

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**ESTUDIO DE DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA EN EL
PROCESO DE REVESTIDO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS DE
COBRE**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

Irene Katuska Reinoso Velarde

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2003

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente y a todas las personas especiales para mí que me apoyaron en la realización de ésta Tesis. Sin su ayuda no habría podido culminar este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS

MIS PADRES

A MIS HERMANOS

AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Marcos Tapia Q.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan Calvo U.
VOCAL

Ing. Horacio Villacís M.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Irene Katuska Reinoso Velarde

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es el de hacer un estudio de desperdicios de materia prima en el proceso de revestimiento de cables, determinando los problemas más incidentes que generan defectos, y diseñar un sistema de costos de calidad utilizando el método de las secciones, identificando las actividades que generan mayores costos para asegurar la mejora continua del proceso.

Se hace una breve descripción de la empresa, se detalla el proceso de revestimiento de cables, se determinan los problemas y sus posibles causas, analizando datos de producción de los años 1997 al 2001.

Luego se realiza un análisis de los productos que se procesan en la sección de revestimiento de cables, se utilizó datos de producción del primer semestre del año 2002 por considerar que en este período se proporcionó información con mayor detalle, que permitirá hacer una elección más segura del producto. La selección del producto se la realizó a base de comparar costos por rechazos y exceso de materia prima utilizada que se produjeron en la producción.

Determinado el producto que se le aplicará el análisis de costos se procede a obtener el costo del proceso así como los costos de calidad y mala calidad, el método que se utilizó es el de secciones o Full Costing, se utilizó datos obtenidos de los registros de producción del período de julio a diciembre del 2002. La determinación del costo del proceso se obtuvo mediante la asignación de costos a las actividades que se realizan en cada sección que participa del proceso de revestimiento, luego se obtuvieron los costos unitarios para cada sección. Los costos de calidad y mala calidad se obtuvieron asignando costos a cada actividad que se realizó en el período definido. Se hizo un análisis de los costos promedios mensuales de calidad (prevención y evaluación) y de mala calidad (fallas internas) con el fin de identificar que actividad está generando mayores costos y luego se identificó las posibles causas que los ocasionan utilizando el método de espina de pescado para hacer este análisis, y poder luego determinar las posibles mejoras.

Después de realizado el análisis de costos se propone el rediseño del procedimiento para el proceso de revestimiento de cables, se determinó las herramientas estadísticas que se utilizarán para controlar el proceso y medir los resultados de las mejoras implantadas. Se establecieron metas para la reducción de los costos excesivos y se determinaron los procedimientos para realizar el control del proceso, se hizo además un análisis de la rentabilidad de la implantación del sistema de costos de calidad basándonos en valores estimados

porque no se realizó una prueba piloto para verificar que las mejoras propuestas den los resultados esperados.

Al final de este estudio se exponen las conclusiones sobre el estudio realizado y las recomendaciones.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN .....	.....II
INDICE GENERAL .....	.....III
ABREVIATURAS .....	.....IV
INDICE DE FIGURAS .....	.....V
INDICE DE TABLAS .....	.....VI
INTRODUCCIÓN .....	.....1
MARCO TEÓRICO .....	.....6
CAPITULO 1	
1. DIAGNÓSTICO .....	.....25
1.1 Antecedentes .....	.....25
1.2 Objetivo .....	.....33
1.3 Descripción de Cables y Alambres .....	.....33
1.4 Proceso de Revestimiento de PVC .....	.....35
1.4.1 Detalle de Proceso de Revestido de PVC .....	.....36
1.4.2 Materias Primas .....	.....38
1.4.3 Equipos y Personal .....	.....40

1.4.4 Documentación utilizada	45
1.5 Análisis de Datos	46
1.6 Determinación y Clasificación de problemas en el Proceso de Revestimiento	56
1.6.1 Problemas Esporádicos	57
1.6.2 Problemas Crónicos	58

CAPITULO 2

2. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

OBJETO DE ESTUDIO	60
2.1 Producción	61
2.2 Desperdicio y Exceso de materia prima	63
Estimación de los Costos de Rechazos y Exceso de Materia Prima	66
2.4 Elección de Producto	69
2.4.1 Método de Selección	69
2.4.2 Determinación del Producto Objeto de Estudio	70

CAPITULO 3

2. DETERMINACIÓN DEL COSTO TOTAL DEL PROCESO Y DE LA

CALIDAD	75
3.1 Costeo del Proceso	76

3.1.1 Método de las Secciones	77
3.1.1.1 División por secciones para Evaluación de Costos	77
3.1.1.2 Asignación de Costos por Sección	78
3.1.1.3 Obtención de Costos por Unidad de obra	85
3.2 Determinación del Costo de la Calidad y Mala Calidad	88
3.2.1 Costos de Calidad	88
3.2.1.1 Costos de Prevención	88
3.2.1.2 Costos de Evaluación	92
3.2.2 Costos de Mala Calidad	110
3.2.2.1 Costos de Fallas Internas	111
3.2.2.2 Costos de Fallas externas	124
3.3 Obtención del Costo Total de la Calidad	124
3.4 Obtención del Costo Total del Producto	127
3.5 Análisis de Actividades de Costos de Calidad y Mala Calidad	129
3.5.1 Método para la determinación	130
3.5.2 Análisis y determinación	130

CAPITULO 4

4. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA BASADA EN SISTEMA

DE COSTOS DE CALIDAD	136
4.1 Rediseño de Procedimientos de Trabajo	137

4.2 Determinación de Herramientas de Control	138
4.2.1 Determinación del Objeto de Control	143
4.2.2 Establecimiento de Metas de Control	143
4.2.3 Determinación de Procedimientos para Control	148
4.2.4 Implantación del Sistema de Costo Total de Calidad	154
4.2.4.1 Análisis de la Rentabilidad del Costo de Calidad ...	154
4.2.4.2 Determinación de Responsabilidades	160
4.2.4.3 Determinación de Documentación Requerida	160
4.2.4.4 Detalle de Procedimientos del Sistema de Calidad.	168
4.2.5 Establecimiento de Períodos de revisión de Costos	169

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	171
---	-----

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Organigrama de la Empresa .....	....27
Figura 1.2 Diagrama de Flujo de Proceso para Revestimiento de Cables .....	....38
Figura 1.3 Máquina extrusora .....	....43
Figura 1.4 Índice(Porcentaje) de Rechazo Anual de PVC .....	....48
Figura 1.5 Índice(Porcentaje) de Rechazo Anual de Cobre .....	....49
Figura 1.6 Índice(Porcentaje) de Rechazo Mensual de PVC – Año 2001 .....	....51
Figura 1.7 Índice(Porcentaje) de Rechazo Mensual de Cobre – Año 2001 .....	....53
Figura 1.8 Índice(Porcentaje) de Cantidad de Rechazos por Tipo de Defecto .....	....55
Figura 2.1 Gráfico de Pareto – Elección de Producto para aplicar Análisis de Costos .....	....71
Figura 2.2 Cable SRDT .....	....74
Figura 3.1 Diagrama de Pareto de Actividades Realizadas para la	

	Calidad .....	..132
Figura 3.2	Diagrama de Ishikawa para Análisis de Desperdicios .....	..133
Figura 4.1	Gráfico de la Tendencia de Exceso de PVC por mes – Real y Proyectado .....	..145
Figura 4.2	Gráfico de la Tendencia de Rechazo de Cables por mes – Real y Proyectado .....	..147

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Departamentos correspondientes a Areas Administrativa- Financiera y Producción	28
Tabla 2	Cantidad de PVC utilizado en el Revestimiento de Cable y Rechazado – Año 1997-2001	47
Tabla 3	Cantidad de Cobre Procesado y Rechazado – Año 1997- 2001	48
Tabla 4	Cantidad de PVC Rechazado – Año 2001	50
Tabla 5	Cantidad de Cobre Rechazado – Año 2001	52
Tabla 6	Defecto y Cantidades de Rechazo de Cables	54
Tabla 7	Cantidad de Cable Fabricada y Cantidad de Materia Prima Real y Teórica Utilizada	56
Tabla 8	Producción de Cables – Primer Semestre Año 2002	62
Tabla 9	Cantidades en Exceso de Materia Prima – Primer Semestre	

	Año 2002	64
Tabla 10	Rechazos Generados – Primer Semestre Año 2002	65
	
Tabla 11	Costo de Materia Prima	66
Tabla 12	Costo del exceso de Materia Prima – Primer Semestre Año 2002	67
	
Tabla 13	Costo de Desperdicio de Materia Prima – Primer Semestre Año 2002	68
Tabla 14	Tabla de Datos para Análisis de Pareto	72
Tabla 15	Costo de Sección de Revestimiento de Cables del Periodo Seleccionado	80
Tabla 16	Costo de Sección Herramental del Periodo Seleccionado	81
Tabla 17	Costos Promedios de Secciones Principales – Periodo Seleccionado	82
Tabla 18	Costo de Sección Mantenimiento del Periodo Seleccionado	83
Tabla 19	Costo de Sección Programación del Periodo Seleccionado	84
Tabla 20	Costos Promedio de Secciones Auxiliares – Periodo Seleccionado	85
Tabla 21	Costo por Unidad de Obra Mensual para las Secciones Principales	87
Tabla 22	Costo por Unidad de Obra Mensual para las Secciones	

	Auxiliares	87
Tabla 23	Actividades de Planeación de Calidad	90
Tabla 24	Actividades de Control de Procesos	90
	
Tabla 25	Número de Veces que se Realizó Ensayos para Control de Procesos	91
Tabla 26	Costo de Prevención del Periodo Seleccionado	93
Tabla 27	Actividades desarrolladas para Inspección y Pruebas	95
Tabla 28	Costo de Inspección y Pruebas del Periodo Seleccionado ...	97
Tabla 29	Cantidad de Lotes de PVC fabricado y Número de Bobinas listas para Revestir por cada mes	96
Tabla 30	Actividades desarrolladas para Mediciones en Laboratorio ..	98
Tabla 31	Costo de Mediciones en Laboratorio del Periodo Seleccionado	99
Tabla 32	Costo de Inspección Final del periodo Seleccionado	101
Tabla 33	Actividades desarrolladas para Pruebas	102
Tabla 34	Costo de Pruebas del Periodo Seleccionado	104
Tabla 35	Costo de Preparación para Pruebas del Periodo Seleccionado	105
Tabla 36	Actividades desarrolladas para Preparación para pruebas ...	103
Tabla 37	Costo de Material y Equipo para Pruebas e Inspección del Periodo Seleccionado	108

Tabla 38	Costo de Conservación y Calibración del equipo de Pruebas e Inspección del Periodo Seleccionado .....	....109
Tabla 39	Costos Promedios Mensuales de Costo de Evaluación – Periodo Seleccionado .....	....110
Tabla 40	Número de Bobinas devueltas y Cantidad de Metros de Cable .....	....112
Tabla 41	Detalle de Número de Piezas Cortadas previo a Devolución .....	....113
Tabla 42	Costo de Desperdicio de Material del Periodo Seleccionado .....	....115
Tabla 43	Costo de Desperdicio de Tiempo del periodo Seleccionado .....	....116
Tabla 44	Costo de Retrabajo del Periodo Seleccionado .....	....119
Tabla 45	Cantidad de Bobinas y Lotes de PVC Inspeccionados por mes .....	....120
Tabla 46	Costo por Suministro de Materiales del Periodo Seleccionado .....	....121
Tabla 47	Costo de Consulta entre los Ingenieros de Fábrica del Periodo Seleccionado .....	....123
Tabla 48	Costos Promedio Mensual de Fallas Internas .....	....124
Tabla 49	Costo Promedio Total Mensual de la Calidad – periodo Seleccionado .....	....125
Tabla 50	Costo Total por Unidad de Obra Mensual de la Calidad .....	....126
Tabla 51	Costo de la Materia Prima Necesaria para Producir(Revestir) una Unidad de Producto .....	....126

Tabla 52	Costo de Producir(Revestir) una Unidad de Producto .....	....128
Tabla 53	Tabla de Datos en Costos y Porcentajes .....	....131
Tabla 54	Mejoras en el Proceso de Revestimiento de Cables .....	....139
Tabla 55	Cantidad de PVC en Exceso por Mes .....	....144
Tabla 56	Cantidad de Rechazo Mensual .....	....146

INTRODUCCION

Desde que las fabricas existen en nuestro país, hasta hace algunos años atrás, no le prestaban atención particular a la calidad del producto, lo que buscaban era producir y vender y asegurar la obtención de ganancias. A medida que fueron pasando los años, comenzaron a poner atención al control de los gastos que demandaba el funcionamiento de la empresa; pero la manera de hacerlo era reduciendo personal, o tomando decisiones simples como la de reducir el presupuesto de las áreas que se consideraban poco importantes.

Hoy los empresarios han observado que los procedimientos descritos no resultan de beneficio para la empresa y sus esfuerzos ahora se han concentrando en la reducción de costos de las operaciones basados en el mejoramiento de los procesos.

Con los sistemas de calidad aplicados primero por las empresas Japonesas y posteriormente por otras empresas en el mundo, ha evidenciado que se pueden obtener productos de excelente calidad, clientes satisfechos y ventas en aumento, sin recurrir a los métodos tradicionales de reducción de costos de producción.

Desde antes de los años 90 las empresas transnacionales instaladas en Ecuador comenzaron a implantar estos sistemas de calidad y, posteriormente, algunas empresas nacionales, con excelentes resultados.

En los sistemas de calidad se emplean herramientas para el control de los procesos y una de ellas es la herramienta de costos de calidad, que son los costos en que incurre una empresa para asegurar que el servicio o producto final que proporciona a los clientes se ajusta a las especificaciones que estos requieren. Es una herramienta muy útil porque advierte a la dirección y los empleados de que se están incurriendo en costos excesivos causados por las fallas que se cometen durante el proceso.

En esta tesis se realiza un estudio para implantar un sistema de mejora continua basado en costos de calidad en el proceso de revestimiento de cable de una empresa fabricante de conductores eléctricos de cobre, desnudos y aislados con PVC.

En el capítulo 1 se hace una breve descripción de la empresa. Posteriormente se expone el objetivo del estudio y se describe el proceso de revestimiento de cables concluyendo con la determinación de los problemas y el posible origen de los mismos, analizando datos históricos de producción suministrados por la

empresa de un período comprendido entre 1997 hasta el 2001. Los problemas identificados se los ha clasificado como esporádicos y crónicos y son: espesor del aislamiento bajo, porosidad, descentramiento, granulaciones, espesor alto, costillado, cables con dos colores y bolas.

En el capítulo 2 se presenta el análisis realizado de los diferentes productos que se procesan en la sección de revestimiento, utilizando la información de producción del primer semestre del año 2002, puesto que a partir de este año la empresa proporcionó los datos con más detalle que, luego de ser revisados, se consideró que permitirán asegurar una selección más segura. Como se puede apreciar, los resultados arrojaron que el tipo de cable SRDT, que es un cable formado por cuatro venas (blanca, negra, verde y roja) y que se utiliza exclusivamente para fabricar extensiones que se exportan a Estados Unidos, fue seleccionado para aplicar el análisis de costos de calidad que se describe en el capítulo 3. La selección del cable SRDT se la realizó a base de comparar los costos que por rechazos y exceso de materia prima utilizada, se produjeron en la producción, el mismo que representó el 32,03% del total de los costos.

En el tercer capítulo se describe el Costo del proceso así como los costos de la Calidad y Mala Calidad, el método que se utilizó es el de Full Costing o Costos por secciones, se presenta en forma detallada los pasos que se siguieron para la

determinación de los costos del proceso basado en los datos del segundo semestre del 2002. Después se calculó los costos de calidad y mala calidad promedio mensuales y el costo por unidad de obra de estos costos. Luego se sumó el costo por unidad de producto del proceso con el de calidad y se obtuvo el costo total por unidad de producto. Se hizo un análisis de los costos promedio mensual generados por cada actividad de prevención, evaluación y fallas internas con el fin de identificar que actividad está generando los mayores costos a la empresa, luego se identificó las posibles causas que están generando estos costos excesivos utilizando el método de espina de pescado o Ishikawa para hacer el análisis, para luego en el capítulo 4 determinar las posibles mejoras que se implementarán para la reducción de los costos excesivos.

En el cuarto capítulo se propone el rediseño del proceso de revestimiento, se determinó las herramientas que se utilizarán para controlar el proceso y medir los resultados de las mejoras implantadas, se establecieron los parámetros que se registrarán, se establecieron también metas de reducción de los costos excesivos, se determinaron los procedimientos para realizar el control del proceso, se hizo un análisis de rentabilidad de la implantación del sistema de calidad basándonos en valores estimados porque no se realizó prueba piloto para verificar que las mejoras propuestas den los resultados esperados. Se muestra los formatos de las hojas de registro que se utilizarán para controlar el proceso y se estableció los períodos de revisión de los costos del proceso y de la calidad

que se realice cada mes para tener un mejor control de los resultados de las mejoras implantadas.

El quinto capítulo consiste en exponer las conclusiones sobre el estudio realizado y las recomendaciones al realizar posteriores estudios relacionados con los otros productos que fabrica la empresa.

MARCO TEORICO

Los sistemas de calidad son un conjunto de medidas de control que se usan para verificar que el producto o servicio final se ajusta a las especificaciones del cliente. Este debe ser capaz de definir el entorno de calidad dentro de una empresa. Es decir, es un sistema controlado y documentado de procedimientos, diseñados para asegurarse de que proporcionan a los clientes productos o servicios que se ajustan a sus necesidades.

Un Sistema de Calidad Total es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la empresa, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las actividades que se desarrollan en la empresa que asegurarán la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad.

El sistema de calidad total provee siempre los canales apropiados para que se establezcan disciplinas de calidad a todas las actividades para que aumente la eficiencia y la competitividad de la empresa. Los requisitos de calidad y los parámetros de la calidad del producto cambian, pero el sistema de calidad permanece fundamentalmente.

Hay cuatro características del sistema de calidad total que son de particular importancia:

- La primera y más importante, es considerar las actividades principales de calidad como procesos continuos de trabajo. Estas actividades comienzan con los requisitos del cliente y terminan con éxito sólo cuando el cliente está satisfecho con la forma en que el producto o servicio de la empresa satisface estos requisitos.
- La segunda característica representa la base para la documentación correcta y detallada, esto es la identificación de las actividades clave y duraderas de las relaciones persona – máquina – información que hacen viable y comunicable una actividad particular en toda la organización.
- La tercera característica es que el sistema de calidad tenga objetivos reales y fáciles de obtener, porque de esta manera permitirá que los empleados de la empresa puedan identificarse claramente con ellos y será más fácil desarrollar las actividades de calidad que se les asignen.
- La cuarta característica de un sistema de calidad total consiste en que es la base para la ingeniería de mejoras en todas las principales actividades de calidad de la compañía. El sistema de calidad total proporciona el marco y disciplina de forma que estos cambios individuales puedan prácticamente tener un proyecto de ingeniería por su grado de mejora de la actividad de calidad total misma.

Para mantener el control de la calidad de los productos o servicios, se hacen uso de herramienta tales como: El análisis funcional, Control Estadístico del Proceso, Benchmarking, Despliegue de Función de Calidad, Tiempos y Movimiento, Costes de Calidad.

El análisis funcional es una herramienta que determina la finalidad de la empresa en conjunto, en cuanto a satisfacción los clientes externos, determinando las áreas donde se debe implantar medidas correctivas.

El control estadístico de procesos es un medio por el cual un operario puede determinar si un proceso genera salidas que se ajustan a las especificaciones y si es probable que las siga generando, consigue esto midiendo parámetros clave de una pequeña muestra de las salidas generadas a intervalos, mientras está en marcha el proceso. La información obtenida se puede utilizar como base para realizar ajustes sobre las entradas al proceso o sobre el proceso mismo si es necesario, para evitar que se produzcan salidas que no se ajustan a las especificaciones.

El Benchmarking es un punto o nivel de referencia con el que se compara las salidas que se producen. Esto aporta una visión de lo que es posible, una comprensión de cómo se puede conseguir, y una meta a la que aspirar y que

debe superar. La limitación del Benchmarking es que es una herramienta que se utiliza, por lo general, para ayudar a la empresa a ser competitiva y solo sirve para identificar los niveles de actuación y posiblemente oriente un poco acerca del modo de conseguir las mejoras deseadas.

El Despliegue de Función de Calidad es una herramienta de planificación que se utiliza para ayudar a las empresas a concentrarse en las necesidades de sus clientes al establecer especificaciones de diseño y de fabricación. Pero esta herramienta sirve principalmente para promover el trabajo en equipo y se concentra en el diseño de nuevos productos y servicios de acuerdo a las necesidades del cliente.

Los Costos de Calidad son todos los costes en que incurre una empresa para asegurarse de que el servicio total que proporciona a los clientes se ajusta a las especificaciones que estos requieren. Esta herramienta es muy útil ya que se convierte en el elemento clave para convencer a la dirección y los empleados de que están incurriendo en costos excesivos causados por las fallas que se cometen en el proceso que dan como resultado productos defectuosos o que no satisfarán las necesidades del cliente.

Los Costos de Calidad es la herramienta escogida para controlar que las mejoras que se vayan a realizar en el proceso, porque nos permitirá cuantificar si las mejoras propuestas están dando los resultados esperados, midiendo si estos costos aumentan o incrementan en un tiempo determinado.

La contabilidad analítica o contabilidad de costes es un conjunto de técnicas cuyos objetivos son dar a conocer los costes de los productos o servicios y los costes de los departamentos o de las distintas funciones de una empresa. Por eso permite identificar lo que cuesta un determinado producto o servicio.

La diferencia entre la contabilidad de costes con la contabilidad general es que esta última tiene como principales objetivos la obtención de los estados contables (balance de situación y cuenta de pérdidas y ganancias y memoria), la contabilidad de costes llamada también analítica se centra en el cálculo de los costes. Otra diferencia muy importante es que la contabilidad general es esencialmente externa, ya que contabiliza todas las relaciones de la empresa con el exterior. En cambio la contabilidad analítica es interna, ya que hace cálculos relacionados con los procesos internos de elaboración de los productos y servicios que produce y/o comercializan la empresa.

Estos costes se pueden clasificar de muchas formas en función del tipo de cálculo que se desee hacer, los principales son:

- Fijos, variables, semifijos o semivARIABLES
- Asignables o no asignables
- Históricos o previstos

Los costes variables son los que varían proporcionalmente con los ingresos, por ejemplo el consumo de materias primas. Los costes fijos son los que son independientes del nivel de ingresos o del nivel de actividad, por ejemplo el personal administrativo. A menudo se puede detectar que hay costes que tienen un componente fijo y otro variable como la luz que tiene un mínimo fijo y otra parte variable en función del nivel de actividad, estos son los denominados costes semifijos o semivARIABLES

Los costes asignables se llaman también directos se identifican claramente con un producto o servicio, un cliente o departamento, por ejemplo si calculamos los costes de una comida son costes asignables los consumos de bebidas y alimentos, servilletas, etc. Los costes no asignables también reciben la denominación de costes indirectos si consideramos el mismo caso un coste no asignable sería el sueldo del gerente.

Los costos históricos son los que realmente ha tenido la empresa en el pasado. En cambio los costos previstos o estándar son los que la empresa prevee para el período siguiente.

Un sistema de costes es aquel que se puede utilizar para conocer los costes de los distintos productos que produce la empresa y para determinar el resultado del período. Dependiendo de la diversidad de productos que tenga la empresa se utilizará un sistema de costes determinado. En el caso de empresa que tienen múltiples productos hay dos sistemas de costes más utilizados, estos son: el método de los Costos Directos y el de Costes totales(o Full Costing).

El sistema de costes directos asigna a cada producto los costes asignables o directos, que suelen ser también los costes variables, como materia prima, mano de obra directa, embalaje, etc. El sistema de costes totales es el que imputa a cada producto no solamente los costes directos o asignables sino también los indirectos o no asignables, como coste de la dirección general de la empresa, departamento de personal, por ejemplo. Para efectuar el reparto de estos últimos a cada producto se utilizan criterios que siempre son subjetivos. Los criterios de reparto más habituales de los costes no asignables, que suelen ser costes de estructura o fijos, son los siguientes:

- ⇒ Unidades de producto o servicio vendidas,

- ☐ Unidades monetarias vendidas
- ☐ Costes variables de cada producto,
- ☐ Costes de materias primas de cada producto,
- ☐ Coste de mano de obra directa de cada producto

Los Costos de Calidad se pueden considerar costes variables y asignables que deben ser considerados al momento de calcular el costo real de un producto. Este costo se lo debe considerar un rubro considerable dentro la compañía, desconocido en algunos casos, y además pueden tener un impacto significativo sobre la rentabilidad y sobre la satisfacción del cliente. Una presentación en términos monetarios de las actividades relacionadas con la calidad suele hacer resaltar la importancia de la calidad ante el equipo de dirección, y garantiza que reciban la misma atención que cualquier otra actividad.

