías tiene otro tipo de beneficios.

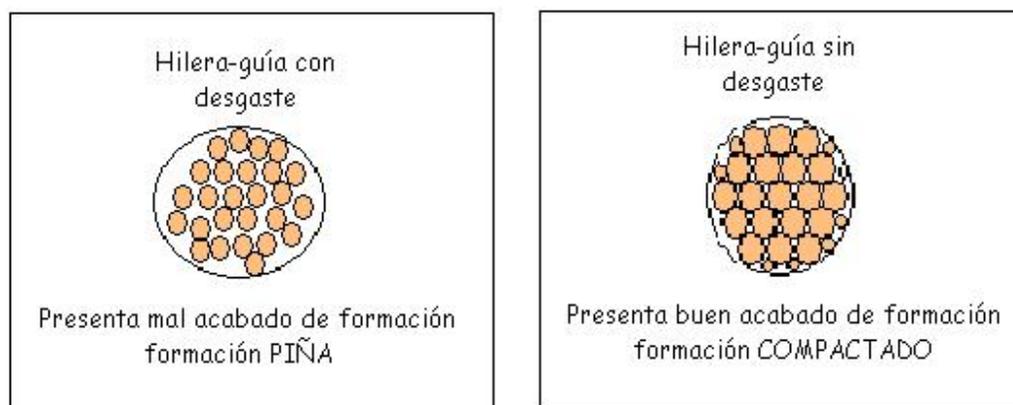
10.3. FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

De manera estadística y revisando las ventas realizadas en el año 2004 detalladas en el capítulo 1 literal 1.7.3 (análisis de ventas) tenemos que las ventas totales en dicho año fueron: \$ 12'015,547 dólares y tomando en cuenta que el margen de utilidad por producto es aproximadamente un 15% (dato obtenido en gerencia de ventas de Incable S.A.) se obtendrá un valor de utilidad anual de \$180,232.05 dólares para el caso del 2004; es decir que la empresa si puede solventar la implementación de la alternativa de solución elegida.

10.3.1. Aporte de la propuesta en el desarrollo de las actividades.

De una forma técnica se puede analizar el aporte que presta la propuesta de solución al desarrollo de las actividades.

Como antes se mencionó (literal 4.1.1) la ventaja de utilización de hileras de Diamante en lugar de hileras de Widia se basa en la mayor resistencia al calor y por ende al desgaste que nos brinda las hileras con núcleo de diamante, debido a esta resistencia al desgaste se puede trabajar con menores

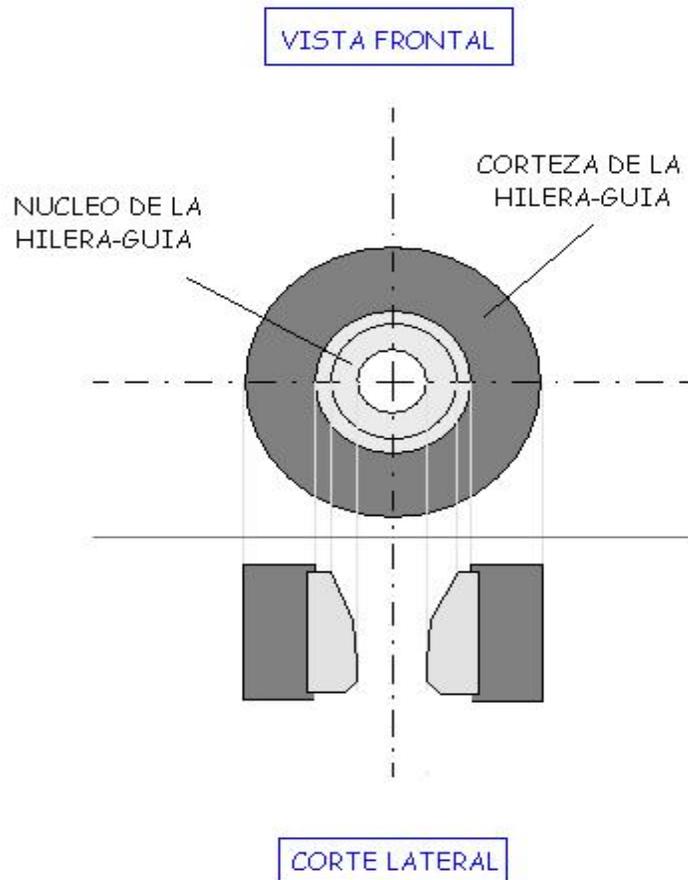


diámetros de hileras ya que estas no presentaran mayores defectos.