De acuerdo con la investigación de un grupo de trabajo de la Oficina para el Desarrollo Económico Nacional (ODEN) que estudió la calidad y las normas publicadas en 1985, alrededor del 10 al 20% de las ventas totales de las empresas está representado por los costos relacionados con la calidad.

Los costos en la calidad generalmente tiene relación con los defectos. Estos gastos le añaden muy poco al valor del producto o servicio. La reducción de los costos de los defectos mediante la eliminación de las causas de la falta de cumplimiento también puede traducirse en una reducción sustancial de estos costos.

Los ahorros en costes de calidad tendrían una repercusión significativa y positiva sobre la cuenta de resultados. Es evidente que los gastos en actividades relacionadas con la calidad, incluidas inversiones en la prevención y actividades de evaluación, les son desconocidos a las compañías, no obstante que tales costos son considerables y que una parte sustancial de ellos es evitable.

Los costos de calidad en empresas se contabilizan en forma que incluyan dos componentes principales: los costos de control y los costos por falla en el control. Éstos son los costos funcionales de calidad del productor. Los costos de control se miden en dos segmentos: Costos de prevención y costos de evaluación.

Los costos de prevención, que evitan que ocurran defectos e inconformidades, incluyen los gastos de calidad para evitar que surjan productos insatisfactorios y que estos lleguen al cliente final. Aquí se incluyen tales áreas de costos como calidad en ingeniería y entrenamiento en calidad para los empleados.

Los costos de evaluación incluyen los costos de mantener los grados de calidad de la compañía por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto. Ello incluye áreas de costo como inspección, pruebas, investigaciones externas, auditorías de calidad y gastos similares.

Los costos por falla en el control, que son causados por los materiales y productos que no satisfacen los requisitos de calidad, se miden también en dos segmentos: costos por fallas internas, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía tales como desechos, deterioros de material vuelto a trabajar, y costos por fallas externas, que incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía, como fallas en el desempeño del producto y quejas de los clientes.

A continuación la definición de cada costo que está relacionado con los conceptos anteriores:

Costos de Prevención, entre los costos de prevención tenemos:

a.- Planeación de la Calidad, representa los costos relacionados con el tiempo que todo el personal — ya sea en la función de la calidad o en otras funciones — invierte en planear los detalles corrientes del sistema de calidad y en traducir los

requisitos del diseño del producto y de calidad del consumidor en controles específicos de manufactura, en la calidad de los materiales, procesos y productos por medio de métodos, procedimientos e instrucciones formales. También representa los costos relativos al tiempo invertido haciendo otros trabajos de planeación de la calidad tales como estudio de la contabilidad, análisis de la calidad antes de la producción e instrucciones escritas o procedimientos de trabajo para producir.

b.- Control de Procesos, comprende los costos originados por el tiempo que el personal de control de calidad emplea al estudiar y analizar los procesos de fabricación, incluyendo proveedores, con el fin de establecer medios de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes, así como proporcionar ayuda técnica al personal de fabricación en la aplicación efectiva de los planes de la calidad y en la iniciación y desarrollo del control de los procesos operativos de la manufactura.

c.- Diseño y construcción del equipo de información de calidad, son los costos ocasionados por el tiempo empleado en el diseño, en la construcción del equipo de información de la calidad, medidas de seguridad y artificios de control.

d- Entrenamiento para la calidad y desarrollo de la fuerza laboral, representa los costos de entrenamiento para la calidad en todas las operaciones de entrenamiento, además del uso de programas y técnicas para el control de costos de entrenamiento de los operarios.

e.- Verificación del diseño del producto, representa el costo de verificar los aspectos de calidad, confiabilidad y seguridad del diseño.

f.- Desarrollo y administración del sistema, representa el costo de la ingeniería y administración de sistemas de calidad generales y apoyo para el desarrollo de sistemas de calidad.

g.- Otros costos de prevención, representan los costos administrativos que implican los organizacionales de calidad y confiabilidad que no se hayan contabilizado de otra manera, tales como salarios administrativos y de oficinas y gastos de viajes.

Costos de Evaluación, entre estos tenemos:

a- Inspección y pruebas de materiales comprados. Representan costos aplicables al tiempo dedicado a las pruebas y a la inspección para evaluar la calidad de los materiales adquiridos. Incluye también el costo de los viajes de inspectores a las plantas de los proveedores, a fin de evaluar los materiales comprados.

b- Pruebas de aceptación en laboratorio. Estas representan los costos de todas las pruebas efectuadas por un laboratorio o unidad de pruebas para evaluar la calidad de los materiales comprados.

c- Mediciones en laboratorio u otros servicios. Estas representan los costos de un laboratorio de mediciones tales como de calibración y reparación de instrumentos y de comprobación de procesos.

d- Inspección. Representa los costos relativos al tiempo empleado por el personal para evaluar la calidad del producto en los talleres, por supervisores y personal de oficina. No incluye los costos causados por pruebas, equipos de pruebas, instrumentos, herramientas o materiales.

e.- Pruebas. Representan los costos del personal en la evaluación de la desempeño del producto en pruebas técnicas dentro del taller, incluyendo gastos

de personal de supervisión y de oficinas. No incluye el costo de pruebas de material adquirido, equipos de prueba, instrumentos, herramientas o materiales.

f.- Comprobación de uso de mano de obra. Representa los costos debido al tiempo que el operario de taller consume en comprobar su propio trabajo o el plan de proceso para asegurarse de que el producto responde a la calidad pedida en los planes de la producción, así como a la selección en lotes que hayan sido rechazados por no cumplir con los requisitos de calidad exigidos y en otras actividades con referencia a evaluación de la calidad del producto.

g.- Preparación para pruebas e inspección. Representa los costos conexos con el tiempo empleado en la preparación por el personal, relacionado con el equipo de pruebas.

h.- Material y equipo para pruebas e inspección. En este inciso entran los costos de energía para probar aparatos grandes, tales como de vapor, combustibles, también los materiales y suministros utilizados en pruebas destructivas, tales como: pruebas de durabilidad o las inspecciones de ruptura o desgarramiento, pruebas de duración o desarmar para inspección.

i.- Auditoria de la calidad. Representa los costos relativos al tiempo que emplea el personal en hacer auditorias.

j.- Contratos con el exterior. Se refieren a los costos comerciales de laboratorio, inspecciones de compañías de seguros, etc.

k.- Conservación y calibración del equipo de pruebas e inspección de información de la calidad. Son los costos que comprende lo que devenga el personal de mantenimiento, por el tiempo empleado en calibrar y cuidar del equipo de pruebas y de inspección.

l.- Revisión del producto por ingeniería y embarque. Representa los costos aplicables al tiempo que los ingenieros de producción tardan en hacer una revisión de los datos correspondientes a las pruebas y a la inspección del producto, antes de autorizar su entrega para que salga de la fábrica.

Costos por Fallas Internas

a.- Desperdicios. Con el fin de obtener los costos de la calidad en la operación, se tienen que considerar los costos por desperdicios en los que se incurre

mientras se logra alcanzar los valores de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debido a otras causas como la de dejar de usarse por obsolescencia o por modificaciones en el diseño, etc.

b.- Retrabajo. Los trabajos suplementarios representan los pagos adicionales a los operadores mientras se alcanza la calidad requerida. No incluyen pagos que se efectúen por recuperación del producto a cambio del diseño para satisfacer al consumidor. La recuperación o repetición puede ser por fallas en la fabricación propiamente o por fallas debidas al vendedor.

c.- Costos por suministro de materiales. Costos adicionales en que incurre el personal encargado al suministro de materiales al dedicarse al manejo de quejas y rechazo de materiales comprados. En estos casos se procurará que los proveedores se den perfectamente cuenta de los motivos de quejas y de los rechazos.

d.- Consulta entre ingenieros de la fábrica. Estos costos son por el tiempo que los ingenieros de producción emplean en la solución de algunos problemas relacionados con la calidad de los productos, por ejemplo, cuando un producto, un componente o algún material no está de acuerdo con las especificaciones de la calidad, o bien, cuando a algún ingeniero de la producción se le asigna la tarea

de estudiar la factibilidad de un cambio en las especificaciones. No se incluye costo alguno por la ejecución del trabajo en el interior de los talleres.

Costos por Fallas Externas

a.- Quejas dentro de la garantía. Representan todos los costos de quejas específicas en el campo dentro de la garantía por la investigación, reparación o sustitución.

b.- Quejas fuera de la garantía. Representan todos los costos aceptados para el ajuste de quejas específicas en el campo, después del vencimiento de la garantía.

c.- Servicio al producto. Representa todos los costos aceptados por servicio al producto directamente atribuibles a la corrección de imperfecciones o pruebas especiales, o corrección de defectos no como resultado de quejas en el campo

d.- Retiro del producto. Representa los costos relacionados con el retiro de productos o componentes del producto del sitio donde se encuentren para ser llevados nuevamente a la empresa.

e.- Responsabilidad legal del producto. Representa los costos por calidad en los que se incurre como resultado de juicios de demandas legales relacionadas con las fallas en la calidad.

Recopilar datos sobre los costos de la calidad tan solo para ver lo que éstos revelan, tiene muy poco sentido. De modo que la estrategia para calcular los costos de la calidad – y su efecto sobre la medición y recolección de los costos respectivos – es un asunto fundamental.

Muchos de los datos necesarios para proporcionar un informe del costo de la calidad pueden estar disponibles en el sistema existente de contabilidad de la planta y compañía. La información del costo de calidad puede obtenerse de hojas de tiempo, cuentas de gastos, órdenes de compra, informes de recuperación del producto, memorandos de cargo o de abono, y muchas otras fuentes similares. Con frecuencia, los datos obtenidos a partir de estas fuentes pueden juntarse para colocarlos en los segmentos y categorías de la empresa que vayan a ser evaluados.

Cuando no hay datos disponibles para cierto segmento, por ejemplo, el tiempo invertido por los ingenieros de diseño para interpretar los requisitos de calidad,

con frecuencia es posible hacer cálculos exactos para llegar a un valor específico.

El procedimiento de datos por computadora es una herramienta importante para el informe de los costos de calidad en muchas compañías, ya sea con una operación centralizada de computadora o en una base de datos distribuidos.

El costo total de la calidad es una herramienta que nos permite cuantificar que la calidad da beneficios a quienes la ponen en práctica, los costos de calidad involucra la prevención, es decir, prevenir que ocurran fallos; y evaluación que consiste en comprobar el nivel de calidad que está ofreciendo la empresa. Por otro lado están los costes de la no-calidad o mala calidad, que son costes de los fallos, estos generan costes tangibles como pérdida de materiales, por ejemplo, y costes intangibles como los que suponen las quejas de los clientes, la pérdida de imagen, de prestigio, y la pérdida de ventas correspondiente.

CAPITULO 1

1. DIAGNOSTICO

En este capítulo se describe el análisis del proceso de revestimiento de cables haciendo primero una breve descripción de la empresa y los tipos de conductores que se fabrican y luego basado en datos históricos de producción se determinará los problemas más incidentes que generan defectos en el producto, clasificados como problemas esporádicos y crónicos.

1.1 Antecedentes

La empresa inició sus operaciones en el Ecuador en el año de 1983 con la fabricación y venta de conductores eléctricos de cobre, desnudos y revestidos con PVC. Con el tiempo la producción se fue incrementando y con esto las maquinarias también aumentaron

por lo que se hizo necesario más espacio físico. Hoy la compañía posee un terreno de 20.000 m², de los cuales 4.000 m² son ocupados por la planta, donde se encuentra además la Gerencia de Producción y Control de Calidad; y 1.000 m² por oficinas de la Administración y las áreas de apoyo, tales como almacén, comedor y guardianía, etc.

Desde 1991, comenzó con la fabricación de extensiones eléctricas y posteriormente, en el año 1996 la empresa decidió producir el PVC, por cuanto creció la demanda de conductores y extensiones eléctricas y resultó más rentable fabricarlo que comprarlo a los proveedores por el alto costo del PVC.

Los productos que la empresa fabrica se venden tanto en el mercado nacional como internacional: Estados Unidos, principal comprador, Brasil, Perú, Colombia y Chile. Para vender los productos en Estados Unidos se requiere que los productos cumplan con la Norma UL(Underwriters Laboratories), la cual señala las especificaciones y métodos de ensayo en lo concerniente a materiales eléctricos y similares.

El organigrama de la empresa es plano y la administración se encuentra centralizada en el Gerente General, quien toma las decisiones finales en actividades de desarrollo o que necesiten de inversión por parte de la empresa.

Se encuentra dividida en las siguientes áreas: la Gerencia General, Administrativa - Financiera, Producción, Control de Calidad, Mantenimiento, Comercial, Importaciones y Exportaciones (Ver figura 1.1).

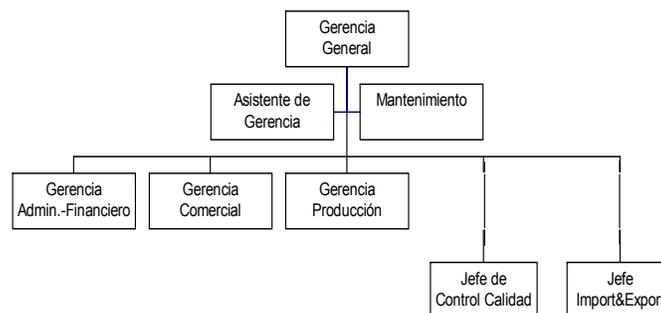


FIGURA 1.1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Las áreas de producción y administrativa se subdividen a su vez en secciones o departamentos, como se muestra en la tabla 1:

TABLA 1
**DEPARTAMENTOS CORRESPONDIENTES A AREAS ADMINISTRATIVA-
 FINANCIERA Y PRODUCCIÓN**

Área Principal	Departamentos
Administrativo -Financiero	Personal, Compras, Crédito y Cobranzas, Contabilidad, Bodega.
Producción	Pelletizado, Enchufes, Trefilación, Encordonado, Extrusión de venas, Cableado, Extrusión de cables, Herramental

En el anexo 1 se muestra la distribución del área de producción, están ubicadas cada una de las secciones en las que se divide el área de producción.

La empresa cuenta en su totalidad, entre personal administrativo y de planta, con 170 empleados estables y de 15 a 20 eventuales que se contratan cuando incrementa la cantidad de pedidos.

Cuando se contrata personal para laborar en planta como operadores o ayudantes no se exige que tenga conocimiento sobre la actividad que va a realizar, pero para el área de mantenimiento se requiere que la

persona tenga los conocimientos técnicos necesarios, como mecánica o electricidad y tener por lo menos el título de bachiller técnico.

Si requiere personal para niveles de secretarias y asistentes el requisito mínimo es ser bachiller. Para los cargos de supervisores, inspectores y jefe departamentales, el aspirante debe ser como mínimo egresado universitario. Para los cargos gerenciales se requiere que tengan como mínimo título universitario.

El personal que labora en la empresa solo recibe la capacitación relacionada con la función que se le ha asignado. Cuando se trata de nivel de jefatura la capacitación depende si el plan de estudios que se presente ayuda a mejorar el proceso de fabricación. En planta los operadores rotan en los puestos, un mes están manejando la máquina que les fue asignada cuando se los contrató y al siguiente mes se encuentran operando otra máquina en una sección diferente sin recibir ninguna preparación adicional.

No hay planes de motivación para el empleado, cada jefe de área puede, particularmente, incentivar a sus subordinados según su propio criterio. Los asensos se dan, por lo general, cuando se produce una

vacante y de cumplir con los requerimientos del puesto pasa a ocuparlo, también el ascenso puede ocurrir cuando se crea un nuevo puesto de trabajo.

La tecnología que se utiliza en la empresa va desde actividades que se realizan manualmente como embalaje de producto terminado, despunte de conductores; hasta aquellas en las que se usan equipos sofisticados como en la inyección de plugs en las extensiones.

La materia prima que se utiliza en la elaboración de los productos en su mayoría es importada y el restante se lo compra localmente. Esto se debe a que en el país no se cuenta con suficientes proveedores.

Entre estas materias primas está el cobre que es revestido de un material aislante que suele ser plástico ya que tiene excelentes características de aislamiento. El PVC(Policloruro de Vinilo) es el material plástico que se utiliza debido a su facilidad para adaptarse a las necesidades específicas de cada producto, el PVC es el más versátil de los termoplásticos.

Lo que se conoce comúnmente como PVC en forma de artículos terminados no es el polímero puro. Las resinas de PVC siempre se mezclan con otros materiales, para producir lo que se conoce como un compuesto de PVC, el cual tiene las características de acuerdo a cada aplicación. El PVC para comercializarlo se lo reduce en forma de huevos pequeños llamados pellets, de esta forma es colocado en sacos y llevado a su destino.

Cada producto tiene una especificación referente a la cantidad de cada materia prima que debe contener para su elaboración, la norma varía dependiendo del país al cual se vaya a exportar, pero la Norma más exigente es la UL de Estados Unidos, la cual envía cada cierto período de tiempo un inspector para verificar la calidad de las materias primas que se está utilizando, especialmente la calidad del PVC.

Los productos luego que son fabricados se los somete a pruebas de calidad y de conducción eléctrica, ya que son productos que deben estar en perfectas condiciones al momento de ser utilizados, para que no provoquen accidentes como cortocircuitos o fallas eléctricas que perjudiquen a la comunidad.

Los rechazos se producen cuando el producto terminado no pasa las pruebas e inspecciones y se incurre en desperdicios tanto de tiempo como de material; también cuando ocurren fallas durante el proceso. Hay desperdicio de material principalmente de PVC, puesto que el conductor puede volver a ser revestido mientras que el PVC es desechado debido a que pierde sus condiciones originales, ocasionando grandes pérdidas económicas.

Se intentó obtener la certificación ISO 9000, se trabajó en este proyecto de un año, de 1996 a 1997, pero quedó truncado por considerarlo innecesario. Se desarrollaron manuales de los departamentos pero solamente se llegó a la primera revisión por parte del INEN.

Los manuales con que cuenta la empresa no están actualizados ni son conocidos por los empleados, cuando la persona comienza a trabajar se le da una breve inducción específica de la función que va a desempeñar pero no se le explica adecuadamente detalles de operación, problemas que podría presentar la máquina, etc.

1.2 Objetivo

El objetivo de la presente tesis es realizar un estudio de desperdicios en el proceso de revestimiento de cables para determinar los problemas más incidentes que generan defectos, y diseñar un sistema de costos de calidad utilizando el método de costos por secciones, identificando las operaciones que generan mayores costos para asegurar la mejora continua del proceso.

1.3 Descripción de Cables y Alambres

Hay varios tipos de conductores eléctricos, los que se usan para las instalaciones eléctricas en las casas, en acometidas, en redes telefónicas, en aparatos electrodomésticos y equipos industriales, etc.; dependiendo de la utilización, los conductores se fabrican concéntricos o planos.

Cada país tiene una norma específica que rige el uso y las condiciones de fabricación de los conductores. Estas especificaciones son de acuerdo al uso que se le vaya a dar, esto determina el número de conductores, las dimensiones de la sección transversal del cable y el

espesor del aislamiento en caso de que sea revestido el cable. En los anexos 2 y 3 se muestran tablas que presentan la descripción de cómo está formado el cable y alambre, las normas que contienen las especificaciones de fabricación de cada tipo de cable/alambre y el uso para determinado tipo de conductor.

Las normas que proporcionan las especificaciones también mencionan el tipo de ensayos que se debe hacer para comprobar la calidad y el buen estado del conductor, ya que se trata de materiales eléctricos que deben presentar las mejores condiciones al momento de ser utilizados. Así, los productos terminados son sometidos a las siguientes pruebas:

- ❑ Resistencia eléctrica de corriente continua
- ❑ Diámetro y espesor
- ❑ Ruptura y alargamiento
- ❑ Tensión
- ❑ Resistencia del aislamiento
- ❑ Resistencia del aislamiento sometido a envejecimiento

Algunos de estos cables también se los utiliza en la fabricación de extensiones eléctricas, las cuales se venden en el mercado local e

internacional, entre los cuales se encuentran los paralelos chatos y los concéntricos.

1.4 Proceso de Revestimiento de PVC

Como el objetivo de esta tesis es analizar los problemas que hay en el proceso de revestimiento de cables es necesario describirlo, esto servirá para realizar el costeo de esta actividad.

Cabe aclarar que previo al proceso de revestimiento se realizan otros procesos como son: trefilación, recocido, encordonado, aislar venas y cableado(en caso de ser un conductor con más de dos venas) luego las bobinas que contienen el conductor listo para ser revestido pasan al área de preparación que es el lugar donde después será recogida por el ayudante para llevarla a la sección de extrusoras, paralelamente se elabora el pellet de PVC y después se mezcla con el master en caso de que el color del conductor sea diferente del blanco.

1.4.1 Detalle de Proceso de Revestido de PVC

Primero se detallará el Proceso de Revestimiento de cables y luego se mostrará en la figura 1.2 el diagrama del proceso, donde constan las actividades que se realizan en el proceso de Revestimiento de Cables.

El ayudante retira la bobina a ser revestida de acuerdo a la orden de producción entregada por el programador y la pone en el porta bobina de alimentación y acomoda el conductor en la guía, luego el operador calibra la temperatura a la que se va a fundir el PVC, coloca la carga de PVC en la tolva, prende la máquina para hacer girar el molino de la tolva, y calentarlo para que el PVC empiece a fundirse y al volverse pastoso pueda salir por la boquilla de la tolva, al mismo tiempo el conductor desnudo se lo pone a rodar por el canal y pasa por debajo de la tolva para ser revestido por el PVC que está cayendo. Luego el cable que esta siendo revestido pasa por la guía, que ya definimos anteriormente, y toma la forma del cable que se desea fabricar.

Cuando el conductor pasa por la guía el operador corta un pedazo de conductor de 10 cm de largo y se para la máquina, lleva esta muestra al laboratorio de control de calidad para que el inspector mida las dimensiones, tanto internas como externas, y el espesor. Dependiendo del resultado, el operador ajusta o afloja la guía, disminuye o aumenta la velocidad para que las dimensiones del conductor coincidan con las de las especificaciones. Esta prueba se repite hasta que las dimensiones sean aprobadas por el inspector.

Luego de que se aprueba las dimensiones se continua con el proceso normalmente. El conductor luego de pasar por el cabezal, sigue su recorrido por un canal de tres metros de largo, el cual tiene unas duchas que emanan agua, esto sirve para enfriar el conductor que viene con alta temperatura, llega a una bobina receptora en la cual se enrolla el conductor ya revestido.

En el anexo 4 se muestra el flujograma del proceso que muestra detalladamente las actividades que se desarrollan durante el proceso y su respectiva secuencia.