Por ejemplo: si para la adquisición de un cordón o conductor de cobre formado por 26 hilos de 0.511 mm de diámetro, es decir querer obtener un cordón sencillo calibre 10 (diámetro nominal del cordón 3.00 mm), se requería una guía de Widia de 3.05mm de diámetro, en hilera de diamante se requerirá un diámetro de 3.01mm.

La ventaja radica en el acabado del conductor obtenido ya que al tener menor diámetro la hilera-guía dará una mejor compactación entre los hilos que componen la formación del cordón, solucionando una de las causas (falla en el material) del problema “Reducción de la producción”, el siguiente gráfico muestra la forma usual de como está constituida una hilera-guía.

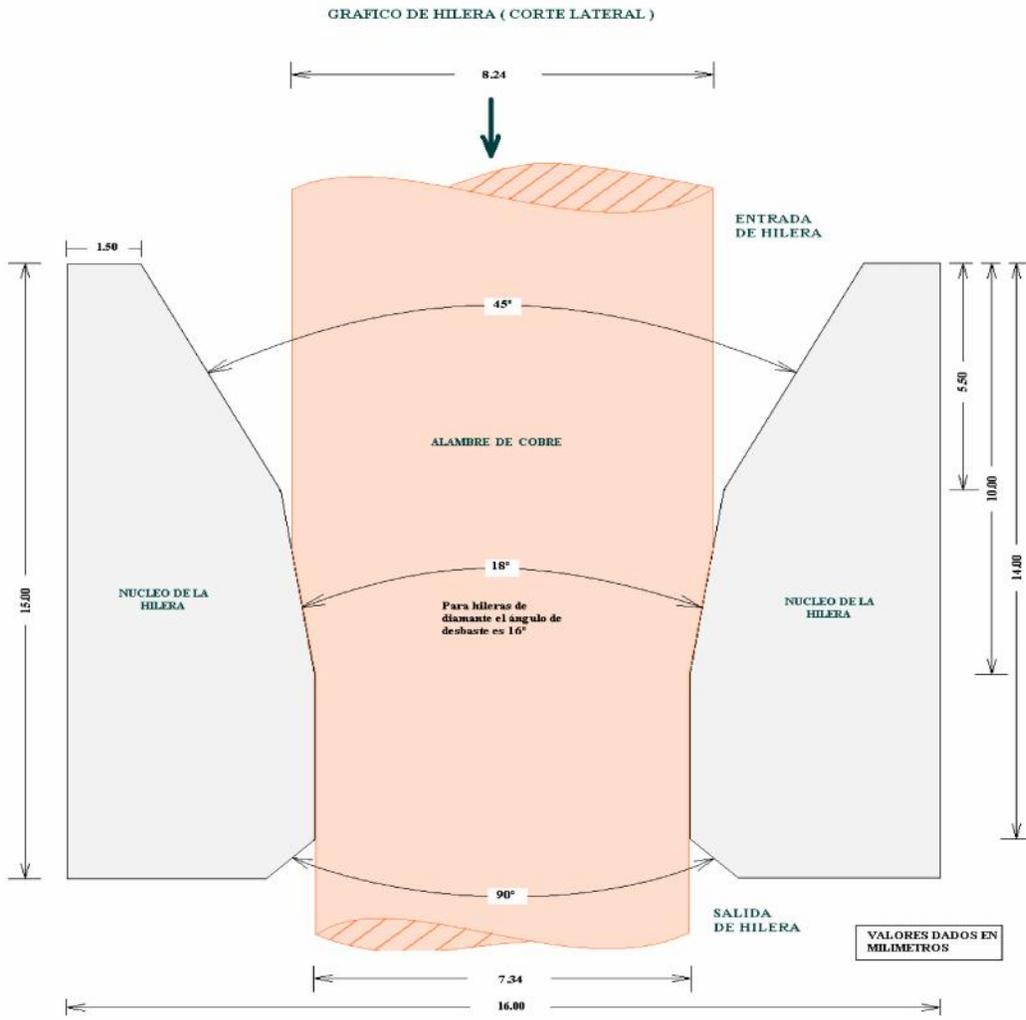
GRAFICO DE HILERA-GUIA



Otra mejora que presentan las hileras de diamante es el ángulo de desbaste ubicado en el núcleo de la misma, al existir un ángulo de desbaste de menor inclinación esto reducirá el impacto en el punto de inicio de la reducción de diámetro dentro del proceso de trefilación esto reduce el desgaste del núcleo ya que hay menor impacto de fricción.

Usualmente las hileras de Widia o carburo de tungsteno tienen un ángulo de desbaste de 18° mientras que las hileras de diamante tienen un ángulo de desbaste de 16° .

En el siguiente gráfico se observa los valores dimensionales de una hilera con diámetro 7.34 mm., y se indican los ángulos comprendidos en la misma indicando el ángulo de desbaste para las hileras de Widia y las hileras de Diamante.



CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS FINANCIERO

5.2. COSTOS DE LA INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE PROPUESTA.

Debido al problema de “REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN” que tiene como causas falla y defectos en los materiales (conductores de cobre), se selecciona una alternativa de solución para dicho problema. Dicha solución comprende la utilización de HILERAS DE DIAMANTE para los procesos de TREFILACIÓN y ENCORDONADO.