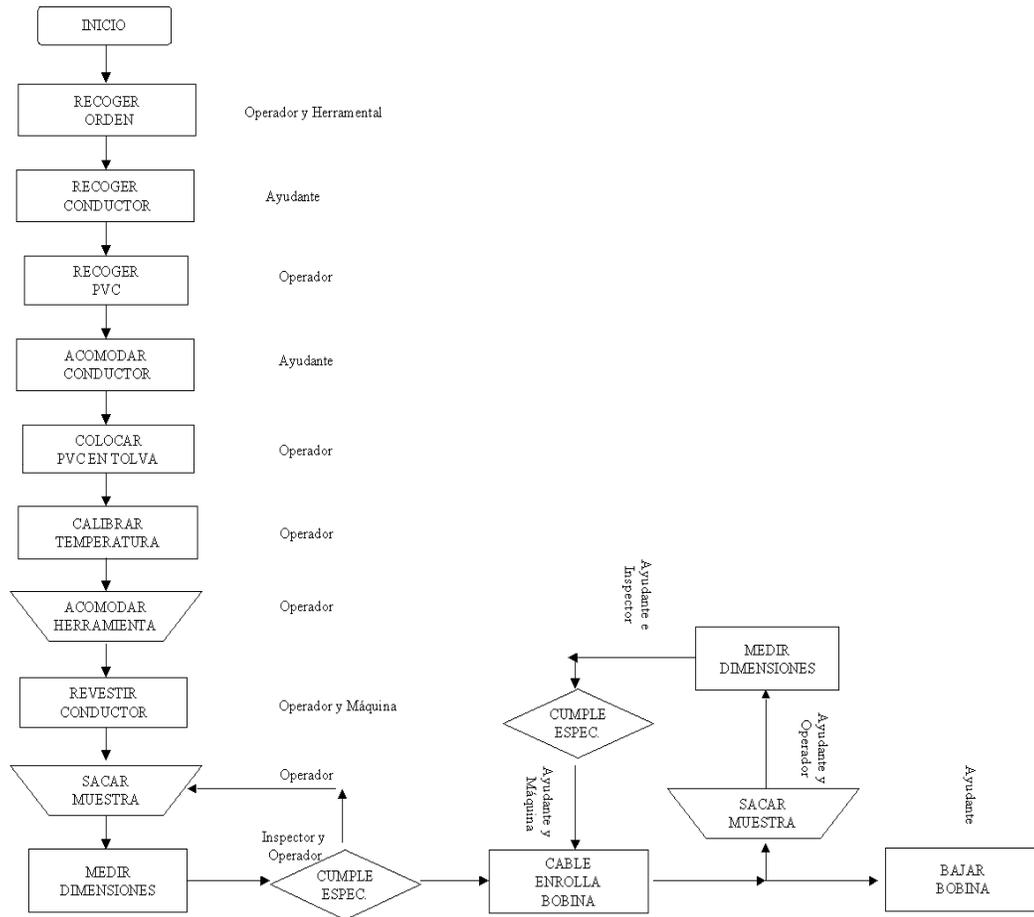


FIGURA 1.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA REVESTIMIENTO DE CABLES

1.4.2 Materias Primas

Las materias primas que se utilizan en el proceso de revestimiento de conductores eléctricos son las siguientes:

PVC(policloruro de vinilo), utilizado para revestir el cable; se utilizan diferentes tipos, cada uno corresponde a un uso específico del cable o alambre y tiene un código que lo identifica. El PVC se mezcla con otros componentes químicos, los cuales son importados ya que en la localidad no existen empresas que los fabriquen. Estos compuestos debe tener determinadas características para que sean compatibles entre si y puedan ser mezclados adecuadamente y al utilizarlos en el proceso de revestimiento no presente problemas al fundirse.

Cuando llegan a la sección de revestimiento los lotes de PVC se saca una muestra de ½ kilo para hacer probetas, a las cuales se le realizarán los ensayos de elongación para verificar que está cumpliendo con los parámetro establecidos por la norma.

Cable y/o Alambre, el cable es el conjunto de venas que se han sometido a un proceso de cableado, que consiste en entorchar por medio de torsión dichas venas. El alambre es el hilo de cobre que pasa directamente del proceso de trefilación al revestimiento. Estos cables y/o alambres se los inspecciona de

acuerdo a los parámetros de la norma que son: paso de cableado, área de venas, espesor y dimensión de venas.

1.4.3 Equipos y Personal

La empresa cuenta con cuatro extrusoras, las cuales se diferencian por la capacidad del canal y del ancho de la porta guía, es decir, hay extrusoras que pueden revestir conductores de dimensiones hasta 50 mm de diámetro y otras que revisten conductores con dimensiones menores de hasta 5 mm.

En la figura 1.3 se muestra una máquina extrusora, y en el anexo No.1 se presenta un diagrama que señala la ubicación de la sección de revestimiento en la planta.

Las partes principales que componen la extrusora son:

1. Tolva de metal, esta a su vez contiene:
 - Un molino
2. Un Tubo de metal, que contiene:
 - Resistencias eléctricas.

- Tornillo
 - Panel con controlador de temperaturas
3. Un cabezal, que contiene:
 - Guía de acero, que sirve para dar la forma y dimensiones del cable que se va a fabricar.
 - Boquilla, por la que sale el PVC fundido
 4. Un canal de metal, de aproximadamente tres metros de largo por el cual circula el conductor una vez que ha sido revestido, en este canal hay unas duchas de agua fría que sirven para bajar la temperatura del conductor, ya que el PVC que lo ha recubierto baja caliente de la tolva.
 5. Dos poleas grandes, por donde pasa el conductor.
 6. Dos porta guías para bobinas, consiste en un implemento en el cual se colocan las bobinas, la que contiene el conductor que se va revestir y la que contiene el conductor ya revestido.
 7. Panel de control, donde se regula la velocidad a la que circulara el conductor para ser revestido.
 8. Equipo de tracción, hay de volantes y de orugas.

Para las actividades de control del producto se cuenta con equipos de medición tales como:

- Calibradores tipo vernier, los cuales son usados tanto por los operadores como por el inspector para medir las dimensiones de la sección transversal
- Especímetro, con el cual se mide el espesor del revestimiento, se encuentra en el laboratorio de Control de Calidad.

El personal que participa del proceso de revestimiento según el diagrama de flujo del proceso, ver figura No. 2, se describirá a continuación:

- Un operador, que se encarga de recibir la orden de producción, de colocar el PVC en la tolva de la extrusora, de calibrar las temperaturas para fundir el PVC, de calibrar la velocidad y de controlar el cable cuando pasa por la línea de tren. Trabaja un operador por cada máquina extrusora y por turno es decir son 8 operadores.

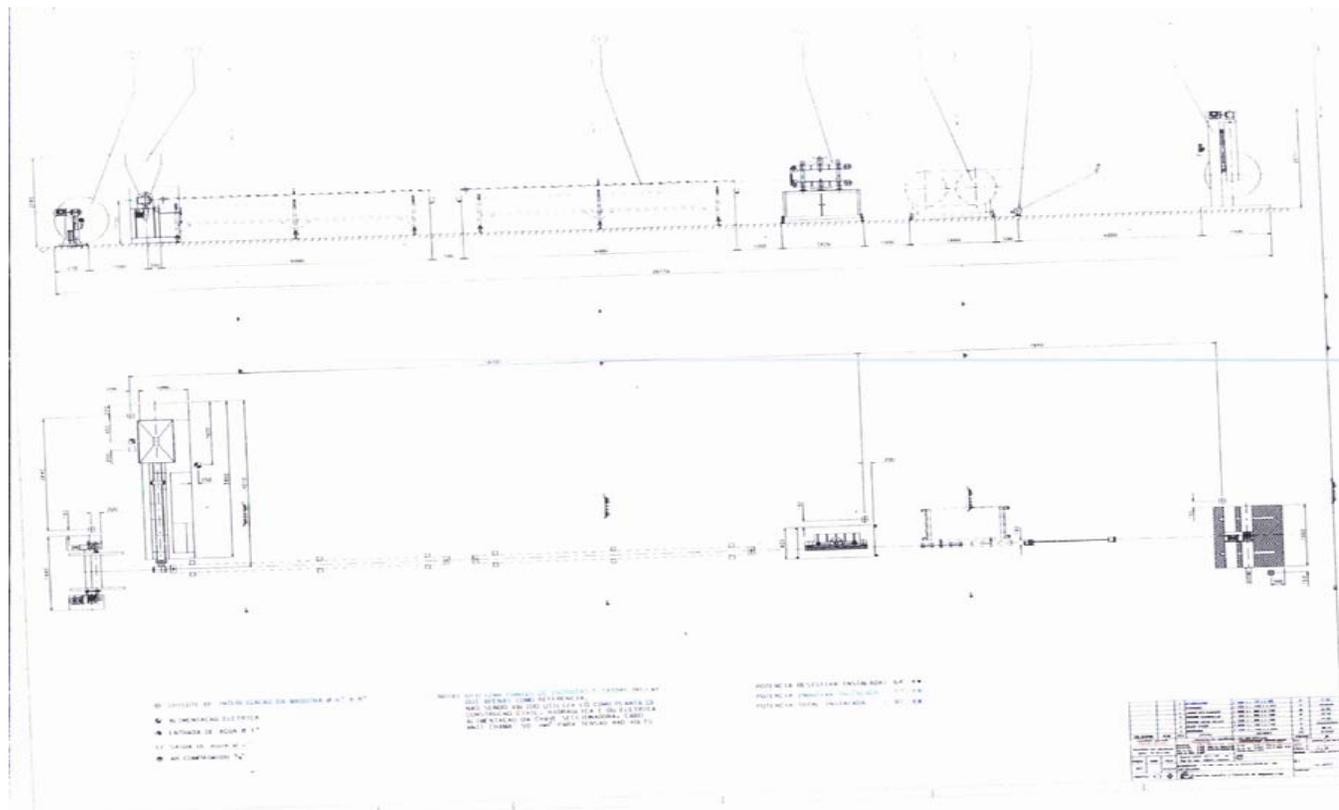


FIGURA 1.3. MÁQUINA EXTRUSORA

- Un ayudante, que se encarga de traer la bobina con el cable que debe ser revestido, colocarlo en la bobina alimentadora y de controlar la bobina receptora. Trabaja un ayudante por cada máquina extrusora y por turno, es decir ocho ayudantes.
- Un operador de la sección herramental, que se encarga de buscar la guía y la boquilla que se van a utilizar al revestir el cable y llevarla al operador para que la coloque.
- Un programador, que se encarga de realizar la programación de la cantidad de cable que deben revestir en las extrusoras la cantidad de material que se va a requerir y entregar al operador la orden de producción y las hojas de registro que deben llenar.
- Un inspector, que se encarga de revisar las muestras de cable que lleva el operador y el ayudante, midiendo las dimensiones y comunicando al operador o ayudante si no está cumpliendo con las especificaciones. Trabaja un inspector por cada turno es decir dos inspectores participan en el proceso.
- Supervisor de Cables, que se encarga de verificar que el operador tenga todo el material necesario para revestir el cable. Se trabaja turnos rotativos de doce horas al día. El personal que trabaja en las extrusoras tiene formación secundaria a excepción de un operador que tiene formación superior y otro operador que solo estudio la primaria.

1.4.4 Documentación Utilizada

Durante el proceso de revestimiento se utilizan formularios que deben ser llenados tanto por el programador, operador e inspector de calidad, ya que esta información sirve para luego poder contabilizar cuanto se ha producido en el mes, la cantidad de materia prima utilizada, las dimensiones del conductor, etc.

A continuación describiremos el tipo de documentación utilizada, para esto separaremos en dos grupos, información de producción e información de control de calidad:

Producción

- ✓ Hoja de Registro de Producción
- ✓ Hoja de Programación o de Carga de máquina
- ✓ Tarjeta de control de ingreso de cables a la sección de enchufes.

Control de calidad

- ✓ Reporte de Dimensión de Cables
- ✓ Reporte de Ensayos Físicos del PVC

✓ Informe de No conformidad

En los anexos del 5 al 10 se muestra los modelos de las hojas de registro que se llenan durante este proceso.

1.5 Análisis de Datos

Anualmente se fabrica una cantidad promedio de 36 a 40 millones de metros de conductores de los tipos que mencionamos en la descripción de conductores, la mayor cantidad de conductores que se fabrican son alambres aislados 34.5%, le siguen los cables telefónicos 14.7%, los paralelos 11.5%, los cables SRDT 9.8% y SJTW 5.4% que se usan para la fabricación de extensiones, luego están los cables TW con 2.5%.

A continuación se presenta un análisis histórico de los datos obtenidos en el proceso de revestimiento para determinar su comportamiento en relación a la cantidad de desperdicios y la causa de los mismos.

Para hacer el análisis del proceso y determinar los problemas existentes se tomó datos históricos de producción desde 1997 al 2001, tanto de rechazos de PVC como de cobre, ver tabla 2.

TABLA 2
CANTIDAD DE PVC UTILIZADO EN EL REVESTIMIENTO DE CABLE Y
RECHAZADO – AÑO 1997-2001

AÑO	PVC UTILIZADO EN FABRICACIÓN DE CABLE(Kg)	PVC RECHAZADO (Kg)	%
1997	735.239	20.482,2	2,79
1998	566.948	36.516,0	6,44
1999	907.463	63.863,0	7,04
2000	1'116.821	52.926,0	4,74
2001	1'084.161	36.391,0	3,36

Se puede apreciar que las cantidades de PVC rechazadas que se presentan en los cuadros representan porcentajes considerables ya que comparado con el índice de rechazo de la competencia(1.5%) esto refleja que hay problemas que están ocasionando estas cantidades de desperdicio. La figura 1.4 contiene el gráfico que permite observar y comparar mejor los datos mostrados.

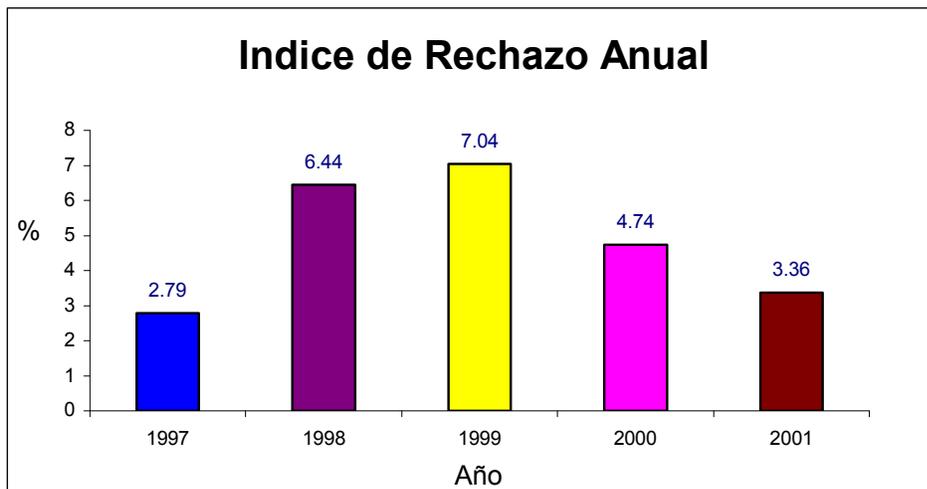


FIGURA 1.4. INDICE(PORCENTAJE) DE RECHAZO ANUAL DE PVC

También es muy importante presentar el desperdicio de cobre que se genera cuando se rechaza un conductor, la tabla 3 muestra las cantidades procesadas y rechazadas de cobre - cantidad transformada de alambón de cobre a cable- desde 1997 hasta 2001:

TABLA 3

CANTIDAD DE COBRE PROCESADO Y RECHAZADO – AÑO 1977-2001

COBRE			
AÑO	PROCESADO (Kg)	RECHAZADO (Kg)	(%)
1997	953.129	36.307	3,81
1998	1'257.219	52.368	4,16
1999	1'662.647	50.508	3,04
2000	1'319.709	49.642	3,76
2001	1'182.754	35.175	2,97

Se puede apreciar que las cantidades de cobre rechazadas que se presentan en los cuadros representan porcentajes altos ya que comparado con el índice de rechazo de la competencia(1%), lo cual refleja que hay problemas que están ocasionando estas cantidades de desperdicio. La figura 1.5 contiene el gráfico que permite observar y comparar los datos mostrados.

La tabla 4 muestra las cantidades rechazadas de PVC por mes del año 2001, de esta manera se puede apreciar que los rechazos de PVC ocurren todos los meses del año y no cada cierto tiempo.

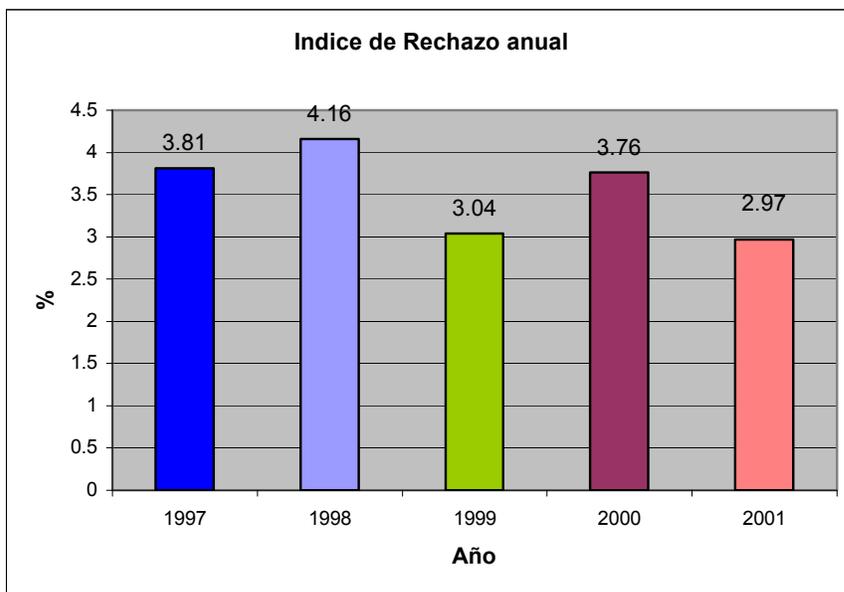


FIGURA 1.5. INDICE(PORCENTAJE) DE RECHAZO ANUAL DE COBRE

La figura 1.6 muestra un gráfico en forma de pastel que muestra la distribución por mes de los rechazos de PVC ocurridos.

Luego se muestra la tabla 5 con las cantidades rechazadas de cobre por mes del año 2001, de esta manera se puede apreciar que los rechazos de cobre ocurren todos los meses del año y no es algo que ocurre esporádicamente.

TABLA 4
CANTIDAD DE PVC RECHAZADO – AÑO 2001

PVC			
Mes	PVC UTILIZADO EN FABRICACIÓN DE CABLES (Kg)	PVC RECHAZADO (Kg)	%
Enero	31505	2059	6.54
Febrero	68719	1157	1.68
Marzo	83459	2476	2.97
Abril	100200	3587	3.58
Mayo	130720	3597	2.75
Junio	52343	1599	3.05
Julio	92650	2955	3.19
Agosto	109465	3284	3
Septiembre	125774	5269	4.19
Octubre	88550	3729	4.21
Noviembre	77891	4089	5.25
Diciembre	122885	2590	2.11

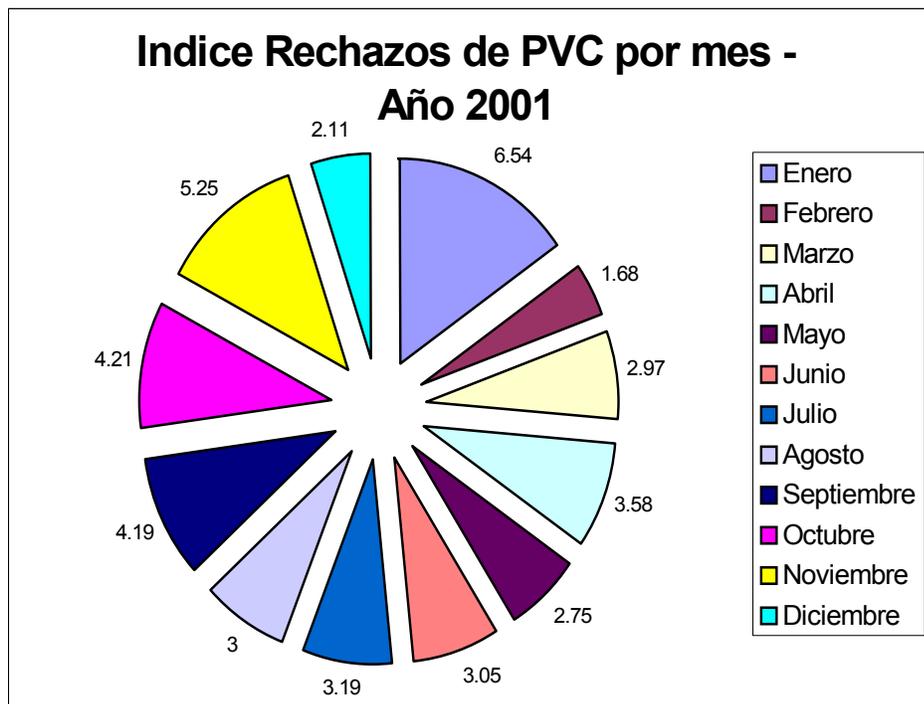


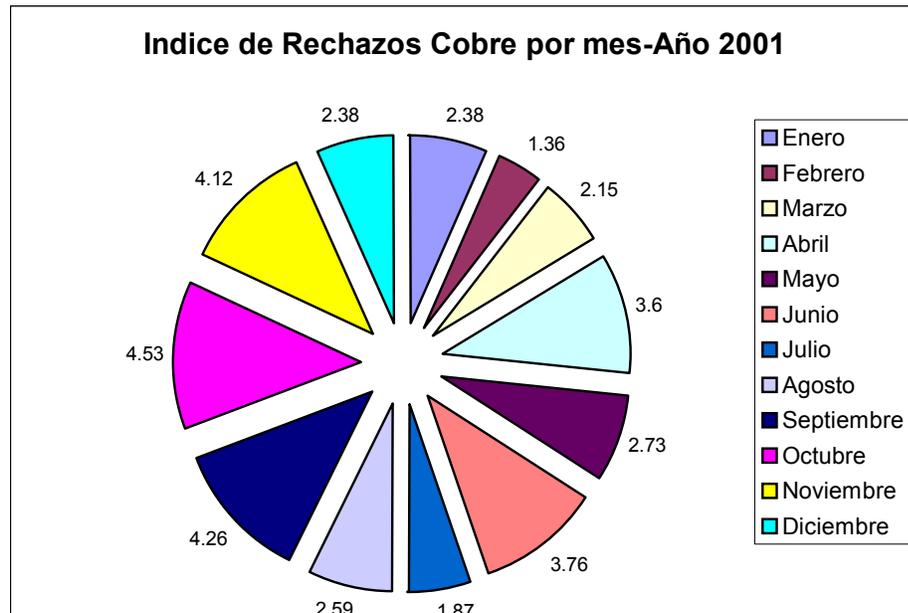
FIGURA 1.6. INDICE(PORCENTAJE) DE RECHAZO MENSUAL DE PVC- AÑO 2001

La figura 1.7 muestra un diagrama de pastel que muestra la distribución por mes de los rechazos de cobre que hubieron en los meses del año 2001.

TABLA 5

CANTIDAD DE COBRE RECHAZADO – AÑO 2001

COBRE			
MES	PROCESADO (Kg)	RECHAZO (Kg)	INDICE (%)
Enero	61.554	1.468	2,38
Febrero	58.610	800	1,36
Marzo	73.692	1.587	2,15
Abril	124.709	4.494	3,60
Mayo	137.433	3.755	2,73
Junio	40.059	1.505	3,76
Julio	151.658	2.830	1,87
Agosto	134.420	3.479	2,59
Septiembre	126.822	5.404	4,26
Octubre	93.564	4.241	4,53
Noviembre	75.867	3.126	4,12
Diciembre	104.366	2.486	2,38



**FIGURA 1.7. INDICE(PORCENTAJE) DE RECHAZO MENSUAL DE COBRE-
AÑO 2001**

Para mostrar los tipos de defecto o desperdicios que se producen en la fabricación de los cables se tomó los datos registrados en el último año de producción(2001), ya que es a partir de este año que la empresa inicia el registro de las causas de los rechazos o desperdicios en el proceso. Estos datos se muestran en la tabla 6 en que consta el tipo de defecto así como las cantidades en metros y en porcentajes de los cables rechazados respecto a una cantidad de 1'288.889 metros de cables rechazados durante ese año.

TABLA 6
DEFECTO Y CANTIDADES DE RECHAZO DE CABLES

DEFECTO	CANTIDAD CABLE RECHAZADO (mts)	PORCENTAJE
Granulaciones	174.000	13,50
Descentrado	0	0,00
Bolas	117.840	9,15
Temperatura	8.220	0,60
Bicolor	35.640	2,77
Costilludo	0	0,00
Saldos*	176.820	13,74
Muestras**	307.980	23,93
Diám. Alambre bajo	171.120	13,29
Espesor de aislamiento Bajo	198.600	15,43
Otros	97.164	7,55

* Saldos, que son los restantes de conductor que quedan en las bobinas y que por no completar el largo requerido de conductor no se utilizan.

** Muestras, son aquellas cantidades de cable que presentan tramos sin revestimiento, que no pueden ser utilizados por encontrarse incompletos.