Con el análisis antes realizado se detalla los costos de la propuesta, estos costos se clasifican en: inversión fija y costos de operación.

5.2.1. Inversión fija.

La inversión fija mide el valor total de las adquisiciones de los activos fijos tangibles e intangibles, para el caso de la alternativa de solución escogida los rubros que forman parte de la inversión fija son:

INVERSION FIJA		
CANTIDAD	INVERSION	COSTO TOTAL (\$)
12	Hileras para trefila J21	7360,00
45	Hileras para máquinas trefilas finas H20A, H20B, H20C, H20D.	18500,00
4	Hileras guías para máquinas Encordonadoras	1140,00
TOTAL		\$ 27.000,00

El costo de la inversión fija da como resultado **USD \$ 27000 dólares.**

5.2.2. Depreciación anual de la inversión fija.

Para calcular la depreciación anual de los activos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costo Depreciación Anual} = \frac{\text{Inversión fija} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil}}$$

DEPRECIACIÓN DE LOS ACTIVOS				
Descripción del activo	Costo Inversión \$	Depreciación # Años	Valor de Salvamento %	Costo total D. Anual \$
12 hileras para trefila J 21	7360,00	3	10	2208,00
45 hileras para trefilas finas	18500,00	3	10	5550,00
4 hileras guías para máquinas encordonadoras	1140,00	3	10	342,00
			TOTAL	8100,00

5.1.3. Costos de operación.

Los costos de operación, son todos aquellos costos que se involucran con la alternativa de solución propuesta, para el caso de la alternativa de solución escogida, el costo de operación involucra la rectificación de las hileras de Diamante que se van a adquirir para reemplazar a las hileras de Widia o Carburo de Tungsteno.

COSTOS DE OPERACIÓN

CANTIDAD	INVERSION	COSTO TOTAL (\$)
12	Rectificación de hileras para trefila J21	\$ 4.800,00
45	Rectificación de hileras para máquinas trefilas finas H20A, H20B, H20C, H20D.	\$ 18.000,00
4	Rectificación de hileras guías para máquinas Encordonadoras	\$ 2.000,00
TOTAL		\$ 24.800,00

Este costo de operación se da después de culminar el periodo de vida útil que tienen las hileras de Diamante que es aproximadamente 3 años.