Podemos observar que la causa que más ha incidido en el rechazo del conductor, ha sido el diámetro y espesor bajo seguido de granulaciones y diámetro del alambre bajo. No se considera las cantidades rechazadas por muestras ya que este no es un defecto sino una

exigencia de la norma para verificación de especificaciones. En la figura 1.8 se observa un gráfico de pastel con la distribución de los porcentajes por cada tipo de defecto y se puede apreciar gráficamente lo mostrado en la tabla 6.

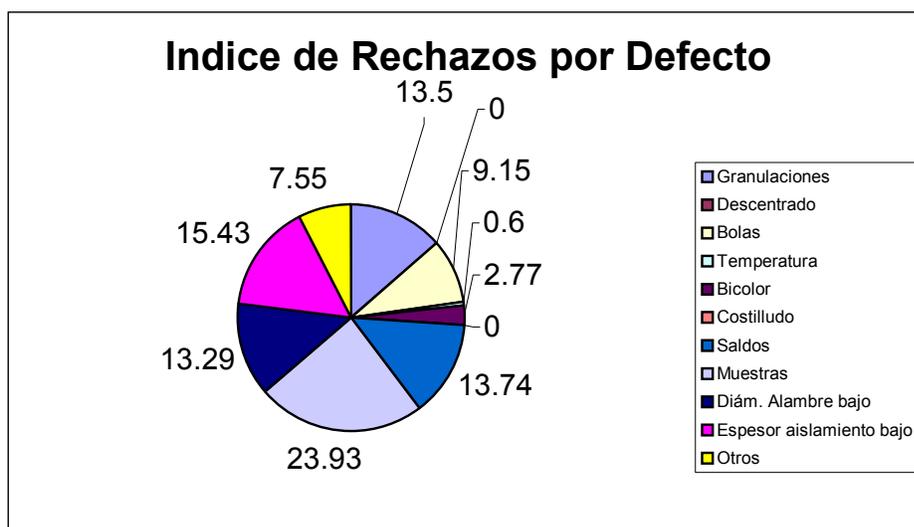


FIGURA 1.8. INDICE(PORCENTAJE) DE CANTIDAD DE RECHAZOS POR TIPO DE DEFECTO

A continuación se presenta un análisis de PVC y cobre utilizados en exceso al fabricar los conductores, los datos mostrados en la tabla 7 corresponden al año 2001. En la primera columna se muestra la cantidad de cables fabricados que presentaron exceso de material utilizado, la segunda columna muestra la cantidad teórica(tanto de cobre como de PVC) que debería haberse utilizado y la tercera columna

presenta la cantidad real utilizada, finalmente la cuarta columna muestra el porcentaje de exceso que representó.

TABLA 7
CANTIDAD DE CABLE FABRICADA Y CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REAL
Y TEÓRICA UTILIZADA

Cantidad Cable Fabricada (mt)	Cantidad teórica (Kg)	Cantidad Real utilizada (Kg)	%
19'146.372	1'282.965,88	1'316.010	2,58

1.6 Determinación y Clasificación de Problemas en el Proceso de Revestimiento

Después de analizar los datos que se apreciaron en el numeral anterior, se determinó los principales problemas que son causa de los desperdicios y exceso de consumo de materia prima. Para tener un mejor estudio de los problemas se dividió en dos grupos: Esporádicos y Crónicos

Los problemas esporádicos son aquellos que aparecen de repente y que son producto de alguna falla en el control del proceso, los

problemas crónicos son problemas permanentes que ocurren durante el proceso.

1.6.1 Problemas Esporádicos

De los problemas identificados, se consideran que son esporádicos los siguientes:

- Espesor de aislamiento bajo: consiste en que el espesor no cumple con el valor mínimo que especifica la norma, esto ocurre debido a fallas en la revisión de las guías que se les entrega al operador, descuido del operador en la verificación de los parámetros calibrados que pueden sufrir variaciones, falta de chequeo del cable que va a ser aislado.
- Porosidad, consiste en que el aislamiento presenta pequeños orificios y se debe generalmente a falta de inspección de los componentes que se están utilizando en el PVC, que el operador no calibre bien los parámetros de temperatura.
- Descentramiento, consiste en que un lado del aislamiento está más ancho que el otro y es originado por fallas en la colocación del cable o cordón que se reviste en la guía, fallas en

el control del cable que está siendo revestido por parte del operador.

➤ Granulaciones, consiste en que aislamiento presenta pequeñas bolitas a lo largo del cable. Esto se debe generalmente a problemas en el PVC.

1.6.2 Problemas Crónicos

De los problemas identificados, se consideran que son crónicos los siguientes:

➤ Espesor alto, el valor del espesor del aislamiento esta por encima de las especificaciones, se debe a falla en el control del operador cuando se reviste el cable, falta de revisión del cable que se va a revestir.

➤ Cable costillado, se puede notar las venas(conductor que forma el cable) a través del aislamiento, este problema se genera por falta de revisión de las guías, falta de chequeo del cable que se reviste, falta de control por parte del operador.

➤ Conductor con dos colores, en una misma bobina aparece cable con dos colores a la vez, esto se genera cuando el operador no quiere perder tiempo al cambiar de un color de

cable que se está revistiendo a otro y mezcla en la tolva los dos tipos de PVC con diferentes colores.

➤ Bolas, se producen cuando el operador va a medir el cable que se está revistiendo mientras está prendida la máquina, el calibrador evita que se revista adecuadamente el cable y se forman bolas en el acabado superficial.

CAPITULO 2

2. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCION OBJETO DE ESTUDIO

Una vez identificados los tipos de defectos que se producen en los diferentes tipos de conductores que se fabrican y las causas más incidentes, se realiza un estudio para determinar cual de los productos genera mayores pérdidas para la empresa y de esta manera seleccionar el producto más crítico que será tomado para aplicar el análisis de costos y plantear la propuesta de mejora basado en el sistema de costos de calidad.

Para seleccionar la línea de producto se baso en algunos criterios que sirven de apoyo para tomar la decisión, estos criterios se compararon entre sí para determinar cual es el producto que está generando mayores costos a la empresa.

Los datos que se utilizaron en este análisis de selección de la línea de producto son los del primer semestre del 2002, por cuanto a partir de este periodo fueron tomados con mayor rigurosidad utilizando mejor control de lo ocurrido durante el proceso.

2.1 Producción

Primero se considerará las cantidades de cable producidas, esto servirá para tener una idea de la cantidad de cable que está se produciendo en la empresa. Ver tabla 8

Se puede apreciar en esta tabla que la mayor cantidad de cables producida es el alambre, seguido de cables paralelos, telefónicos y sencillos. También se observa que los alambres, cables paralelos y telefónicos han sido fabricados sin interrupción, durante el semestre en cuestión.

TABLA 8**PRODUCCIÓN DE CABLES – PRIMER SEMESTRE AÑO 2002**

Tipo Cables	1er semestre – Año 2002						Cantidad Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	metros
	Cantidad metros	Cantidad metros	Cantidad metros	Cantidad metros	Cantidad metros	Cantidad metros	
Alambres	2'509.817,0	1'821.500,0	1'735.670,0	1'828.000,0	2'003.813,0	1'007.826,0	8'396.809,00
TW		92.035,0	21.088,0	144.511,0	79.351,0	95.960,0	432.945,00
Sencillos	392.900,0	498.700,0	457.700,0	187.200,0	157.200,0	315.000,0	2'008.700,00
ST		58.425,0	323,0	17.350,0	8.707,0	16.252,0	101.057,00
Paralelos	940.850,0	347.500,0	307.700,0	756.700,0	396.600,0	269.400,0	3'018.750,00
Telefónicos	644.600,0	373.600,0	359.400,0	159.100,0	304.500,0	172.400,0	2'013.600,00
Antena	92.600,0	120.600,0		107.200,0	137.500,0	177.800,0	635.700,00
Incaplomo	49.000,0	43.900,0	91.500,0			26.500,0	210.900,00
SJT/control		24.598,0			2.300,0	2.600,0	29.498,00
SJTW			74.274,1	32.702,1	60.183,0	12.700,0	179.859,20
SRDT	251.335,1	109.607,1	71.132,3	109.607,1	172.613,0	193.991,0	908.285,60
ST 7 hilos	10.000,0				42.211,0	17.968,0	70.179,00

2.2 Desperdicio y Exceso de Materia Prima

En este punto se mostrará las cantidades que están siendo consideradas como desperdicios y las que están siendo utilizadas en exceso, es decir, materia prima empleada en exceso en la fabricación de los cables. La tabla 9 muestra la producción del período que se estableció al comienzo del capítulo, se evaluará las cantidades producidas en el semestre en función de la materia prima real utilizada y de la teórica propuesta.

La tabla 10 muestra los rechazos generados en el primer semestre del año 2002 por tipo de cable fabricado. En esta tabla se puede apreciar que los mayores rechazos ocurrieron en los Alambres seguidos de cables telefónicos, paralelos, sencillos y SRDT, estos valores servirán de base cuando se obtenga los costos por exceso de materia prima utilizada y desperdicios generados.

TABLA 9

CANTIDADES EN EXCESO DE MATERIA PRIMA - PRIMER SEMESTRE AÑO 2002

Tipo Cables	Cobre			PVC		
	Cantidad Teórica	Cantidad Real utilizada	Cantidad en Exceso (Kg)	Cantidad Teórica	Cantidad Real utilizada	Cantidad en Exceso (Kg)
	Kg	Kg		Kg	Kg	
Alambres	326.112,23	324.417,19	1.694,74	107.347,06	111.467,31	4.120,25
TW	80.403,63	80.122,39	281,24	20.608,89	22.023,37	1.414,48
Sencillos	49.616,29	46.917,93	2.698,36	20.067,99	21.334,19	1.266,20
ST	17.357,88	17.254,67	103,21	31.269,42	33.798,74	2.529,68
Paralelos	75.863,10	75.415,25	447,85	81.033,93	87.569,58	6.535,65
Telefónico	18.838,89	18.680,45	158,44	28.976,91	30.559,55	1.582,64
Antena	8.012,67	8.344,04	-331,37	16.183,14	17.926,36	1.743,22
Incaplomo	12.482,55	12.532,68	-50,13	9.586,89	10.329,96	743,07
ST 7 hilos	33.442,66	32.874,91	567,75	42.117,81	46.591,24	4.473,43
SJT/control	3.528,70	3.434,09	94,61	7.977,77	8.588,7	610,93
SJTW	10.292,91	10.243,69	49,22	17.521,99	18.839,12	1.587,12
SRDT	201.027,68	215.727,89	-14.700,21	179.319,27	194.321,80	15.002,53

TABLA 10**RECHAZOS GENERADOS - PRIMER SEMESTRE AÑO 2002**

Tipo Cable	Mes						Cantidad Total Rechazada metros
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
	Cantidad (mt)	Cantidad (mt)	Cantidad (mt)	Cantidad (mt)	Cantidad (mt)	Cantidad (mt)	
Alambres	27.502,0	21.376,0	25.414,0	43.075,0	37.290,0	26.235,0	180.892,0
TW		1.285,0	683,0	3.810,0			5.778,0
Sencillos	8.880,0	15.560,0	12.340,0	5.115,0	9.432,0	20.990,0	72.317,0
ST		386,0	55,0	163,0			604,0
Paralelos	14.955,0	6.560,0	5.298,0	21.755,0	5.030,0	6.548,0	60.146,0
Telefónicos	25.172,0	4.515,0	21.780,0	12.780,0	8.527,0	4.335,0	77.109,0
Antena	2.585,0	1.110,0		1.495,0	3.505,0	3.970,0	12.665,0
Incaplomo	1.845,0	1.325,0	1.765,0			555,0	5.490,0
SJT/ control		190,0			159,0		349,0
SJTW			4.201,6	290,7	219,4	412,2	5.123,9
SRDT	2.214,2	3.682,1	3.129,6	2.975,6	2.368,5	3.531,7	17.901,7
ST 7 hilos	3.747,0				34,0	10.000,0	13.781,0

2.3 Estimación de los Costos de Rechazos y Exceso de Materia Prima

Primero se determinará el costo por exceso de materia prima consumida en el primer semestre del 2002, primero se mostrará el precio por materia prima, es decir de PVC y cobre, en este caso se han utilizado dos tipos de PVC para cables de mercado interno y para exportación, ver tabla 11:

TABLA 11
COSTO DE MATERIA PRIMA

Descripción	Cobre	PVC mercado interno	PVC mercado externo
Costo/Kg	1.893	0.64	0.76

En la tabla 12 aparecen las cantidades en exceso tanto de cobre como de PVC y su costo. Los cables SJTW y SRDT usan el PVC de exportación.

En la tabla se puede apreciar que el mayor costo por exceso de uso de PVC lo presenta el cable SRDT, seguido de los cables paralelos, ST 7 hilos y alambres. Se puede observar que el mayor costo por cobre lo presenta los sencillos, seguido de alambres y ST 7 hilos.

TABLA 12

COSTO DEL EXCESO DE MATERIA PRIMA - PRIMER SEMESTRE AÑO 2002

Tipo Cable	Cobre			PVC		
	Cantidad en exceso Kg	Costo total (\$)	% Diferencia	Cantidad en exceso Kg	Costo total (\$)	% Diferencia
Alambres	1.694,74	3.208,14	0,52	4.120,25	2.626,07	3,84
TW	281,24	532,39	0,35	1.414,48	901,53	6,86
Sencillos	2698,36	5.108,00	5,75	1.266,20	807,02	6,31
ST	103,21	195,38	0,60	2.529,68	1.612,08	8,09
Paralelos	447,85	847,78	0,59	6.535,65	4.165,54	8,07
Telefónico	158,44	299,93	0,85	1.582,64	1.008,71	5,46
Antena	-331,37	-627,28	-3,97	1.743,22	1.111,05	10,77
Incaplomo	-50,13	-94,90	-0,40	743,07	473,60	7,75
ST 7 hilos	567,75	1074,75	1,73	4.473,43	2.851,17	10,62
SJT/control	94,61	179,10	2,76	610,93	389,38	7,66
SJTW	49,22	93,17	0,48	1.587,12	1.204,52	9,20
SRDT	-14.700,21	-27.827,50	-6,81	15.002,53	11.385,95	8,37

Para obtener los costos por los desperdicios de materia prima que hubieron en el primer semestre del año 2002, debemos primero sumar los totales de rechazo mensuales de cada tipo de producto, se puede apreciar en la tabla 13 el detalle del total de cables, el costo por metro(solo se consideró el costo de la materia prima), y el costo total que representa.

TABLA 13
COSTO DE DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA - PRIMER SEMESTRE AÑO
2002

Producto	Cantidad rechazada Metros	Costo \$/Metro	Costo Total (\$)
Alambres	159.716,00	0,09	14.374,44
Cables TW	2.651,00	2,33	6.176,83
Sencillos	72.317,00	0,12	8.678,04
Cables ST	604,00	0,33	199,32
Cables Paralelos	60.146,00	0,08	4.811,68
Alambres Telefónicos	55.329,00	0,02	1.355,93
Cables Antena	12.665,00	0,05	684,42
Cable Incaplomo	5.490,00	0,15	830,53
Cables ST 7 hilos	3.781,00	1,31	4.953,11
Cables SJT para Control	349,00	0,14	48,86
Cables SJTW	5.123,89	0,40	2.049,56
Cables SRDT	17.901,64	0,83	17.543,61

En la tabla se puede observar que el mayor costo por desperdicio lo representa los cables SRDT seguido de los alambres, sencillos, cables

TW, paralelos y ST 7 hilos. Podemos observar que hay costos extremadamente caros en comparación con las cantidades que fueron rechazadas como es el caso del cable SRDT.

2.4 Elección del Producto

Una vez obtenidos los datos que se utilizarán para determinar cual es la línea de producto que será objeto de estudio, se procede a determinarlo.

2.4.1 Método de Selección

El método que se escogió para realizar esta selección fue el diagrama de paretto, este método clasifica los problemas poco vitales y los muchos triviales.

Como se puede ver en los resultados que se obtuvieron hay cantidades de rechazos, en algunos casos, que son insignificantes en comparación con las cantidades producidas, pero que están produciendo costos excesivos, así mismo en el caso del exceso de materia prima hay cantidades grandes de material producido que deberían significar las mayores

cantidades en exceso y sin embargo no lo son, por esto el diagrama de Pareto permitirá determinar adecuadamente el producto que representa mayores costos.

2.4.2 Determinación del Producto Objeto de Estudio

Ahora se procederá a desarrollar el método escogido y definir cual es la línea de producto que se va a analizar. Los valores que se utilizarán para realizar este análisis son los costos de desperdicios y de exceso de materia prima(solo se utilizará el costo por exceso de PVC debido a que esta es la materia prima en la que hay excesos de costos en todos los productos). Ver tabla 14.

Una vez hecha la tabla de datos procedemos a dibujar el diagrama de Pareto, y lo hacemos de la siguiente manera dibujando un eje vertical y un eje horizontal:

(1)Eje Vertical izquierdo, se marca este eje con una escala desde 0% hasta el 100%

(2)Eje horizontal, se marca el número de intervalos igual al número de ítems clasificados

(3) Dibujamos un diagrama de barras en función del esquema dibujado y de los datos obtenidos que permite visualizar cual es o cuales son las actividades que generan mayores costos, ver figura 2.1.

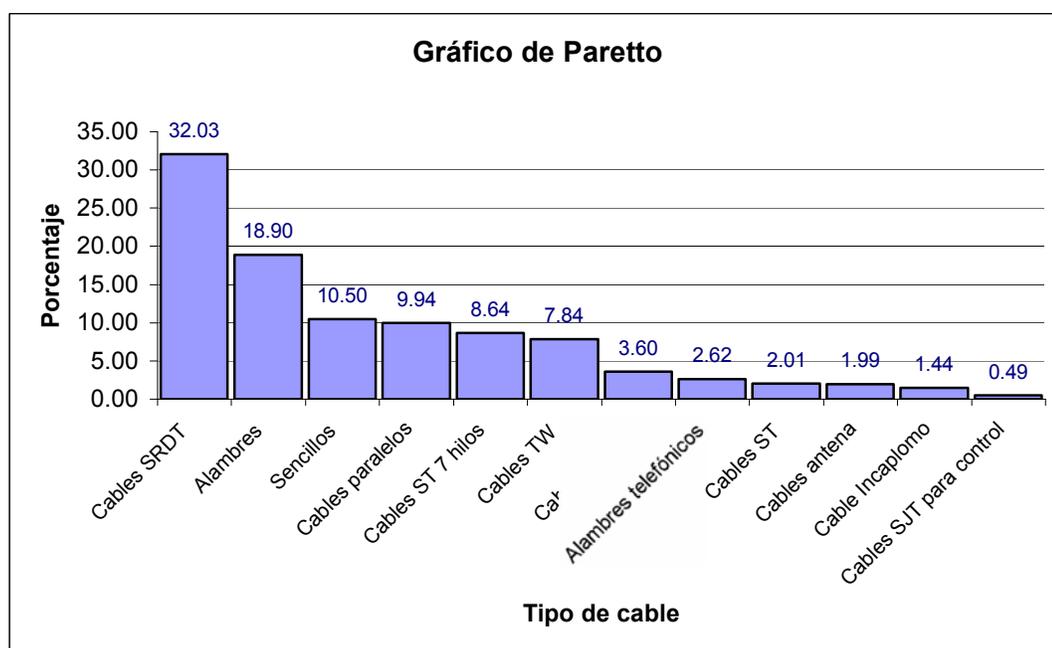


FIGURA 2.1. GRÁFICO DE PARETO – ELECCIÓN DE PRODUCTO PARA APLICAR ANÁLISIS DE COSTOS

TABLA 14

TABLA DE DATOS PARA ANÁLISIS DE PARETTO

Producto	Costo Exceso	Costo Desperdicio	Costos Totales	Total Acumulado	Composición Porcentual
Cables SRDT	11.385,95	14.246,10	25.632,05	25.632,05	32,03
Alambres	2.626,07	14.444,72	17070,79	46.000,35	18,90
Sencillos	807,02	8.678,04	9485,06	55.485,41	10,50
Cables paralelos	4.165,54	4.811,68	8977,22	64.462,63	9,94
Cables ST 7 hilos	2.851,17	4.953,11	7804,28	72.266,91	8,64
Cables TW	901,53	6.176,83	7078,36	79.345,27	7,84
Cables SJTW	1.204,52	2.049,56	3254,08	82.599,35	3,60
Alambres telefónicos	1.008,71	1.355,93	2364,64	84.963,99	2,62
Cables ST	1.612,08	199,32	1811,40	86.775,39	2,01
Cables antena	1.111,05	684,42	1795,47	88.570,86	1,99
Cable Incaplomo	473,60	830,53	1304,13	89.874,99	1,44
Cables SJT para control	389,80	48,86	438,24	90.313,23	0,49
Total			98.229,26	-	100.00

Después de apreciar el diagrama de Pareto se puede establecer que el producto que está generando mayores costos, según el análisis realizado, es el cable SRDT, por el análisis realizado y la comparación hecha de las cantidades producidas y los rechazos y excesos de materia prima por cada tipo de cable se puede apreciar que este cable representa cantidades menores de producción pero cantidades considerables en cuanto a costos generados en el período evaluado.

El cable que seleccionado tiene las siguientes características:

- Está formado por cuatro venas entorchadas, las venas son cordones hechos con 66 hilos de cobre por cada vena y revestidas con PVC.
- Estas venas tienen cuatro colores: blanco, negro, verde, rojo; blanco y rojo son las fases, el verde es el neutro y el rojo es adicional.
- Tiene una chaqueta(revestimiento de PVC) color negro, este color lo especifica la norma UL.
- Este cable pasa a la sección de enchufes para que sea cortado y utilizado en la fabricación de extensiones, ya que

según la norma UL este cable se utiliza en extensiones que usan cuatro conductores.

La figura 2.2 muestra una foto del cable seleccionado para aplicarle el análisis de costos.

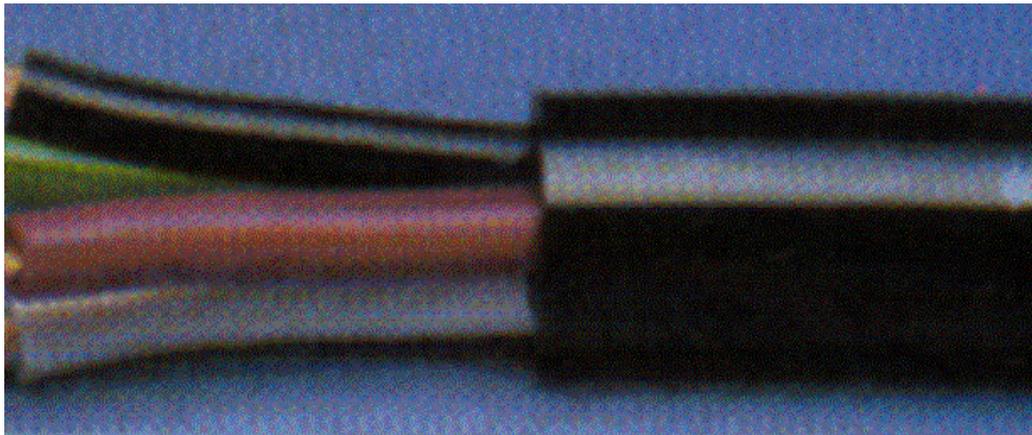


FIGURA 2.2. CABLE SRDT

CAPITULO 3

3.DETERMINACION DEL COSTO TOTAL DEL PROCESO Y DE LA CALIDAD

Una vez seleccionado el producto, se procede a calcular los costos del proceso, de la calidad y de la mala calidad de la sección de revestimiento de cables. Para realizar el cálculo se utilizará los datos de la producción del período del segundo semestre del año 2002, esto incluye cantidades fabricadas, rechazadas, reprocesadas, chatarra, etc., y otros datos pertinentes que se obtiene del análisis de costos del proceso. Se escogió este periodo por considerar que era el más apropiado para considerar datos más actualizados. En este análisis se determinaron además las actividades involucradas en el proceso de revestimiento de cables que están generando mayores costos y las posibles causas de estos costos excesivos.

3.1 Costeo del Proceso

Existen dos métodos por los cuales se puede obtener el costo total del proceso, que incluye el costo total de calidad, y se los señala a continuación:

⇒ El método de los Costes Directos(Direct Costing), tiene en cuenta solo aquellos costes variables que son directamente asignables con facilidad al producto o servicio correspondiente. En algunos casos se incluye también la mano de obra directa

⇒ El método de las Secciones(Full Costing), es el que imputa a cada producto no solo los costes directos o asignables sino también los costos indirectos o no asignables. Para efectuar el reparto se aplican ciertos criterios como son: costes variables de cada producto, costes de materias primas y de mano de obra directa de cada producto.

En este caso se usará el Full Costing, ya que permite obtener el costo total del producto en este proceso, a través de los costos de cada fase de su elaboración.

3.1.1 Método de las Secciones

Para la aplicación de este método se seguirán los siguientes pasos:

- 1 Se divide en secciones el proceso que está siendo estudiado.
- 2 Se asignan los costos producidos en el periodo determinado a cada sección.
- 3 Se procede a determinar el costo de calidad del proceso.

3.1.1.1 División por Secciones para Evaluación de Costos

Para poder determinar los costos por el método de las secciones primero se divide el proceso, en secciones principales y secciones auxiliares:

⇒ Secciones Principales: Revestimiento de Cable(donde se reviste el cable) y Herramental(tiene las guías y boquillas que se colocan en la extrusora).

⇒ Secciones Auxiliares: Mantenimiento, Programación

3.1.1.2 Asignación de Costos por Sección

Para asignar los costos se dividió al proceso de revestimiento de cables en 2 secciones principales: extrusión y herramental. Se tomaron los datos por mes correspondientes al segundo semestre del año 2002 y se calculó el costo mensual del período empleado y finalmente se calculó el costo promedio mensual tal como se muestra en las tablas 15 y 16.

El costo del PVC y de las venas se lo obtuvo calculando el costo a base de lo que cuesta producir esta materia prima para la fase de extrusión de cables. El detalle del cálculo de estos valores se lo muestra en el anexo 11.

La cantidad total ocupada de cada uno de los materiales y materias primas se la obtuvo de registros del departamento de producción. Para el cálculo del costo del personal utilizado se consideró la

hora/hombre en \$1.2 para los operadores y ayudantes, \$3.40 para el supervisor.

Los valores que corresponden a las máquinas son valores obtenidos de contabilidad en base de los leasings que se están pagando por las máquinas que se ocupan o la amortización. Para la amortización se considera un período de 5 años para todos los equipos que fueron comprados por la empresa, luego se dividió para el tiempo que se ocupó la máquina en fabricar el producto.

La tabla 17 muestra el resumen de los costos promedio mensuales de los recursos utilizados en el período de producción escogido para las secciones principales.

TABLA 15
COSTO DE SECCION REVESTIMIENTO DE CABLES DEL PERIODO SELECCIONADO

Recursos	Descripción	Mes		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo Promedio mensual (\$)
		Costo (\$)	Cantidad utilizada	Costo Mensual (\$)	Cantidad utilizada											
Materiales	Venas cableada	1.24	55227.00	88481.48	31606.00	39191.44	45010.00	55812.40	44557.00	55250.88	36722.00	45535.28	29764.00	36907.36	50196.44	
	PVC	0.98	8124.91	7962.41	4523.01	4432.55	6320.81	6194.39	6316.79	6190.45	5255.14	5150.04	4219.60	4135.21	5677.51	
	Bobina	32	70	2240.00	50.00	1800.00	60.00	1920.00	58.00	1856.00	52.00	1664.00	40.00	1280.00	1760.00	
	Plola	0.04	0.215	0.01	0.25	0.01	0.30	0.01	0.29	0.01	0.26	0.01	0.20	0.01	0.01	
	Tarjeta de aprobación	0.02	70	1.40	50.00	1.00	60.00	1.20	58.00	1.16	52.00	1.04	40.00	0.80	1.10	
	Tarjeta de datos	0.09	70	6.30	50.00	4.50	60.00	5.40	58.00	5.22	52.00	4.68	40.00	3.60	4.95	
Personal	Operador	1.20	237.38	284.86	139.18	167.02	194.38	233.26	191.99	230.39	160.05	192.06	128.87	154.64	210.37	
	Ayudante	1.20	237.38	284.86	139.18	167.02	194.38	233.26	191.99	230.39	160.05	192.06	128.87	154.64	210.37	
	Operador herramental	1.20	1.28	1.55	0.78	0.94	1.03	1.24	1.03	1.24	1.03	1.24	0.78	0.94	1.19	
Amortización	Supervisor	3.40	237.38	807.09	139.18	473.21	194.38	660.89	191.99	652.77	160.05	544.17	128.87	438.16	596.05	
	Extrusora	2852.00		940.21		551.39		770.04		760.53		634.09		510.51	694.46	
Energía	Kilovatios	8.11	10.11	82.00	17.24	139.93	12.35	100.12	12.50	101.38	14.99	121.59	18.62	151.02	115.99	
Costo Total /Producción mensual				81092.16		48728.89		65932.21		65280.21		54040.26		43736.89	59468.44	

TABLA 17
 COSTO DE SECCION HERRAMENTAL DEL PERIODO SELECCIONADO

Recursos	Descripción	Mes		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo Promedio mensual (\$)
		Costo (\$)		Cantidad utilizada	Costo Mensual (\$)											
Materiales	Aceite	3.45		0.15	0.52	0.26	0.88	0.19	0.64	0.19	0.65	0.22	0.78	0.28	0.96	0.74
	Ficha de proceso	0.02		5.00	0.10	3.00	0.30	4.00	1.20	4.00	4.80	4.00	19.20	3.00	57.60	13.87
Personal	Operador	1.2		1.28	1.55	0.78	0.94	1.03	1.24	1.03	1.24	1.03	1.24	0.78	0.94	1.19
	Guía	35			11.54		6.77		9.45		9.33		7.78		6.27	8.52
Amortización	Boquilla	25			8.24		4.83		6.75		6.87		5.56		4.48	6.09
	Kilovatios	8.11		1.01	8.20	1.72	13.98	1.23	10.01	1.25	10.14	1.50	12.16	1.86	15.10	11.60
Costo Total /Producción mensual					30.15		27.71		29.29		32.82		46.71		85.34	42.00

TABLA 17
COSTOS PROMEDIOS DE SECCIONES PRINCIPALES – PERIODO
SELECCIONADO

Recurso	Secciones		Total
	Costo Promedio Revestimiento del Cable (\$)	Costo Promedio Herramental (\$)	
Materiales	57,640,01	14,60	57.654,61
Personal	1.017,98	1,19	1.019,17
Amortización	694,46	14,61	709,07
Energía	115,99	11,60	127,59
Total costos por sección	59.468,44	42,00	59.510,44

Los costos mensuales de las secciones auxiliares(mantenimiento y programación) se detallan en las tablas siguientes, los mismos que se obtienen multiplicando el costo por unidad y la cantidad de recursos utilizados para la producción del mes. En la última columna se obtiene el costo promedio mensual de la cantidad total de metros producidos de cables y en la última fila se muestra el costo mensual total por metros de cable producido. Ver tablas 18 y 19.

TABLA 18

COSTO DE SECCION MANTENIMIENTO DEL PERIODO SELECCIONADO

Recursos	Descripción	Costo	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo Promedio mensual (\$)
			Cantidad Utilizada	Costo Mensual (\$)											
	Acetite	3.45	2.5	8.625	2.5	8.625	2.5	8.625	2.5	8.625	2.5	8.625	2.5	8.625	8.63
	Pernos	0.69	20	13.8	15	10.35	10	6.9	12	8.28	18	12.42	25	17.25	11.50
Materiales	Tuercas	0.01	20	0.2	15	0.15	10	0.1	12	0.12	18	0.18	25	0.25	0.17
	Rodamientos	4.22	10	42.2	12	50.64	8	33.76	15	63.3	10	42.2	5	21.1	42.20
	Bandas	2.8	2	5.6		0		0	1	2.8	1	2.8		0	1.87
Personal	2 personas	1.45	10	14.5	8	11.6	25	36.25	5	7.25	15	21.75	18	26.1	19.58
Alquileres	Reparación motor	180.00	1	180											30.00
Amortización	Máquina soldar	25	0.002	0.05	0.001	0.025			0.004	0.1					0.03
Energía	Kilovatios	8.11	0.036	0.29196	0.018	0.14598			0.072	0.58392				0	0.17
Costo Total /Producción mensual				265.27		81.54		85.64		91.06		87.98		73.33	114.13

TABLA 19

COSTO DE SECCION PROGRAMACION DEL PERIODO SELECCIONADO

Recursos	Descripción	Costo (\$)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo Promedio mensual (\$)
			Cantidad Utilizada	Costo Mensual (\$)											
	Hoja de distribución	0.02	20	0.4	12	0.24	18	0.36	16	0.32	14	0.28	12	0.24	0.31
	Hoja de programación	0.03	10	0.3	6	0.18	9	0.27	8	0.24	7	0.21	6	0.18	0.23
Materiales	Hoja Registro Producción	0.03	20	0.6	12	0.36	18	0.54	16	0.48	14	0.42	12	0.36	0.46
	Hoja Control Producción	0.03	10	0.3	6	0.18	9	0.27	8	0.24	7	0.21	6	0.18	0.23
	Esterográficas	0.25	1	0.25	1	0.25	1	0.25	1	0.25	1	0.25	1	0.25	0.25
Personal	Programador	3.4	75	255	45	153	67.5	229.5	60	204	52.5	178.5	45	153	195.50
Amortización	Computadora	0.556	25	13.90	15	8.34	22.5	12.51	20	11.12	17.5	9.73	15	8.34	10.66
Energía	Kilovatios	8.11	2.63	21.32	4.48	36.36	3.21	26.03	3.25	26.36	3.90	31.61	4.84	39.27	30.16
Costo Total /Producción mensual				292.07		198.91		269.73		243.01		221.21		201.82	237.79

La tabla 20 muestra el resumen de los costos promedios mensuales de los recursos utilizados en el período de producción escogido para las secciones principales auxiliares.

TABLA 20
COSTOS PROMEDIO DE SECCIONES AUXILIARES – PERIODO
SELECCIONADO

Recursos	Secciones		Total
	Costos Promedio Mantenimiento (\$)	Costos Promedio Programación (\$)	
Materiales	64,36	1,48	65,84
Personal	19,58	195,50	215,08
Alquileres	30,00		30,00
Amortización	0,03	10,66	10,69
Energía	0,17	30,16	30,33
Total costos por sección	114,13	237,79	351,94

3.1.1.3 Obtención de Costos por Unidad de Obra

Una vez que tenemos los costos del semestre de cada sección se determina la unidad de obra de cada

sección, es decir la unidad de medida respecto a la cual se mide las cantidades de los productos que salen de esa etapa del proceso.

Sección	Unidad de Obra
Revestimiento de Cables	Metro
Herramental	Metro
Programación	Metro
Mantenimiento	Metro

Tomando los costos que se determinaron para las secciones principales y auxiliares se obtuvo el costo por unidad de obra del proceso de revestimiento, dividiendo cada costo mensual para el número de unidades de obra producidas por mes como se detalla a continuación, las tablas 21 y 22 muestran los costos por unidad de obra por mes y el promedio mensual.

Mes	Número de unidades de obra producidas metros
Julio	55.227
Agosto	31.606
Septiembre	45.010
Octubre	44.557
Noviembre	36.722
Diciembre	29.764

TABLA 21**COSTO POR UNIDAD DE OBRA MENSUAL PARA LAS SECCIONES PRINCIPALES**

Sección	Costo por Unidad de Obra						Costo promedio mensual
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Revestimiento de Cables	1,468	1,478	1,465	1,465	1,472	1,469	1,470
Herramental	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001

TABLA 22**COSTO POR UNIDAD DE OBRA MENSUAL PARA LAS SECCIONES AUXILIARES**

Sección	Costo por Unidad de Obra						Costo promedio mensual
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Mantenimiento	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
Programación	0,005	0,006	0,006	0,005	0,006	0,007	0,006

3.2. Determinación del Costo de la Calidad y Mala Calidad

Para determinar los costos de calidad y mala calidad se detallará las actividades para cada tipo de costo, personas involucradas, el costo de la hora/hombre y los costos de los insumos y los equipos utilizados.

3.2.1 Costos de Calidad

Los costos de calidad se dividen en dos tipos: costos de prevención que involucran actividades destinadas a evitar que ocurran defectos e inconformidades, incluyen los gastos para evitar que surjan productos insatisfactorios; y los costos de evaluación que incluyen actividades relacionadas con los costos de mantener los grados de calidad por medio de evaluaciones formales de la calidad del producto.

3.2.1.1 Costos de Prevención

Entre las actividades de prevención que se aplicaron están las siguientes:

- a) Planeación de la Calidad

- b) Control de Procesos
- c) Verificación del Diseño del Producto
- d) Desarrollo y Administración del Sistema

Se realizaron cinco lecturas de tiempo para las actividades que se realizan para prevención, en los anexos que muestran las actividades que se realizaron como prevención se presentan las lecturas que se tomaron para estas actividades.

- a) Planeación de Calidad

Las actividades de prevención que se realizan para la planeación de la calidad se muestran en la tabla 23:

- b) Control de Procesos

Las actividades de prevención que se realizan para control de procesos se muestran en la tabla 24:

TABLA 23
ACTIVIDADES DE PLANEACIÓN DE CALIDAD

Personal	Actividad	Tiempo empleado (min)	Etapas en el proceso
Programador	Planifica cantidad de metros de cable que se va a fabricar, materia prima necesaria	210	Por cada vez que se va a fabricar el cable
Supervisor	Verifica si la materia prima que se debe utilizar en el proceso de revestimiento está lista para ser revestida	260	Por cada fecha programada para fabricar cable
Inspector de Calidad	Revisa especificaciones que va a utilizar para verificar la calidad del producto	45	Por cada vez que comienza la producción del cable

TABLA 24
ACTIVIDADES DE CONTROL DE PROCESOS

Personal	Actividad	Tiempo empleado (seg)	Etapas en el proceso
Inspector de Calidad	Ensayo de Elongación	6151	Por cada vez que se realiza prueba del PVC
	Ensayo de Llama	69	Por cada vez que se realiza prueba del PVC
	Ensayo de Resistencia a la Tensión	4116	Por cada vez que se realiza prueba del PVC

La tabla 25 muestra el número de veces que se realizaron este tipo de pruebas por mes. El anexo 12

muestra el detalle de las actividades que se realizaron y los tiempos respectivos.

TABLA 25
NÚMERO DE VECES QUE SE REALIZÓ ENSAYOS PARA CONTROL DE
PROCESOS

Mes	# de veces realización ensayos
Julio	2
Agosto	4
Septiembre	1
Octubre	5
Noviembre	2
Diciembre	3

c) Verificación de Diseño del Producto

⇒ Se revisa dos veces por semana que el diseño esté acorde con los requerimientos del cliente, tiempo utilizado por vez 30 minutos, esta actividad es independiente de la producción del cable.

d) Desarrollo y Administración del sistema

⇒ Se revisa el sistema que se implantó para controlar la calidad del producto tres veces por mes, tiempo por vez utilizado 60 minutos, este tiempo es independiente de la producción.

En la tabla 26 se muestra el costo promedio mensual, calculado a partir del tiempo utilizado y el costo por hora de los empleados para cada actividad de prevención. El tiempo que muestra la tabla se transformó a horas para realizar los cálculos.

3.2.1.2 Costos de Evaluación

Las actividades de evaluación que se consideran en este estudio son:

a) Inspección y pruebas

TABLA 26
COSTO DE PREVENCIÓN DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$/hr)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)	
		Tiempo utilizado (h)	Costo Mensual (\$)												
Planeación de calidad	Programador	3.40	35.00	119.00	21.00	71.40	31.50	107.10	28.00	95.20	24.50	83.30	21.00	71.40	91.23
	Supervisor	3.40	21.65	73.61	12.99	44.17	17.32	58.89	17.32	58.89	17.32	58.89	12.99	44.17	56.43
	Inspector	1.85	3.75	6.94	2.25	4.16	3.00	5.55	3.00	5.55	3.00	5.55	2.25	4.16	5.32
Control de Procesos	Elongación	1.85	3.38	6.25	6.76	12.51	1.69	3.13	8.45	15.63	3.38	6.25	5.07	9.38	8.86
	Llama Resist. Tensión	1.85	0.04	0.07	0.08	0.15	0.02	0.04	0.10	0.19	0.04	0.07	0.06	0.11	0.10
		1.85	2.28	4.22	4.56	8.44	1.14	2.11	5.70	10.55	3.42	6.33	3.42	6.33	6.33
Verificación del Diseño		3.80	8.00	30.40	8.00	30.40	8.00	30.40	8.00	30.40	8.00	30.40	8.00	30.40	30.40
Desarrollo y Adm. del Sist.		3.80	3.00	11.40	3.00	11.40	3.00	11.40	3.00	11.40	3.00	11.40	3.00	11.40	11.40
Costo total/Producción mensual				251.89		182.62		218.61		227.80		202.19		177.35	210.08

- b) Mediciones en laboratorio
- c) Inspección final
- d) Pruebas
- e) Preparación para Pruebas e Inspección
- f) Material y equipo para pruebas e inspección
- g) Conservación y calibración del equipo de pruebas y de inspección

A continuación se detallará cada una de las actividades nombradas anteriormente señalando el tiempo observado que toma realizar cada una, también el costo total mensual para cada actividad que se realiza como evaluación.

Los tiempos de estas actividades se determinaron tomando mediciones directas de tiempo de cada persona mientras realizaba cada actividad. En el detalle de las actividades que se realizaron como evaluación se presentan las lecturas que se tomaron para estas actividades.

a) Inspección y Pruebas

Se considera la materia prima que llega al proceso de revestimiento de cables, en este caso el cable(venas cableadas) y el PVC, la tabla 27 muestra las actividades que se realizan para inspección y pruebas y las subactividades que se realizan, en el anexo 13 se muestra el detalle de estas subactividades con los respectivos tiempos, la tabla 28 muestra los datos utilizados y resultados:

TABLA 27**ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA INSPECCIÓN Y PRUEBAS**

Actividad	Subactividad	Tiempo (seg)
El inspector realiza pruebas al PVC fabricado	Ensayo de elongación de PVC	6.072
El inspector realiza pruebas al cable que se va a revestir.	Medición de Paso	99
	Cálculo de área de venas	391
	Medición de espesor y dimensión de venas	1.280

El tiempo mensual utilizado en las actividades de inspección y pruebas se lo obtuvo multiplicando la cantidad de lotes de PVC fabricado en cada mes y el

número de bobinas con el cable listo para revestir por el tiempo que se lleva realizar cada subactividad. En la tabla 29 se muestra la cantidad de lotes de PVC fabricados por mes, y el número de bobinas con cable(venas cableadas) listas para revestir.

TABLA 29
CANTIDAD DE LOTES DE PVC FABRICADO Y NÚMERO DE BOBINAS
LISTAS PARA REVESTIR POR CADA MES

Mes	Cantidad de Lotes de PVC	Número de Bobinas con venas cableadas listas para revestir
Julio	30	70
Agosto	20	50
Septiembre	22	60
Octubre	21	58
Noviembre	20	52
Diciembre	18	40

b) Mediciones en Laboratorio

La tabla 30 muestra las actividades que se realizaron como Mediciones en Laboratorio con sus respectivos tiempos.

TABLA 28
COSTO DE INSPECCION Y PRUEBAS DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$/H)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Tiempo Utilizado	Costo Mensual											
Inspección de PVC	1.85	50.70	93.80	33.80	62.53	37.18	68.78	35.49	65.66	33.80	62.53	30.42	56.28	68.26
Inspección de venas	1.85	34.30	63.46	24.50	45.33	29.40	54.39	28.42	52.58	25.48	47.14	19.60	36.26	58.63
Costo total/Producción mensual			157.25		107.86		123.17		118.23		109.67		92.54	126.90

En el anexo 14 se muestra el detalle de estas actividades y el tiempo necesario para cada paso que se realizó en estas actividades. En la tabla 31 se muestran los datos que se utilizaron para los cálculos, tales como costo de hora hombre y tiempo utilizado por mes, y el costo promedio mensual.

TABLA 30

ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA MEDICIONES EN LABORATORIO

Actividad	Personal	Tiempo (seg)
Verificar que el espesor y las dimensiones para iniciar el proceso estén correctas.	Inspector	1.332
	Operador	1.332
Controlar el proceso de revestimiento	Inspector	3.312
Verificar dimensiones del conductor en la mitad del proceso.	Inspector	1.080
	Ayudante	1.080

El tiempo mensual correspondiente a cada persona involucrada en estas actividades se lo obtuvo multiplicando el número de veces que se realizó cada actividad (corresponde al número de bobinas fabricada por mes) por el tiempo indicado en la tabla para cada actividad. En la tabla de resultados aparecen los tiempos transformados a horas para efectos de cálculo.

TABLA 31
 COSTO DE MEDICIONES EN LABORATORIO DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Personal	Costo (\$/h)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
			Tiempo Utilizado	Costo Mensual											
Calibración de inicio	Inspector	1.85	25.90	47.92	18.50	34.23	22.20	41.07	21.46	39.70	19.24	35.59	14.80	27.38	33.10
	Operador	1.20	25.90	31.08	18.50	22.20	26.64	21.46	25.75	19.24	23.09	14.80	17.76	21.96	
Verificación proceso	Inspector	1.85	64.40	119.14	46.00	85.10	55.20	102.12	53.36	98.72	47.84	88.50	36.80	68.08	86.76
Control Dimensiones	Inspector	1.85	21.00	38.85	15.00	27.75	18.00	33.30	17.40	32.19	15.60	28.86	12.00	22.20	26.83
	Ayudante	1.20	21.00	25.20	15.00	18.00	21.60	17.40	20.88	15.60	18.72	12.00	14.40	17.40	
Costo total/Producción Mensual				262.19		187.28		224.73		217.24		194.77		149.82	186.05

c) Inspección Final

En la tabla 32 se muestran el costo de hora hombre, el tiempo utilizado por el inspector en realizar la actividad de inspección final en horas, el costo por mes y el costo promedio mensual para esta actividad. Se detallará cada paso de esta actividad en el anexo 15 con los respectivos tiempos.

El tiempo utilizado por el inspector que se registra en la tabla 32 para realizar esta actividad se lo obtuvo multiplicando el número de veces que se realizó esta inspección(igual al número de bobinas que fueron fabricadas por mes) por el tiempo que se demora en realizar esta actividad que es de 441. La cantidad de bobinas de cable fabricada por mes se la obtiene de la tabla 29.

TABLA 32
COSTO DE INSPECCION FINAL DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$/h)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Tiempo Utilizado	Costo Mensual											
Aprobar bobina	1.85	8.61	15.93	6.15	11.38	7.38	13.65	7.13	13.20	6.40	11.83	4.92	9.10	11.00

d) Pruebas

La tabla 33 muestra las actividades que se realizan para pruebas y el tiempo empleado. La tabla 34 muestra el costo de hora hombre, tiempo utilizado por el inspector en horas, el costo total mensual y costo promedio mensual de estas actividades. En el anexo 16 se detalla cada paso de estas actividades y los tiempos de cada uno.

TABLA 33**ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA PRUEBAS**

Actividad	Personal	Tiempo (seg)
Pruebas de elongación del aislamiento del conductor aislado	Inspector	6.151
Pruebas de verificación del paso de corriente a través del conductor.	Inspector	4.116

El tiempo que se utilizó en la tabla 34 se lo obtuvo multiplicando el tiempo descrito en la tabla 33 por el número de veces que se realizó estas pruebas en el mes. En el caso de la prueba de elongación este número equivale al número de bobinas con cable fabricadas en el mes, para la prueba de verificación del

paso de corriente se considera un número de muestra fijo por mes de 15.

e) Preparación para Pruebas

La tabla 35 muestra el costo de hora hombre, tiempo utilizado por el inspector en horas, el costo total mensual y costo promedio mensual de estas actividades. La tabla 36 muestra las actividades realizadas para la preparación para pruebas y el tiempo utilizado, las mismas que son parte del ensayo de elongación y resistencia a la tensión, descritos en el anexo 16.