5.1.4. Calendario de la inversión.

En el calendario de inversión se plantean los siguientes puntos:

Inversión fija: Adquisición de hileras.

- ❖ 12 hileras para trefila J21.
- ❖ 45 hileras para trefilas finas H20A, H20B, H20C, H20D.
- ❖ 4 hileras-guías para máquinas encordonadoras.

Costos de operación: Rectificación de hileras.

- ❖ 12 hileras para trefila J21.
- ❖ 45 hileras para trefilas finas H20A, H20B, H20C, H20D.
- ❖ 4 hileras-guías para máquinas encordonadoras.

El siguiente cuadro detalla el calendario de inversión a utilizarse.

CALENDARIO DE INVERSION

DESCRIPCION		PERIODOS ANUALES			
		2006	2007	2008	2009
INVERSION FIJA (Adquisición)	12 hileras para trefila J 21	\$ 7.360,00			
	45 hileras para trefilas finas	\$ 18.500,00			
	4 hileras guías para máquinas encordonadoras	\$ 1.140,00			
COSTOS DE OPERACIÓN (Rectificación)	12 hileras para trefila J 21				\$ 4.800,00
	45 hileras para trefilas finas				\$ 18.000,00
	4 hileras guías para máquinas encordonadoras				\$ 2.000,00
COSTOS ANUALES		\$ 27.000,00			\$ 24.800,00

5.3. ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE LA PROPUESTA.

Para la realización del respectivo análisis se consideran los costos de inversión y los beneficios, la alternativa de solución tiene proyectado un periodo de recuperación de 2 años lo que indica un 50% de recuperación de pérdidas anuales.

Año	% Ahorro	Perdidas (\$)	Beneficios (\$)
0		109946,03	
1	50%		54973,02
2	50%		54973,02
TOTAL			109946,03

Al implementar la propuesta de solución al cabo de un periodo de 2 años se obtendrá un beneficio igual a las pérdidas anuales por el problema de REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

COSTOS ANUALES DE LA PROPUESTA

DESCRIPCIÓN	PERIODOS ANUALES			
	Año # 0	Año # 1	Año #2	Total
12 hileras para trefila J 21	\$ 7.360,00			\$ 7.360,00
45 hileras para trefilas finas	\$ 18.500,00			\$ 18.500,00
4 hileras guías para máquinas encordonadoras	\$ 1.140,00			\$ 1.140,00
Costo de depreciación anual		\$ 8.100,00	\$ 8.100,00	\$ 16.200,00
TOTAL	\$ 27.000,00	\$ 8.100,00	\$ 8.100,00	\$ 43.200,00

Después de obtener la depreciación anual de la propuesta de solución se puede mostrar el costo anual de implementación de la propuesta y la inversión inicial de la misma. En las cuales se observa una inversión inicial de \$ 27000.00 dólares y anualmente se incrementaran \$ 8100.00 por concepto de depreciación.

FONDOS ANUALES DE INVERSIÓN

DESCRIPCION	AÑO # 0	AÑO #1	AÑO # 2
beneficio esperado	\$ -	\$ 54.973,02	\$ 54.973,02
Costos anuales	\$ 27.000,00	\$ 8.100,00	\$ 8.100,00
Flujo de efectivo	\$ -27.000,00	\$ 46.873,02	\$ 46.873,02
Acumulado	\$ -27.000,00	\$ 19.873,02	\$ 66.746,04

Con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis del Costo-Beneficio para comprobar la factibilidad de la propuesta planteada en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Relación Costo/Beneficio} = \frac{\text{VAN}}{\text{Inversión Inicial}}$$

Calculo de VAN:

$$VAN = \sum \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

En donde:

VAN = Valor Actual Neto.