TABLA 36

ACTIVIDADES DESARROLLADAS PARA PREPARACIÓN PARA PRUEBAS

Actividad	Personal	Tiempo (seg)
Prepara máquina de tracción para ensayo de elongación	Inspector	1.036
Prepara máquina de alta tensión y el megóhmetro para prueba de corriente	Inspector	738

TABLA 34
COSTO DE PRUEBAS DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$h)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Tiempo Utilizado	Costo Mensual											
Elongación de PVC	1.85	119.70	221.45	85.50	158.18	102.60	189.81	99.18	183.48	88.92	164.50	68.40	126.54	153.84
Resistencia a la tensión y del aislamiento	1.85	17.10	31.64	17.10	31.64	17.10	31.64	17.10	31.64	17.10	31.64	17.10	31.64	26.55
Costo total/Producción mensual			253.08		189.81		221.45		215.12		196.14		158.18	180.38

TABLA 35
 COSTO DE PREPARACION PARA PRUEBAS DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$/h)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Tiempo Utilizado	Costo Mensual											
Máquina Tracción	1.85	20.2	37.30	14.4	26.64	17.3	31.97	16.7	30.90	15.0	27.71	11.5	21.31	25.75
Máquina Alta tensión	1.85	0.08	0.14	0.08	0.14	0.08	0.14	0.08	0.14	0.08	0.14	0.08	0.14	0.12
Megohmetro	1.85	3.00	5.55	3.00	5.55	3.00	5.55	3.00	5.55	3.00	5.55	3.00	5.55	4.63
Costo total/Producción mensual			42.98		32.33		37.66		36.59		33.39		27.00	30.49

El tiempo mensual para las actividades de preparación para pruebas se obtuvo multiplicando el tiempo que se demoró en preparar cada equipo que se iba a utilizar por el número de veces que se realizó por mes. La máquina de tensión y el Megóhmetro se preparó el mismo número de veces por cada mes, ya que el número de bobinas a las que se le realizó este ensayo es independiente de la cantidad de cables producida.

f) Material y equipo para pruebas e inspección

La cantidad de chatarra generada, tanto de cobre como de PVC, por mes por el departamento de control de calidad se obtuvo de los registros del departamento de producción. Y luego se multiplicó por el costo de la materia prima. Ver tabla 37

g) Conservación y calibración del equipo de pruebas y de inspección

El valor por calibración se paga anualmente por lo que en la tabla aparecerá el valor pagado por este servicio dividido para doce, de esta manera obtendremos el valor por mes que se refiere a este costo. Ver tabla 38

En la tabla No. 39 se muestra los costos promedios mensuales por cada actividad definida como evaluación

TABLA 37
 COSTO DE MATERIAL Y EQUIPOS PARA PRUEBAS E INSPECCION DEL PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo (\$)	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Cantidad (Kg)	Costo mensual (\$)											
Chatarra Cobre	1.893	112.50	212.96	64.38	121.87	91.69	173.57	90.76	171.81	74.80	141.60	60.63	114.77	136.97
Chatarra PVC	0.980	83.85	82.17	47.99	47.03	68.34	66.97	67.64	66.29	55.76	54.64	45.18	44.28	52.85
Costo total/Producción mensual			295.13		168.90		240.54		238.10		196.24		159.05	189.82

TABLA 39
COSTOS PROMEDIOS MENSUALES DE COSTOS DE EVALUACIÓN –
PERIODO SELECCIONADO

Tipo de Costo	Costo Promedio mensual (\$)
<input type="checkbox"/> Inspección y Pruebas	126,90
<input type="checkbox"/> Mediciones en Laboratorio	186,05
<input type="checkbox"/> Inspección final	11,00
<input type="checkbox"/> Pruebas	180,38
<input type="checkbox"/> Preparación para Pruebas	30,49
<input type="checkbox"/> Material y equipo para pruebas e inspección	189,82
<input type="checkbox"/> Conservación y calibración del Equipo de Pruebas e Inspección	69,06
Total	793,70

3.2.2 Costos de Mala Calidad

Los costos de la mala calidad son causados generalmente por materiales y productos que no satisfacen los requisitos de calidad, hay dos tipos: costos por fallas internas que incluyen los costos de calidad insatisfactoria dentro de la compañía tales como desechos, deterioros y material vuelto a trabajar. y costos por fallas externas que incluyen los costos de calidad insatisfactoria fuera de la compañía.

3.2.2.1 Costos de Fallas Internas

Los tipos de costos por fallas internas son:

- a) Desperdicios
- b) Retrabajo
- c) Costos por suministros de materiales
- d) Consulta entre los ingenieros de la fábrica

Los tiempos considerados en estas actividades se obtuvieron mediante lecturas de tiempo de cada persona que realiza la actividad, en el detalle de cada actividad se muestran estos datos. El número de lecturas fue 3 debido a que el número de bobinas que fue rechazada por mes fue en promedio 3,8 aproximadamente.

En cada mes estudiado la sección de enchufes devolvió determinadas cantidades de bobinas de cables por presentar defectos, en la tabla 40 se muestra estos datos.

TABLA 40

NÚMERO DE BOBINAS DEVUELTAS Y CANTIDAD DE METROS DE CABLE

Descripción		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costilludo	Cantidad metros	1575	660	957	590	982	
	Número de bobinas	3	1	2	1	2	
Granulaciones	Cantidad metros	848		435	1454		535
	Número de bobinas	2		1	3		1
Bolas	Cantidad metros	423	728		565	971	460
	Número de bobinas	1	2		1	2	1

a) Desperdicios

⇒ Los rechazos generados a causa de los defectos que se encuentran en el cable y que son detectados por el operador que corta el cable.

⇒ Una vez separado el material que va a pasar a la sección enchufes, quedan saldos que no pueden ser recuperados y constituyen desperdicio.

⇒ El tiempo empleado en la devolución de material por la sección de enchufes también constituye un desperdicio puesto que es tiempo adicional que se debe emplear. En el anexo 17 se muestra esta actividad con su respectivo tiempo.

La cantidad de piezas cortadas(cable cortado en determinados largos) antes de descubrir los problemas en cada bobina por mes fueron las que se detalla en la tabla 41.

TABLA 41

DETALLE DE NÚMERO DE PIEZAS CORTADAS PREVIO A DEVOLUCIÓN

Mes	Numero de piezas cortadas
Julio	278, 352, 385, 359, 298, 250
Agosto	259, 300, 350
Septiembre	326, 405, 362
Octubre	283, 306, 364, 423, 369
Noviembre	310, 326, 349, 395
Diciembre	382, 406

En las tabla 42 se muestra las cantidades de cable rechazadas por mes, el costo mensual y el costo

promedio mensual obtenido. En la tabla 43 se muestra las actividades realizadas que se consideran desperdicio las personas que participan, los tiempos empleados, el costo por hora hombre, el costo mensual y el costo promedio para las actividades.

El costo que se muestra para el cálculo de los costos mensuales por desperdicios es el costo del proceso calculado por el departamento de producción que es \$2,15. En el caso de la chatarra de cobre el costo es de \$1,893 que es el costo de este material registrado en las facturas de compra y el costo del PVC utilizado es \$0.98 igual que el valor registrado en los costos de las secciones principales.

El costo de hora hombre utilizado para cada empleado se obtuvo de información provista por el departamento de personal. En la tabla se encuentra el tiempo utilizado por cada persona involucrada en esta actividad por mes y luego se lo multiplicó por el costo de la hora.

TABLA 42
COSTO DE DESPERDICIO DE MATERIAL DEL PERIODO SELECCIONADO

Detalle de Defectos	(\$) Litros	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
		Cantidad mensual	Costo mensual (\$)											
Muestras	2.15	270.66	581.92	551.05	1184.76	198.5	426.78	105.20	226.18	135.50	291.33	100.20	215.43	487.73
Saldos	2.15	144.72	311.15	669.75	1439.96	750.9	1614.44	459.26	987.41	426.80	917.62	245.60	528.04	966.44
Granulaciones	2.15	1609.06	3459.47	433.48	931.99	844.986	1816.72	2394.99	5149.22	276.21	593.86	881.24	1894.66	2307.65
Bolas	2.15	891.73	1917.22	1571.54	3378.82	510.456	1097.48	1339.33	2879.57	1687.10	3627.26	822.54	1768.47	2444.8
Costilludo	2.15	2644.39	5685.43	1681.81	3615.89	3006.06	6463.02	1606.25	3453.43	1889.10	4018.56	772.60	1661.09	4149.57
Chatarra Cobre	1.89	129.83	245.78	631.44	1195.32	727.00	1376.20	387.24	733.04	283.71	537.06	285.03	539.55	771.16
Chatarra PVC	0.98	460.10	584.32	527.20	669.54	582.37	739.61	533.21	677.18	395.62	502.43	281.97	358.10	588.53
Costo total/Producción mensual			12785.28		12416.28		13534.24		14106.03		10488.12		6965.34	11715.88

TABLA 43
COSTO DE DESPERDICIO DE TIEMPO DEL PERIODO SELECCIONADO

Actividad	Personal	\$/h	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
			tiempo (h)	Costo (\$)											
Devoluciones	Operador Enchufes	1.20	8.99	10.79	4.98	5.97	5.59	6.71	9.06	10.88	7.20	8.64	3.93	4.71	7.95
	Operador Medición	1.20	0.43	0.52	0.10	0.09	0.10	0.10	0.14	0.17	0.12	0.14	0.06	0.07	0.18
	Supervisor Enchufes	3.40	0.58	1.98	1.18	0.35	1.18	0.35	0.58	1.97	0.46	1.58	0.23	0.79	1.45
	Supervisor Cables	3.40	0.58	1.96	0.98	0.29	0.98	0.29	0.48	1.63	0.38	1.30	0.19	0.65	1.25
	Inspector	1.85	0.78	1.44	0.64	0.35	0.64	0.35	0.58	1.07	0.46	0.85	0.23	0.43	0.84
Costo total/Producción mensual			16.68		8.88		9.61		15.71		12.51		6.65		11.67

b) Retrabajo

⇒ El producto rechazado debe ser repasado antes de la decisión final que tome el Dpto. de Control de Calidad.

⇒ El producto después que es rechazado debe ser pelado.

⇒ El producto que ha sido devuelto y pelado debe ser revestido nuevamente.

⇒ El producto debe ser aprobado nuevamente por Control de Calidad.

El detalle de las actividades realizadas como reproceso que es revestir nuevamente el cable se encuentra en el capítulo 1 y la aprobación de la bobina está detallada en el anexo 18, en la tabla 44 se mostrará directamente los cálculos que se realizaron para obtener estos costos, en la tabla están detallados las personas que realizan las actividades relacionadas con el retrabajo y el tiempo que emplea.

c) Costo por suministro de materiales

⇒ El inspector de control de calidad revisa venas cableadas que fueron rechazadas por no cumplir con el área, la revisión se hace hasta que cumpla las especificaciones. Se utiliza el tiempo de la actividad cálculo de área de venas que consta en el anexo 13. En la tabla 45 se muestra el número de bobinas, cuando ocurre esto se revisa cinco veces hasta asegurarse que cumpla.

El inspector revisa el PVC que es devuelto por extrusión debido a fallas presentadas que impedían que se continuara fabricando el cable. En la tabla 45 se muestra también la cantidad de lotes que fueron revisados por control de calidad, el tiempo empleado por inspección fue de 34.2 min.

TABLA 44
COSTO DE RETRABAJO DEL PERIODO SELECCIONADO

Actividad	Personal	\$/h	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo total (\$)	Costo promedio (\$)
			tiempo (h)	Costo (\$)												
Repasar	Operador	1.20	9.65	11.58	3.25	3.91	3.87	4.64	6.19	7.43	4.90	5.88	2.78	3.33	36.76	6.13
Pelar material	Operador	1.20	16.67	20.00	5.51	6.62	6.59	7.90	10.53	12.64	8.33	10.00	4.74	5.68	62.84	10.47
	Operador	1.20	11.50	13.80	4.01	4.81	4.36	5.23	7.12	8.54	5.66	6.80	3.02	3.62	42.80	7.13
Revestir material	Ayudante	1.20	11.03	13.24	2.25	2.70	2.60	3.12	4.19	5.02	3.32	3.98	1.84	2.21	30.27	5.04
	Herramental	1.20	0.39	0.46	0.23	0.28	0.23	0.28	0.39	0.46	0.31	0.37	0.15	0.19	2.04	0.34
Aprobar material	Inspector	1.85	0.78	1.44	0.37	0.68	0.37	0.68	0.61	1.13	0.49	0.91	0.25	0.45	5.30	0.88
Costo total/Producción mensual				60.53		18.99		21.85		35.23		27.93		15.49	180.01	30.00

TABLA 45**CANTIDAD DE BOBINAS Y LOTES DE PVC INSPECCIONADOS POR MES**

Mes	No. de bobinas	Cantidad de lotes
Julio	3	5
Agosto	5	4
Septiembre	4	5
Octubre	2	3
Noviembre	5	2
Diciembre	3	1

La tabla 46 muestra los valores utilizados en el cálculo de los costos y los resultados que se obtuvieron.

d) Consulta entre los ingenieros de la fábrica

⇒ El Departamento de Control de Calidad emplea tiempo en ir a revisar el material que es rechazado por defectos.

⇒ El Departamento de Producción emplea tiempo en revisar el material que está presentando defectos.

El inspector de Control de Calidad realiza informe de No – Conformidad.

TABLA 46
COSTO POR SUMINISTRO DE MATERIALES DEL PERIODO SELECCIONADO

Actividad	Material revisado	\$/h	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
			tiempo (h)	Costo (\$)											
Revisión de Devoluciones	cable (venas cableadas)	1.85	7.35	13.60	12.25	22.66	9.80	18.13	4.90	9.07	12.25	22.66	7.35	13.60	16.62
	PVC	1.85	2.85	5.27	4.22	2.85	5.27	1.71	3.16	1.14	2.11	0.57	1.05	3.52	
Costo total/Producción Mensual				18.87		26.88		23.40		12.23		24.77		14.65	20.13

⇒ El Departamento de Producción hace el seguimiento de las acciones que se tomaron para corregir el problema. El Departamento de Calidad hace el seguimiento de las acciones que se tomaron para corregir el problema.

⇒ Se hace la restitución de la bobina que fue rechazada.

En la tabla 47 se muestra cada persona que participa de estas actividades, el tiempo empleado por cada uno, los costos mensuales y el costo promedio mensual. Los tiempos de cada paso realizado para estas actividades se encuentran detallados en el anexo 19. El tiempo que aparece en la tabla de resultados está transformado en horas.

En la tabla 48 se muestra los costos promedio mensuales de cada tipo de costo por fallas internas y el total.

TABLA 47
COSTO DE CONSULTA ENTRE LOS INGENIEROS DE FABRICA DEL PERIODO SELECCIONADO

Actividad	Personal	\$/h	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Costo promedio (\$)
			tiempo (h)	Costo (\$)											
Tiempo ocupado en reclamo Dpto. Control de Calidad	Inspector	1.85	9.94	18.39	3.26	6.03	3.87	7.16	6.20	11.47	4.91	9.08	2.78	5.14	9.54
Tiempo ocupado en reclamo Dpto. de Producción	Supervisor	3.40	16.38	55.69	6.48	22.02	7.09	24.10	11.56	39.30	9.19	31.26	4.92	16.74	31.52
Elaboración de informe de no-conformidad	Gerente	9.17	4.60	42.18	2.30	21.08	2.30	21.08	3.83	35.13	3.06	28.10	1.53	14.05	26.94
	Inspector	1.85	0.40	0.73	0.29	0.29	0.16	0.29	0.26	0.48	0.21	0.38	0.10	0.19	0.39
Seguimiento de Dpto. Producción	Jefe	3.80	2.30	8.74	1.15	4.36	1.15	4.36	1.91	7.27	1.53	5.82	0.77	2.91	5.58
	Gerente	9.17	11.40	104.54	3.34	30.67	3.34	30.67	5.57	51.11	4.46	40.89	2.23	20.44	46.39
Seguimiento del Dpto. Control de Calidad	Supervisor	3.40	13.06	44.40	6.53	22.19	6.53	22.19	10.88	36.98	8.20	27.88	4.35	14.79	28.07
	Jefe	3.80	9.29	35.30	4.64	17.65	4.64	17.65	7.74	29.41	6.19	23.53	3.10	11.77	22.55
Restitución de bobina rechazada por una buena	Gerente	9.17	2.03	18.62	1.01	9.28	1.01	9.28	1.69	15.47	1.35	12.38	0.68	6.19	11.87
	Inspector	1.85	4.56	8.44	2.28	4.22	2.28	4.22	3.80	7.03	3.04	5.62	1.52	2.81	5.39
Operador	Operador	1.20	0.50	0.60	0.25	0.30	0.25	0.30	0.42	0.51	0.34	0.40	0.17	0.20	0.39
	Supervisor	3.40	0.06	0.20	0.03	0.10	0.03	0.10	0.05	0.17	0.04	0.14	0.02	0.07	0.13
Costo total/Producción mensual				337.84		138.18		141.40		234.33		185.48		95.31	125.22

TABLA 48
COSTOS PROMEDIO MENSUAL DE FALLAS INTERNAS

Tipo de Costo	Costo promedio mensual (\$)
<input type="checkbox"/> Desperdicios	11.727,55
<input type="checkbox"/> Retrabajo	30,00
<input type="checkbox"/> Costo por suministro de materiales	20,13
<input type="checkbox"/> Consulta entre los ing. de fabrica	125,22
Total	11.902,90

3.2.2.2 Costos de Fallas Externas

Debido a que no hubo quejas de parte de clientes externos este ítem no se considerará para el cálculo de los costos de calidad, sin embargo la actividad de restitución de material, considerada como costo por fallas externas, se la considerará en los costos por fallas internas.

3.3 Obtención del Costo Total de la Calidad

Una vez calculado los costos promedio mensual de prevención, evaluación y fallas internas, se determinó el costo promedio total de la calidad. Ver tabla 49:

TABLA 49
COSTO PROMEDIO TOTAL MENSUAL DE LA CALIDAD – PERIODO
SELECCIONADO

Descripción del Costo	Costo promedio mensual(\$)
Costo de Prevención	210,08
Costo de Evaluación	651,88
Costo de Fallas Internas	11.902,90
Total	12.764,86

Con la producción mensual del segundo semestre del año 2002 y el costo total de calidad determinado para cada mes, se determinó el costo por unidad de obra del costo total de la calidad como se muestra en la siguiente tabla 50.

Para obtener el costo de las materias primas, necesarios para calcular el costo del producto, se consideró la cantidad de materia prima necesaria para fabricar un metro de cable, esta materia prima es el venas cableadas y el PVC. Ver tabla 51.

TABLA NO. 50

COSTO TOTAL POR UNIDAD DE OBRA MENSUAL DE LA CALIDAD

Fuente de costos	Costo por Unidad de Obra (\$/m)						Costo por unidad promedio mensual de la calidad (\$/m)
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Prevención	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006
Evaluación	0,020	0,025	0,021	0,021	0,023	0,023	0,022
Fallas Internas	0,239	0,399	0,305	0,323	0,292	0,238	0,299

TABLA 51

COSTO DE LA MATERIA PRIMA NECESARIA PARA PRODUCIR(REVESTIR)

UNA UNIDAD DE PRODUCTO

Descripción de Materia Prima	Cantidad	Costo \$	Costo Total
Cable (metros)	1,000	0,830	0,830
PVC (Kg)	0,12037	0,760	0,091

3.4 Obtención del Costo Total del Producto

El costo total del producto, es igual a la suma de los costos de las secciones de revestimiento de cable, herramental, mantenimiento, programación con los costos de calidad y mala calidad, es decir el costo de producir una unidad de producto(metro) es igual a la suma de las secciones principales con las auxiliares(que incluye costo de calidad y mala calidad), así se puede tener un valor real de cuanto cuesta producir una unidad de producto(metro), incluyendo los desperdicios que se generan al producir este producto. La tabla 52 nos muestra los resultados.

De los costos obtenidos se puede evaluar que el 88,01% de estos corresponde al proceso de producción de cables, 1,03% es de costos de calidad y 10,96% a costos de mala calidad. En vista de que el costo del proceso representa el mayor porcentaje del costo total del producto se hizo un análisis del proceso para establecer las mejoras que se harán para reducir estos costos elevados.

TABLA 52
COSTO DE PRODUCIR(REVESTIR) UNA UNIDAD DE PRODUCTO

	Descripción	Costo por unidad de producto (\$/m)	Porcentaje en función de cada subtotal(%)	Porcentaje en función del costo total(%)
Costo del proceso	Cable	0,830	34,57	30,43
	PVC	0,091	3,79	3,34
	Extrusión Cables	1,470	61,22	53,89
	Herramental	0,001	0,04	0,04
	Mantenimiento	0,003	0,12	0,11
	Programación	0,006	0,25	0,22
Subtotal		2,401	100	88,01
Costo de calidad	Prevención	0,006	1,83	0,22
	Evaluación	0,022	6,73	0,81
	Fallas Internas	0,299	91,44	10,96
Subtotal		0,327	100	11,99
Costo Total por metro		2,728		

También se puede notar que el porcentaje de costos de mala calidad que corresponde a fallas internas(91,44%) es mucho mayor en comparación con el costo de calidad, prevención y evaluación(8.56%). Por esta razón es necesario hacer un estudio de las actividades que se realizan como prevención, evaluación y fallas internas, con el fin de determinar cuales de los costos de fallas internas son posible reducirse y que costos de prevención y evaluación deben incrementar.

El rubro que refleja mayor porcentaje en el costo del proceso lo representa la sección de extrusión de cables con 53,89%, de esta sección los mayores costos los representa venas cableadas, PVC y el costo de personal que participa de este proceso. el costo de venas cableadas no puede ser modificado porque la misma cantidad de venas cableadas que entran al proceso salen revestidas. La cantidad de PVC utilizada es mayor de la que se debería utilizar. En el caso del personal debe hacerse una revisión y verificar si es necesario el número de personas que está trabajando en esta sección para fabricar este cable.

En el capítulo 4 se hará la propuesta de las mejoras que se harán para la reducción de los costos. La propuesta está encaminada a reducir el porcentaje de costos de mala calidad 25% aproximadamente del valor actual.

3.5 Análisis de Actividades de Costos de Calidad y Mala Calidad

Es necesario identificar que actividades correspondientes a calidad y mala calidad son las que generan mayores costos para así determinar que acciones se implementarán para la reducción de los

mismos. Por eso es necesario realizar un análisis de dichas actividades y definir cual o cuales tienen costos más elevados en comparación con las demás.

3.5.1 Método para la Determinación

El método para visualizar y comparar las actividades está generando mayores costos será el Diagrama de Pareto, ya que por la comparación que aplica este método se puede apreciar la actividad que representa mayores costos.

3.5.2 Análisis y Determinación

Se seguirán los mismos pasos que se establecieron cuando se determinó el producto que sería estudiado. Los valores que se utilizarán para este análisis son los costos promedio mensual de cada actividad de costos de calidad y mala calidad que se obtuvieron. Ver tabla 53.

TABLA 53

TABLA DE DATOS EN COSTOS Y PORCENTAJES

Descripción de Actividad	Costos	Total acumulado	Composición Porcentual
Desperdicios	11.727,55	11.727,55	91,874
Mat. y Eq. Pruebas e Inspección	189,82	11.917,37	1,487
Pruebas	180,38	12.097,75	1,413
Planeación de Calidad	152,99	12.250,74	1,199
Inspección y Pruebas	126,90	12.377,64	0,994
Consulta con los Ing. de Fábrica	125,22	12.502,86	0,981
Calibración del Equipo	69,06	12.571,92	0,541
Mediciones de Laboratorio	44,23	12.616,15	0,346
Preparación para Pruebas	30,49	12.646,64	0,239
Verificación del Diseño	30,40	12.677,04	0,238
Retrabajo	30,00	12.707,04	0,235
Costo de Suministro de Materiales	20,13	12.727,17	0,158
Control de Proceso	15,29	12.742,46	0,120
Desarrollo y Adm. Sist.	11,40	12.753,86	0,089
Inspección final	11,00	12.764,86	0,086
Total	12.764,86	-	100,00

Con estos datos se procede a dibujar el diagrama de Pareto, y lo hacemos un eje vertical y un eje horizontal:

(1) Eje Vertical izquierdo, se marca este eje con una escala desde 0% hasta el 100%

(2) Eje horizontal, se marca el número de intervalos igual al número de ítems clasificados

(3) Dibujamos un diagrama de barras en función del esquema dibujado y de los datos obtenidos que permite visualizar cual es

o cuales son las actividades que generan mayores costos, figura 3.1.

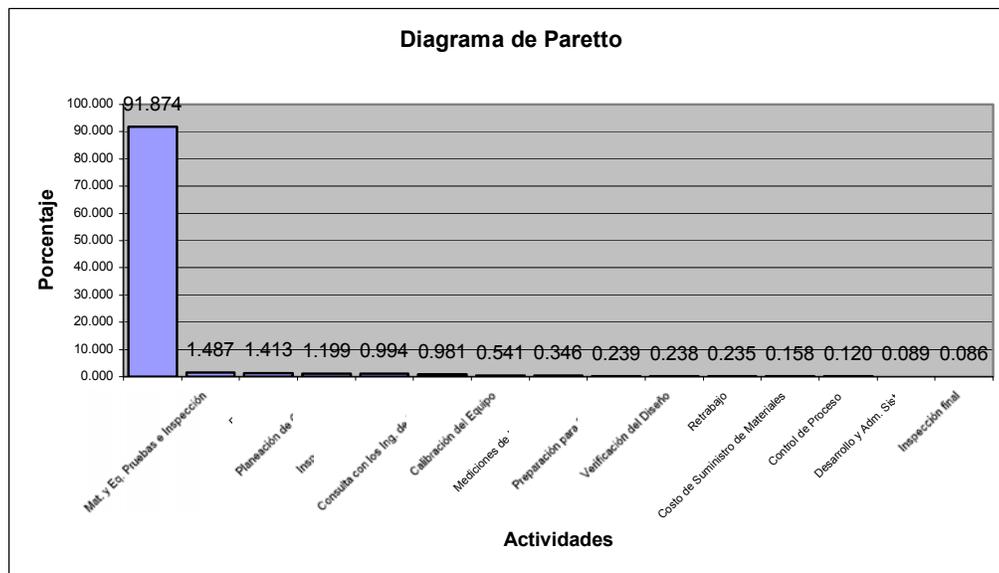


FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE PARETO DE ACTIVIDADES REALIZADAS PARA LA CALIDAD

Después de este análisis se puede apreciar que casi todos los costos son generados por los desperdicios que representa el 91,87%, luego tenemos Materiales y Equipos para Inspección y Pruebas seguido de Pruebas.

Para determinar las causas que influyen en los costos por desperdicios se utilizará la herramienta de Ishikawa o espina de pescado como se muestra a continuación. Ver figura 3.2

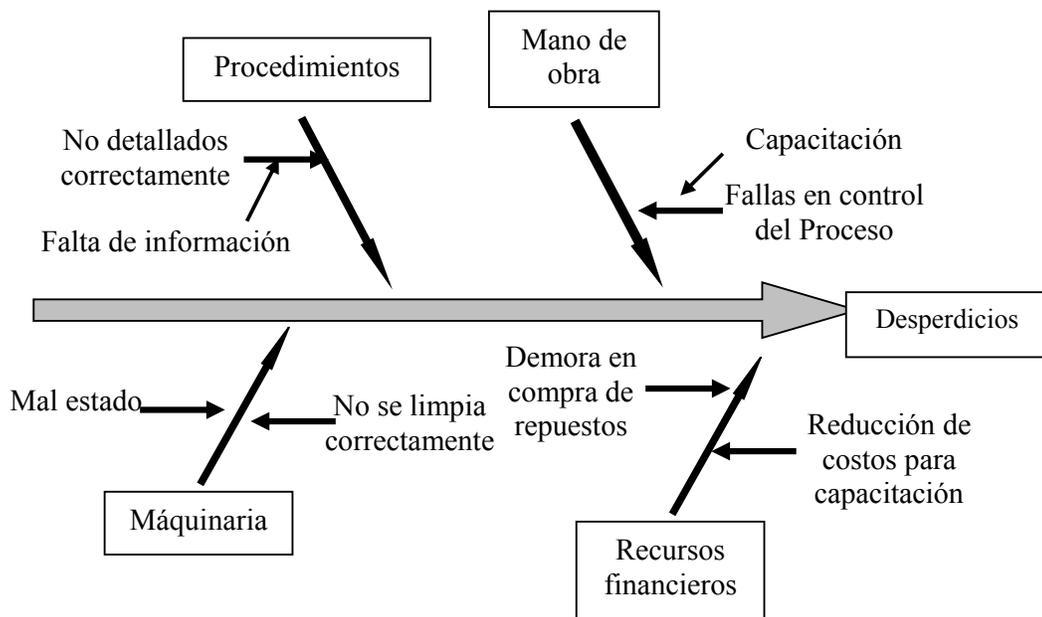


FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA ANÁLISIS DE DESPERDICIOS

Para este análisis se analizarán cuatro puntos que son: procedimientos(métodos), mano de obra, maquinaria y recursos financieros, no se consideró la parte medio ambiente, considerados en el análisis de las 5 M's porque no influyen directamente en el problema de desperdicios.

Como se puede observar las causas predominantes son:

- ❑ Procedimientos no detallados correctamente, el procedimiento para revestir el cable no está descrito apropiadamente.
- ❑ Falta de información, el operador no tiene una tabla con las temperaturas y velocidad a las que deben calibrar la máquina, cuando van a revestir el cable se les proporciona dicha información.
- ❑ Fallas en el control del proceso, el operador y el ayudante no realizan control durante el proceso.
- ❑ Falta de capacitación, el personal que trabaja en esta sección no ha sido capacitado sobre métodos para controlar el proceso.
- ❑ Máquina en mal estado, los pirómetros presentan fallas y la temperatura varía.
- ❑ Falta de limpieza de la máquina, el operador no realiza una limpieza adecuada antes de comenzar el proceso.
- ❑ Demora en compra de repuestos, el departamento de compras se demora en adquirir los repuestos que son solicitados para reparar las fallas en la máquina.

□ Reducción de costos para capacitación, se considera que los costos para capacitar al personal son elevados y se optó por reducir este rubro.

Se puede notar que a pesar de haber inspección por parte del departamento de control de calidad hay rechazo lo que hace pensar que es necesario que se realice actividades de control durante el proceso, esta también es una causa que origina problemas y está señalada en los diagramas de espina de pescado arriba detallados.

Se puede apreciar también que los costos de evaluación no representan un costo significativo, por lo que se puede introducir actividades adicionales de evaluación sin que exista incrementos significativos de costos por este concepto, realizando actividades de control durante el proceso por parte del operador o supervisor del área.

CAPITULO 4

4. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA BASADA EN SISTEMAS DE COSTOS DE CALIDAD

En el capítulo anterior se observó que los costos de fallas internas representan un porcentaje considerable del costo del producto(10.96%), mientras que los costos de prevención y evaluación(costos de calidad) son un porcentaje muy reducido de este valor(1.03%).

El plan de mejoras que se propone, se orienta a la reducción de los costos de fallas internas, en el que se incluye el sistema de costos de calidad que permitirá verificar si las mejoras implantadas en el proceso generan reducción en las fallas.

También se determinó las herramientas estadísticas de control que se utilizarán durante el proceso.

4.1 Rediseño de Procedimientos de Trabajo

En el proceso actual de revestimiento de cables interviene el operador de la máquina, el ayudante, el operador de herramental, el supervisor y el inspector. Se rediseño el procedimiento para el proceso de revestimiento de cables, en el cual se propone retirar al ayudante para ahorrar el costo de mano de obra ya que según el procedimiento actual las actividades que esta persona realiza podría realizarlas el operador. También se agregó actividades de control durante el proceso que las realizará el supervisor. La tabla 54 muestra el procedimiento que se realiza actualmente, los cambios propuestos y el procedimiento después de la incorporación de las mejoras. En el anexo 20 se muestra el flujograma del procedimiento rediseñado.

Además se le proporcionará al operador una tabla que muestre las temperaturas que deben registrar los pirómetros para que controle que no varíen las temperaturas calibradas al inicio del proceso. Esta

tabla se colocará en el panel de control para que el operador pueda verla todo el tiempo.

4.2 Determinación de Herramientas de Control

La primera herramienta que se utilizará es el sistema de Costos de Calidad que se puede utilizar para conocer los costes totales de los distintos productos que produce la empresa, permitirá medir los costos como resultado de los cambios implantados en los procedimientos de trabajo.

Hay siete herramientas básicas que se pueden utilizar para el control del proceso, estas son: diagrama de paretto, diagrama de espina de pescado, histograma, gráfico de control, diagrama de dispersión hoja de recogida o registro de datos y estratificación de datos. Por la aplicación de cada herramienta se escogió las siguientes: Hojas de Registro de datos y Cartas de Control.

TABLA 54

MEJORAS EN EL PROCESO DE REVESTIMIENTO DE CABLES

Proceso Actual	Propuesta de Mejora	Proceso Mejorado
Operador recibe orden de producción		Operador recibe orden de producción
Operador consulta con supervisor que la máquina esté en buenas condiciones		Operador consulta con supervisor que la máquina esté en buenas condiciones
Operador recibe de supervisor especificaciones del cable, tarjeta de identificación de producto y hoja de registro de producción		Operador recibe de supervisor especificaciones del cable, tarjeta de identificación de producto y hoja de registro de producción
El operador limpia y prepara la tolva de la extrusora		Operador limpia y prepara la tolva de la extrusora
Operador ordena al ayudante retirar el conductor de la sección de cableado.	El operador realizará esta actividad	Operador retira el conductor de la sección de cableado.
Operador retira los sacos de PVC del área de almacenamiento.		Operador retira los sacos de PVC del área de almacenamiento.
Ayudante acomoda la bobina en el portabobina de alimentación	El operador deberá realizar esta actividad	El operador acomoda la bobina en el portabobina
Ayudante coloca punta del conductor en el cabezal	El operador deberá realizar esta actividad	Operador coloca punta del conductor en el cabezal
Ayudante ajusta el conductor que se va revestir en el cabezal	El operador deberá realizar esta actividad	Operador ajusta el conductor que se va revestir en el cabezal
Operador calibra temperatura para que se funda el PVC.		Operador calibra temperatura para que se funda el PVC.
	Medidor óptico instalado para control de diámetro	Operador calibra el medidor óptico para que regule la dimensión del cable
Operador coloca en el cabezal la guía y la boquilla	El operador de herramental debe realizar esta actividad	Operador herramental coloca en el cabezal la guía y la boquilla
Operador prende el molino para que se caliente el PVC		Operador prende el molino para que se caliente el PVC

Proceso Actual	Propuesta de Mejora	Proceso Mejorado
Operador coloca el PVC en la tolva		Operador coloca el PVC en la tolva
Operador hace prueba de fluidez del PVC fundido.		Operador hace prueba de fluidez del PVC fundido.
Operador hace que máquina comience a revestir.		Operador hace que máquina comience a revestir.
El conductor pasa por debajo de boquilla y guía(1 metro)		El conductor pasa por debajo de boquilla(1 metro)
Operación detiene operación de revestido		Operación detiene operación de revestido
Operador saca muestra para verificar que el espesor del cable cumple con especificaciones.		Operador saca muestra para verificar que el espesor del cable cumple con especificaciones.
Operador lleva muestra a control de calidad	El supervisor realizará estas actividades	Supervisor analiza la muestra que se sacó del cable que fue revestido para verificar dimensiones y espesor
Operador regresa con el resultado de control de calidad		
		Supervisor llena la hoja de registro de espesores del conductor
Operador hace que la máquina continúe con la operación de revestido.		Operador hace que la máquina continúe con la operación de revestido.
Conductor pasa por el tren de enfriamiento		Conductor pasa por el tren de enfriamiento
Conductor pasa por tren de orugas		Conductor pasa por tren de orugas
Conductor pasa por poleas		Conductor pasa por poleas
Ayudante con la ayuda de otra persona hala el conductor para que se enrolle en bobina de recepción	El operador y supervisor realizarán esta tarea	Supervisor y operador halan el conductor para que se enrolle en bobina de recepción
Conductor llega a bobinador de recepción		Conductor llega a bobinador de recepción

Proceso Actual	Propuesta de Mejora	Proceso Mejorado
Conductor se enrolla en la bobina		Conductor se enrolla en la bobina
	Se añade actividad de control de temperatura de los pirómetros	Operador verifica cada 1/2 hora que temperatura calibrada se mantenga
Operador detiene la operación de revestido para realizar medición del espesor del cable		Operador detiene la operación de revestido para realizar medición del espesor del cable
Operador saca muestra del cable para verificar especificaciones		Operador saca muestra del cable para verificar especificaciones
Operador da muestra a ayudante para que la lleve a Control de Calidad	El supervisor realizará esta actividad	Supervisor realiza la verificación de las especificaciones del cable
		Supervisor llena la hoja de registro de espesores del conductor
Operador hace que continúe la operación de revestido		Operador hace que continúe la operación de revestido
Ayudante entrega muestra a inspector para que verifique que el espesor del cable cumple con especificaciones.	Esta actividad ya no se realizará	
Ayudante da resultados al operador	Esta actividad ya no se realizará	
Operador apaga la máquina después de que se completa la carga de la bobina.		Operador apaga la máquina después de que se completa la carga de la bobina.
Ayudante baja bobina	El operador realizará esta actividad	Operador baja bobina
Inspector Control de Calidad inspecciona la bobina		Inspector Control de Calidad inspecciona la bobina
		Supervisor registra los resultados de la inspección de control de calidad

Las hojas de registro de datos cumplen la función de recopilar ordenadamente toda la información importante y útil que se genera en los procesos y sus actividades, estas hojas deberán contener los datos que se obtengan de las mediciones realizadas por el operador. El formato de la hoja de registro se lo muestra en el punto 4.2.4.3 (determinación de documentación requerida).

Las cartas de control se utilizan para controlar la estabilidad de los procesos, mediante el seguimiento de los valores de las características de la calidad y su variabilidad, las cartas de control que se utilizarán son las siguientes:

- Gráfica p , que se utiliza para la fracción de defectuosos.
- Gráfica $\bar{x} - R$, esta gráfica se la utiliza para controlar y analizar un proceso en el cual la característica de calidad del producto que se está midiendo toma valores continuos, y esto proporciona la mayor cantidad de información sobre el proceso. La \bar{x} representa un valor promedio de un subgrupo y R representa el rango del subgrupo. Debido a que se tomará medidas de espesores y dimensiones, pesos del cable se utilizará este tipo de gráfica.

4.2.1 Determinación del Objeto de Control

Como nuestro objetivo es el de disminuir los rechazos generados y el exceso de materia prima ese será nuestro objeto de control. Entonces se deberán registrar los valores siguientes:

- ✓ Espesores de aislamiento
- ✓ Causas de rechazo de material
- ✓ Cantidad en metros rechazados por cada causa
- ✓ Exceso de PVC utilizado

4.2.2 Establecimiento de Metas de Control

Como se analizó hay costos elevados debido a desperdicios, exceso en el uso de materia prima, deficiencia en los procedimientos, en el plan de mejoras se estableció procedimientos que ayudarán a controlar y reducir los costos por lo que es necesario establecer metas que se deben cumplir.

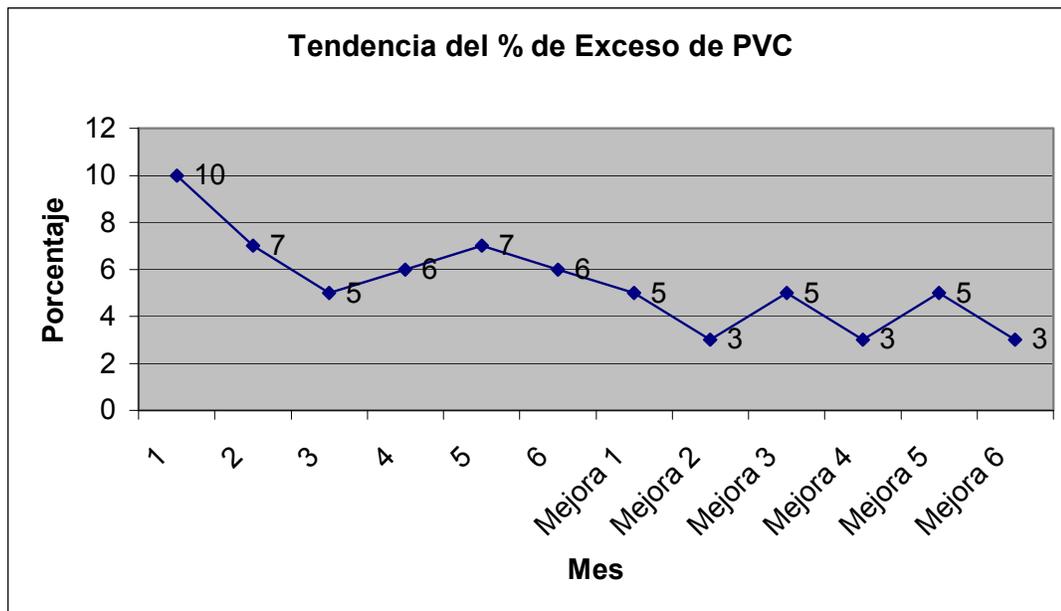
En lo referente al exceso de materia prima, específicamente PVC, que se utiliza en la fabricación de los cables aislados, se tiene como meta bajar un 2% semestral del porcentaje promedio

de excesos del período comprendido de julio a diciembre del 2002 luego de la implantación de las mejoras.

A continuación la tabla 55 muestra el % de exceso de materia prima del período comprendido de julio a diciembre del 2002. La figura 4.1 muestra el gráfico que presenta la tendencia del porcentaje de exceso de PVC de la tabla 55 y el porcentaje al que se propone reducir.

TABLA 55
CANTIDAD DE PVC EN EXCESO POR MES

Mes	Cantidad en Exceso	%
Julio	812,49	10,00
Agosto	316,62	7,00
Septiembre	316,04	5,00
Octubre	379,01	6,00
Noviembre	367,86	7,00
Diciembre	253,18	6,00



**FIGURA 4.1 . GRAFICO DE LA TENDENCIA DE EXCESO DE PVC POR MES
– REAL Y PROYECTADO**

El gráfico permite observar que los porcentajes de exceso de PVC deberán mantenerse entre un 3 y 5% después de implantadas las mejoras. Lo que quiere decir que el costo de PVC dentro del proceso de revestimiento del cable deberá disminuir.

En la tabla 56 se muestran los índices de rechazo mensual y la cantidad promedio que se rechazó por mes del periodo comprendido de julio a diciembre del 2002. En base de estos

porcentajes se determinó el valor al cual se deben reducir los rechazos por mes.

TABLA 56
CANTIDAD DE RECHAZO MENSUAL

Mes	Rechazo mensual (mt.)	%
Julio	5.560,55	10,07
Agosto	4.907,64	15,53
Septiembre	5.310,90	11,80
Octubre	5.905,03	13,25
Noviembre	4.394,71	11,97
Diciembre	2.822,18	9,48

En la figura 4.2 se muestra los porcentaje(índices) de rechazos generados que se encuentran en la tabla 56, el valor proyectado para el primer año de implantación y el porcentaje al que se espera llegar en el segundo año de implantación, estos valores equivalen al 25% de reducción de los rechazos en el primer año y 50% en el siguiente.

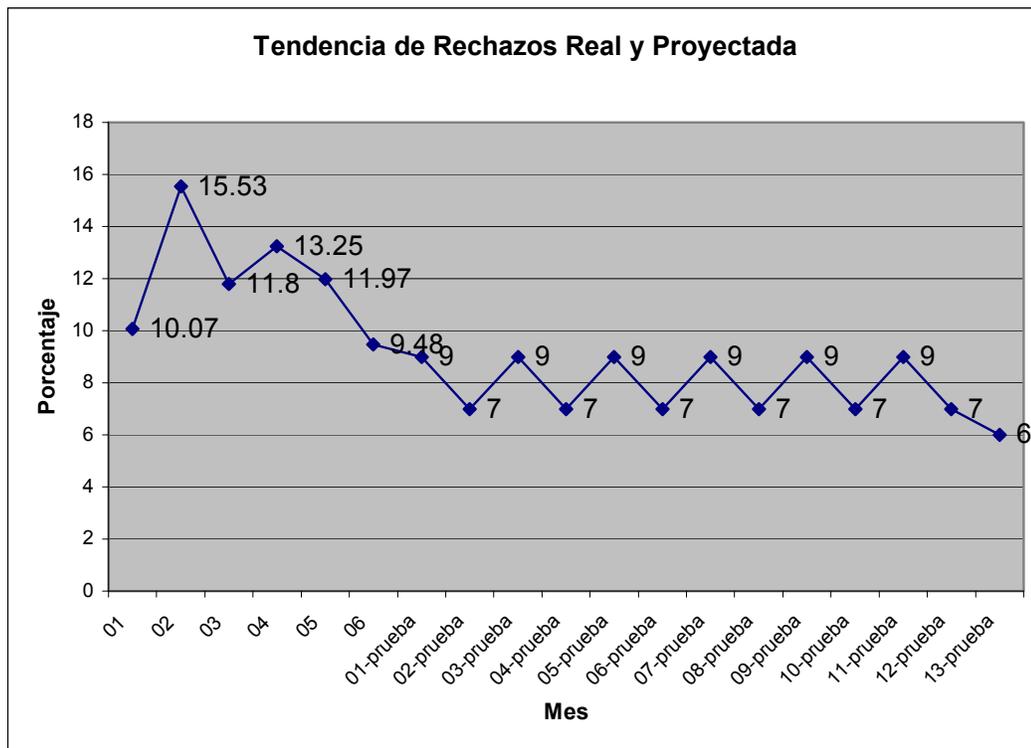


FIGURA 4.2. GRAFICO DE LA TENDENCIA DE RECHAZO DE CABLES POR MES – REAL Y PROYECTADO

Según el gráfico el porcentaje de rechazos para el año 2003 se mantiene fluctuando entre un 9 y 7% aproximadamente, pero para el primer mes de mejoras en el segundo año deberá bajar a 6%. Al reducir este porcentaje de rechazos también debe disminuir el costo de mala calidad(fallas internas) que se calculó en el capítulo 3.

4.2.3 Determinación de Procedimientos para Control

a) El supervisor realizará el control del proceso, debe llenar hojas de registro con los datos que obtenga de las mediciones que hará y cantidad de defectuosos y causas de rechazo. El procedimiento que deberá seguir para el control es:

- Supervisor mide diámetro externo en tres puntos diferentes.
- Supervisor saca el revestimiento en los tres puntos que midió
- Supervisor mide diámetro sin revestimiento en los tres puntos medidos anteriormente.
- Supervisor obtiene el valor del espesor del aislamiento en cada punto con la siguiente fórmula:

$$\text{Espesor} = \frac{D_e - D_i}{2}$$

D_e : Diámetro externo

D_i : Diámetro interno

- Supervisor calcula el espesor promedio del aislamiento con la siguiente fórmula:

$$\text{Espesor promedio del aislamiento} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

E: espesor del aislamiento

- Supervisor compara espesor obtenido con el de las especificaciones de la tabla
- Supervisor y operador verifica que esté bien el centrado del cable
- Operador continúa con la producción una vez que todos los parámetros son verificados y están correctos.
- Supervisor anota el valor del espesor encontrado en la hoja de registro de espesores.
- Se realiza dos mediciones intermedias del espesor del aislamiento del cable, se divide la longitud del cable para tres y cuando se cumpla la cantidad de metros que se obtuvo de esta división se realizará la medición.
- Supervisor anotará estos valores en la hoja de registro de espesores.
- Al final cuando se termine la producción correspondiente a la bobina, el inspector tomará una muestra y verificará si cumple con especificaciones.
- El supervisor anota el valor que le da el inspector en la hoja de registro de espesores.
- Si cumple el cable con las especificaciones es aprobado.

□ Es necesario acotar que si hay algún valor que no está cumpliendo con las especificaciones se realizará las modificaciones necesarias para que cumpla.

□ Supervisor anota la cantidad de cable que fue rechazado y la causa del rechazo.

Una vez definidos los procedimientos para control que el personal operativo deberá seguir, se les debe proporcionar capacitación. Para esto se propone contratar a una empresa para que proporcione este servicio.

b) Elaboración de Gráficas de Control

□ Cuando llega el fin de mes recoge la hoja con el registro de los espesores medidos y las cantidades de defectuosos.

□ El supervisor obtiene los valores promedios de los espesores que registró el operador.

□ Obtiene los límites central, superior e inferior para la gráfica de control $\bar{x} - R$, utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{LSC} = \bar{x} + A_2 \bar{R} \quad \text{LC} = \bar{x} \quad \text{LIC} = \bar{x} - A_2 \bar{R}$$

LSC: es el límite superior de control de la gráfica de control, que es el valor máximo al cual debería llegar el valor del espesor medido.