Fn = Flujo Neto.

i = interés vigente en el mercado (0.012 mensual)

n = Número de periodos.

$$VAN = \frac{46873.02}{(1+0.012)^1} + \frac{46873.02}{(1+0.012)^2} =$$

VAN = \$ 92091.65

$$\text{Relación Costo/Beneficio} = \frac{92091.65}{27000} = 3.41$$

Este coeficiente indica que por cada dólar que la empresa INCABLE S.A. invierta, obtendrá USD \$3.41

CAPITULO VI

PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.3. Selección y programación de actividades para la implementación de la propuesta.

Al realizarse la selección de la alternativa de solución más conveniente y haberla analizado se procede a elaborar un cronograma de actividades para la implementación de dicha alternativa de solución.

El cronograma contiene lo siguiente:

- ❖ Presentación del proyecto de solución a la Gerencia general de la empresa, notificando las alternativas de solución propuestas y la selección de la más conveniente.
- ❖ Aprobación del Proyecto.
- ❖ Inventariar el requerimiento de hileras de Diamante.
- ❖ Pedir preformas de hileras de Diamante a otros proveedores.
- ❖ Selección de proveedor más conveniente.
- ❖ Realizar Orden de compra de Hileras de Diamante.
- ❖ Recepción de hileras de Diamante.
- ❖ Revisión de las características físicas y técnicas del producto recibido.

- ❖ Entrega oficial al área herramental de las hileras de diamante.

- ❖ Realizar seguimiento al trabajo de hileras de diamante y verificar el cumplimiento del aporte brindado en el desarrollo de las actividades.

6.4. Cronograma de implementación con la aplicación de Microsoft Project.

El cronograma de implementación de la alternativa de solución, se muestra en el Anexo 16, diagrama de Gantt en Microsoft Project.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES.

Al culminarse el estudio realizado se puede decir que en la Industria Ecuatoriana de Cables S.A. se han detectado situaciones que van desde Problemas de máquinas, paralizaciones, pérdidas de tiempo en montaje y desmontaje de productos en el área de Elaboración de Cables, sin dejar de mencionar el problema que fue objeto de estudio que es la reducción de la Producción por causas de materiales defectuosos (conductores de cobre).

Al implementarse el uso de nuevo herramental de trabajo en las áreas de Trefilación y encordonado, lo que se está haciendo es dar un paso más en el adelanto de la tecnología herramental, así como ahora la mejor opción es el uso de las hileras de diamante con el pasar de los años habrán nuevas aleaciones de materiales los cuales siguiendo el avance tecnológico ofrecerán mayores beneficios que los materiales actuales, esto nos hará involucrar con la mejora continua que es un requerimiento importante para la subsistencia de una empresa que poco a poco se tendrá que defender contra las grandes compañías que desearán acaparar el mercado globalizado al cual están todos destinados.

7.2. RECOMENDACIONES.

Se debe considerar que la implementación de la alternativa de solución requiere de un constante monitoreo por parte de los funcionarios de la empresa ya que al no ser un método de solución sino una sustitución de herramientas de trabajo éstas cumplirán su vida útil y requerirán de un mantenimiento correctivo para poder alargar dicha vida útil, para esto se requiere de un correcto uso de las mismas y se deberán de establecer procedimientos de uso de las herramientas para evitar que se deterioren por negligencia de los operadores en el desarrollo de la

actividades de la empresa.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ Administración de la producción y operaciones-manufactura y servicios, octava edición por Aquilano Jacobs.

- ❖ Matemáticas financieras editora Mc Graw Hill por Armando Mora Zambrano.

- ❖ Catalogo de hileras de la empresa QTM (propiedad de INCABLE S.A.)

GLOSARIO DE TERMINOS

HILERA.- herramientas utilizadas para la reducción de diámetros de diferentes tipos de metales (cobre, aluminio).

TREFILACIÓN.- proceso de reducción de diámetros por medio de estiramiento.

TORSIÓN.- proceso por el cual se forman conductores formados por la unión de varios hilos de cobre mediante el entorchamiento de los mismos.

EXTRUSIÓN.- proceso por el cual se recubre el conductor de cobre o aluminio con una capa de aislamiento (P:V:C).