LC: es el límite central de control que está dado por el promedio de las medias de las lecturas tomadas.

LIC: es el límite inferior de control de la gráfica de control, que es el valor mínimo al cual debería llegar el valor del espesor medido.

\bar{X} : promedio obtenido dividiendo el total de los x de cada subgrupo por el número de subgrupos k

R: rango de cada subgrupo que se obtiene restando el valor máximo del valor mínimo de los datos del subgrupo

A_2 : es el coeficiente determinado por el tamaño del subgrupo que se encuentra en la tabla de valores para las gráficas de control.

- Luego grafica los espesores promedios obtenidos.
- De la hoja de registro de defectuosos obtiene la cantidad de bobinas de cable que se rechazaron y las causas.
- Obtiene la fracción de defectuosos p , dividiendo el número de rechazos del día para la cantidad de bobinas fabricadas en el día.

□ Obtiene los límites para la gráfica de control con las siguientes fórmulas:

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n} \quad LC = \bar{p} \quad LSC = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$

LSC: es el límite superior de control de la gráfica de control, que es el valor máximo al cual debería llegar el número de defectuosos registrado.

LC: es el límite central de control que está dado por el promedio del número de defectuosos.

LIC: es el límite inferior de control de la gráfica de control, que es el valor mínimo al cual debería llegar el número de defectuosos registrado.

\bar{p} : es la fracción promedio de defectuosos obtenida dividiendo el número total de unidades defectuosas de cada subgrupo por el número total de muestras.

n: es el tamaño de cada subgrupo establecido

3: es el percentil 99.87 en la distribución normal

□ Luego ubica los datos en la gráfica de control de defectuosos.

El programador e inspectores de calidad también deberán realizar actividades de control que se detallan a continuación:

a) Obtención de Costos del Proceso de Revestimiento de Cables y de Calidad Mensual

- El programador obtiene los datos de los recursos utilizados en el mes para el proceso de revestimiento de cables por cada sección principal y auxiliar.
- Calcula los costos para cada sección.
- Anota los resultados obtenidos en la hoja de comparación de los Costos por secciones.
- De la hoja de registro de defectuosos obtiene la cantidad en metros de cable rechazado.
- De la hoja de registro de actividades de Prevención, Evaluación y Fallas internas obtiene los datos para calcular los costos de calidad y mala calidad.
- El costo obtenido lo registra en la hoja de comparación de costos de calidad.

b) Obtención de Pesos de Cables y Comparación versus el Teórico

- Inspector saca muestra de bobina terminada, aproximadamente 20 cm.

- Separa cada componente de la muestra y los pesa en la balanza digital.
- Registra estos valores en la hoja.
- Registra cantidades de cable fabricadas por día en la hoja.
- En la hoja de comparación anota el peso por metro del cable.
- Luego copia los valores obtenidos al pesar cada muestra, multiplicado por cinco.
- Procede a hacer los cálculos para obtener el peso teórico y el real.
- Hace las comparaciones respectivas.

4.2.4 Implantación del Sistema de Costo Total de Calidad

Para comprobar que es factible implantar este sistema, se debe demostrar que es rentable, por lo que vamos a realizar un análisis de rentabilidad.

4.2.4.1 Análisis de la Rentabilidad del Costo de Calidad

Se evaluó la rentabilidad económica de la inversión en costos de calidad a través de la comparación del

importe invertido en la acción formativa e inversión en equipos para control y la reducción de costos, producto de la implantación de las mejoras.

Se utilizó el método del cálculo del rendimiento de la inversión utilizando el ROI, que es un ratio que divide el beneficio de la inversión por el importe invertido. Este valor (porcentaje) reflejará cuanto la inversión producirá de ganancia para la empresa en un año.

(1) El valor del medidor óptico que se va a comprar para colocarlo en la máquina extrusora. El costo de este equipo es de 16.000 dólares.

(2) El valor que se invertirá en la acción de capacitación está dado en base de la propuesta presentada por la empresa que brindará la capacitación, cuyo costo sería:

# personas	Costo por persona	Costo (\$)	# de horas
Productividad y Relaciones Humanas			
15	75	1125	30
Técnicas Estadísticas y su aplicación			
8	80	640	40
Metodología Básica para la Productividad			
7	-	3200	30
Administración y Mejora de Procesos			
7	-	3300	40

Para el primero y tercer curso se dictarán 15 charlas de dos horas cada una. Se recibirán 20 charlas para el segundo curso de 2 hora cada una. Para el cuarto curso se recibirán 10 charlas de cuatro horas cada una.

También se debe considerar como costos el tiempo que personal permanece en cada curso de capacitación. A continuación se muestra estos costos.

Personal	# de personas	# horas	\$/ hora	Total
Productividad y Relaciones Humanas				
Planta	8	240	1,20	288,00
Jefaturas Planta	3	90	3,40	306,00
	2	60	1,85	111,00
	1	30	3,80	114,00
	1	30	9,17	275,10
Técnicas Estadísticas y su aplicación				
Planta	8	320	1,20	384,00
Metodología Básica para la Productividad				
Jefaturas Planta	3	90	3,40	306,00
	2	60	1,85	111,00
	1	30	3,80	114,00
	1	30	9,17	275,10
Administración y Mejora de Procesos				
Jefaturas Planta	3	120	3,40	408,00
	2	80	1,85	148,00
	1	40	3,80	152,00
	1	40	9,17	366,80

Adicionalmente se consideró que como resultado de la implantación de mejoras el costo de calidad se incrementará en aproximadamente un 15,15%, debido a la compra del medidor óptico y las actividades de control que realizará el supervisor esto implica una inversión periódica estimada de 120,27 lo que equivale a 1443,24 en el año.

También se consideró para el cálculo de la rentabilidad de la inversión, el ahorro que se va a generar al realizar

las mejoras propuestas, en este caso serían los siguientes valores:

<i>Ahorro primer semestre sección revestimiento de cables:</i>	1.943,51
<i>Ahorro segundo semestre sección revestimiento de cables:</i>	2.624,81
<i>Ahorro en los desperdicios anual:</i>	35.147,67
<i>Ahorro en retrabajo anual:</i>	89,97
<i>Ahorro en Costo de Suministro de Materiales anual:</i>	60,42
<i>Ahorro en Consulta de Ingenieros de Fabrica anual:</i>	566,28

Primero se calculó el total de la inversión que es de 40.432,66, este valor se obtuvo sumando el costo de la capacitación que se le proporcionará al personal, considerando el costo de los cursos que se dictarán y el tiempo que tomarán en recibir las charlas, con el incremento del costo de calidad y el costo del medidos óptico . Luego se sumó todos los valores que

representan ahorro lo que da un total de 29.067,24. En función de estos dos valores globales se estimó el ROI.

La fórmula para el cálculo de este valor es:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Inversión}}$$

De donde el beneficio se refiere al beneficio neto que se obtiene, así tenemos: Beneficio neto= Beneficio – Inversión= 40.432,66 – 29.067,24= 11.365.42

Así el ROI es:

$$\text{ROI} = \frac{11.365,42}{29.067,24} = 0,3227$$

lo que equivale a 32,27% \cong 32,00%

este resultado permite visualizar que después del primer año de implantadas las mejoras se obtendrá 32% de utilidades en función de la inversión realizada.

4.2.4.2 Determinación de Responsabilidades

Las responsabilidades para cada actividad de control se repartirán de la siguiente manera:

- ✓ Mediciones y registro de espesores y defectuosos:
Supervisor
- ✓ Graficas de Control: Supervisor
- ✓ Obtener datos de Costos de sección y calidad:
Programador
- ✓ Obtener pesos de cable y registrarlos: Control de Calidad
- ✓ Comparación de Pesos de Materias Primas :
Control de Calidad

4.2.4.3 Determinación de Documentación Requerida

Para registrar los datos se estableció formatos de hojas de registro, a continuación se muestran los modelos de hojas de registro que se utilizarán:

HOJA DE REGISTRO DE PESOS DE CABLE POR BOBINA

Operador:		
Código:		
Producto:		
MES:		
DIA:	Peso	Cantidad
Total		

Este formato servirá para registrar el peso por metro obtenido de cada muestra de cable que se saque de la bobina. Para luego hacer la comparación respectiva con la cantidad especificada y verificar el exceso que hubo.

HOJA DE REGISTRO DE RECURSOS PARA CADA SECCION

Código:		Producto:		
Recursos	Descripción	Mes		
		Costo (\$)	Cantidad utilizada	Costo Mensual (\$)
Materiales				
Personal				
Alquiler				
Amortización				
Energía				
Costo Total /Producción mensual				

En esta hoja se registrará los recursos que se utilizan en el mes en cada sección principal y auxiliar, incluyendo el costo unitario de cada uno.

HOJA DE COMPARACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD

Código:		Producto:					
Indicadores	Antes de Cambios	Después de Cambios					
Costos de Calidad		1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes
Planeación							
Control							
Verificación							
Desperdicios							
Retrabajo							
Consulta entre ingenieros							
Inspección y Pruebas							
Mediciones en Laboratorio							
Pruebas							
Preparación para Pruebas							
Material y equipo para pruebas e inspección							

En esta hoja se registrará los costos de calidad y baja calidad que se obtengan por mes, y se los compara con los costos base resultado de este estudio.

HOJA DE REGISTRO DE COSTOS POR SECCIONES

Código:	Producto:					
Tipo de Coste	Año:					
	Costo por mes					
	1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes
Secciones						
<u>Principales</u>						
Extrusión						
Cables						
Herramental						
<u>Auxiliares</u>						
Mantenimiento						
Programación						
Calidad						
Total:						

En esta hoja se registrará los costos por secciones obtenidos, y con estos datos se evaluará si las mejoras hechas están dando el resultado que se esperaba.

4.2.4.4 Detalle de Procedimientos del Sistema de Calidad

Para implementar el Sistema de Costos de Calidad, es necesario detallar procedimientos para la operación del sistema.

A continuación se presenta el detalle del procedimiento que se va a utilizar para obtener los Costos Totales de Calidad ya que entre los procedimientos de control está el de obtener la comparación mensual de los costos que se vayan obteniendo en base de los primeros que se hallaron

- Después de los cambios establecidos, se procederá a tomar nuevamente tiempos de las actividades que se realizan después del cambio.
- Del registro de defectuosos el programador obtiene las cantidades que se rechazaron para calcular el costo de desperdicios físicos

- Diariamente se verifica si ha habido retrabajo como consecuencia de rechazos de cable que puede ser reprocesado.
- Cada informe de No Conformidad se contabiliza y se archiva por tipo de conductor
- Cada estudio que se generó por el informe de No Conformidad debe ser registrado junto con el tiempo que se tomó en solucionar completamente el problema, este registro se hará en el mismo informe.
- El registro de la chatarra de PVC y Cobre generado por calidad se pasará al registro de los costos de Calidad
- El valor de la calibración que se hace anualmente debe registrarse en el formato de los Costos de Calidad
- Las charlas de capacitación que se den posteriormente debe registrarse, tanto su valor como el tiempo que se dicte y las personas que asistan.

4.2.5 Establecimiento de Períodos de Revisión de Costos

Debido a la necesidad de reducción de los costos que se tienen por los desperdicios en que se incurren al fabricar este tipo de

cables es necesario establecer el período de revisión de los costos de calidad. Por lo tanto se determinará una revisión mensual de los costos de calidad.

Por eso en las hojas de registros de los costos de calidad y de las secciones se ha definido cuadros para cada mes, comenzando por 6 meses de prueba piloto para verificar que se haya implementado correctamente el Sistema de Costos de Calidad.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones de este estudio tenemos:

- A través del análisis de la información existente se determinó que el nivel de rechazo que se producía estaba por encima del promedio de la competencia local, observándose que el nivel de desperdicio en el cobre era de 3,55% promedio y en PVC 4,857%, mientras que la competencia tiene un promedio de rechazo en cobre de 1% y 1,5% en PVC.
- Con el análisis de la producción se determinó que los defectos más frecuentes que producen desperdicios de materia prima de cobre y PVC, son por espesor de aislamiento bajo, granulaciones, diámetro de alambre bajo Y espesor alto.

- Del análisis de costos se determinó que el costo total de fabricación del producto es de 2,728 y el costo total de calidad, de prevención 0,006\$/m, de evaluación 0,022\$/m y de fallas internas 0,299\$/m. Observándose que a pesar de realizarse actividades de prevención y evaluación estas no son suficientes ya que los costos generados por fallas son altos y representan el 10,96% del costo del producto.
- Del análisis realizado a los costos de calidad y mala calidad se determinó que la mayor causa de estos costos corresponden a los desperdicios de cobre y PVC que representa 91,874% de estos costos.
- Analizando las causas que generan los desperdicios se encontró que las causas predominantes son: procedimientos no detallados correctamente, falta de información, falta de control en el proceso, falta de capacitación, máquina en mal estado, falta de limpieza de la máquina, demora en compra de repuestos y reducción en costos de capacitación
- Como resultado del análisis de rentabilidad de la implantación del sistema de costos de calidad se encontró que la tasa de rendimiento de la inversión para el primer año sería de $32,27 \cong 32\%$ aproximadamente, lo que refleja que además de recuperar la inversión realizada se obtendrá el 32% de ganancia sobre la inversión, esta tasa obtenida está por encima de la tasa establecida por el banco central que fluctúa entre 8 y 10% anual.

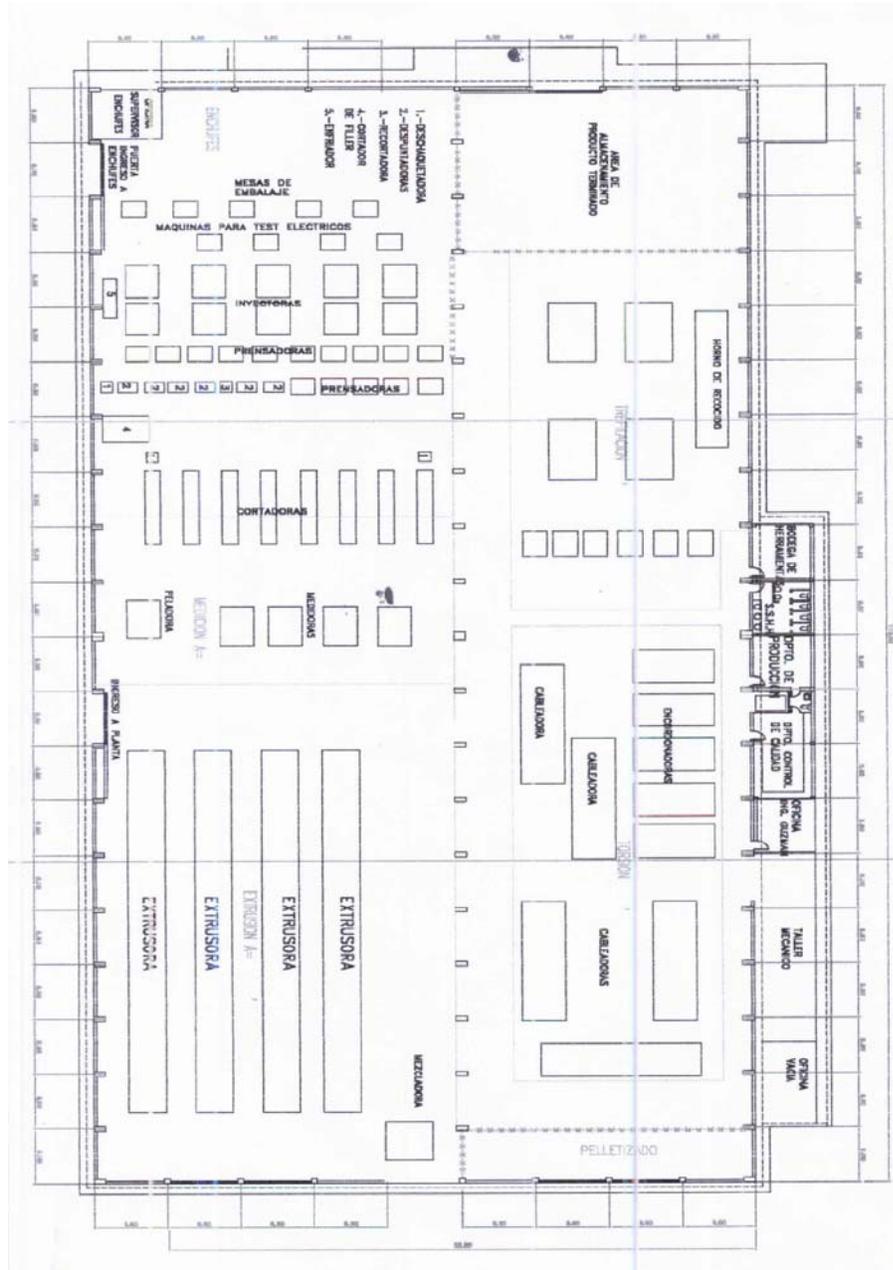
Como recomendaciones tenemos:

- Se debe extender este estudio a las otras secciones de producción y los otros productos que fabrica la empresa.
- Se debe realizar lo más urgente posible la implantación del sistema de costos de calidad para poder monitorear si las mejoras que se implanten están dando como resultado la reducción de los costos excesivos encontrados.
- Se recomienda realizar un estudio relacionado con el mantenimiento de las máquinas que realizan el revestimiento del cable, ya que entre las causas que se mencionó en el análisis de Ishikawa relacionado con los desperdicios se mencionó el mal estado de la maquinaria.
- Después de pasado el año de implantación de las mejoras debería realizarse un análisis y verificar cuanto de la inversión se recuperó verdaderamente, ya que los valores que se utilizaron en el cálculo del ROI fueron estimados.

ANEXOS

ANEXO 1

DISTRIBUCIÓN DE SECCIONES EN EL AREA DE PRODUCCION



ANEXO 2

TIPOS DE CABLES Y NORMAS DE FABRICACIÓN Y CALIDAD

MATERIAL	NORMAS
1. Alambre de cobre desnudo	ASTM B2, B3, B8 - NEMA WC5- IPCEA 61-402 — INEN
2. Alambre de cobre aislado- incaplast TW	ASTM B2,B3, UL 83 — NEMA WC5- IPCEA 61-402 — INEN
3. Cable de cobre desnudo 600V	ASTM B2, B3, B8 - NEMA WC5- IPCEA 61-402 — INEN
4. Cable incaplast TW 600V	ASTM B2,B3, UL83 — NEMA WC5- IPCEA 61-402—INEN
5. Cable incavinil TTU 2000 V	ASTM B3, B8 — NEMA WC5 - IPCEA 61-402 — INEN
6. Cable incaflex sencillo 600V	ASTM B2,B172,B174 — UL62 — INEN
7. Cable incasold	ASTM B3,B 174 — 1NEN
8. Cable incaflex paralelo SPT-1, SPT-2, SPT-3 600V, dos y tres conductores	ASTM B2,B172,B174 — UL62 — INEN
9. Cable incaplomo 600V	ASTM B3,B8 - 13L719 — UL493 — INEN
10. Cables para antena de TV	ASTM B3,B 174 — INEN
11. Cable de parlante	ASTM B3,B 174- UÑEN
12. Cable de bujía	ASTM B3,B174 – 1NEN
13. Cables telefónicos	ERICSON — 1NEN — IETEL
14. Cables concéntricos(STW, SJT, SJTW, SRDT)	UL62 — UL83- ASTM B2,B172,B174 IPCEA 6 1-402 — NEMA WC5 — INEN

ANEXO 3

UTILIZACIÓN DE CABLES Y ALAMBRES

Tipo de Cable	Descripción	Uso
Alambre desnudo	Un alambre de cobre	Conducción en general
Cable desnudo	Varios alambres de cobre	
Alambres aislados	Un alambre de cobre revestido con PVC	Instalación en construcciones
Cable TW	Varios alambres de cobre y revestido con PVC	
Cables incaplomo	Formado por dos alambres de cobre aislados y luego revestidos con PVC	
Cables paralelos	Dos cordones formados con hilos de cobre y luego revestidos en paralelo con PVC	Aparatos electrónicos y equipos industriales
Cables sencillo 600V	Un cordón formado con hilos de cobre y luego revestido con PVC	
Cables incasold	Varios cordones trenzados entre si y luego revestido con PVC	
Cables de bujía	Un cordón formado con hilos de cobre y luego revestido con PVC	
Cables telefónicos	Dos alambres revestido con PVC	Telefonía
Cables para antena de TV	Dos cordones formados con hilos de cobre y luego revestidos en paralelo con PVC	Electrónica — Radio TV
Cable de parlante	Dos cordones formados con hilos de cobre y luego revestidos en paralelo con PVC	
Cables TTU	Varios alambres de cobre y revestido primero con polietileno y luego revestido con PVC	Energía
Cables SJTW y STW	Varios cordones con hilos de cobre revestidos con PVC, luego trenzados entre si y nuevamente revestidos con PVC	Señalización y control; Extensiones
Cables SRDT	Cuatro cordones con hilos de cobre revestidos con PVC, luego trenzados entre si y nuevamente revestidos con PVC	Extensiones

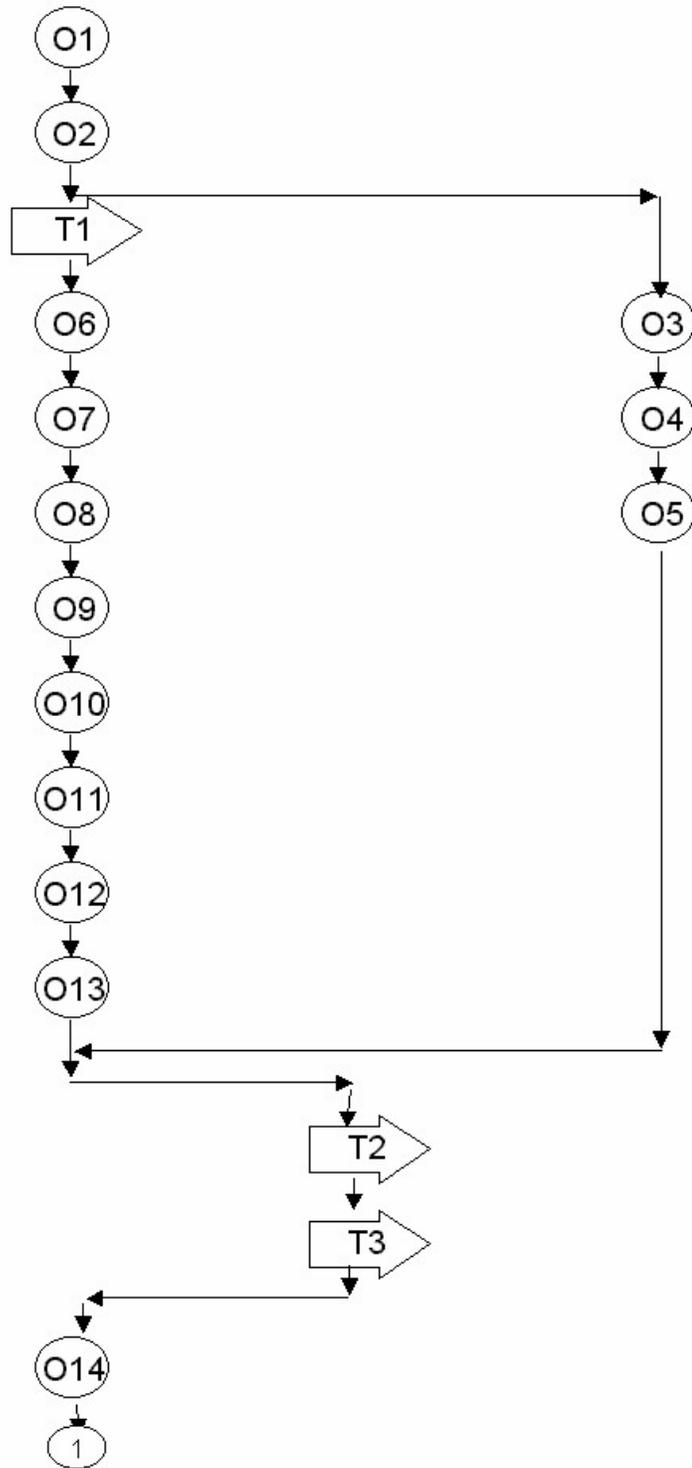
ANEXO 4

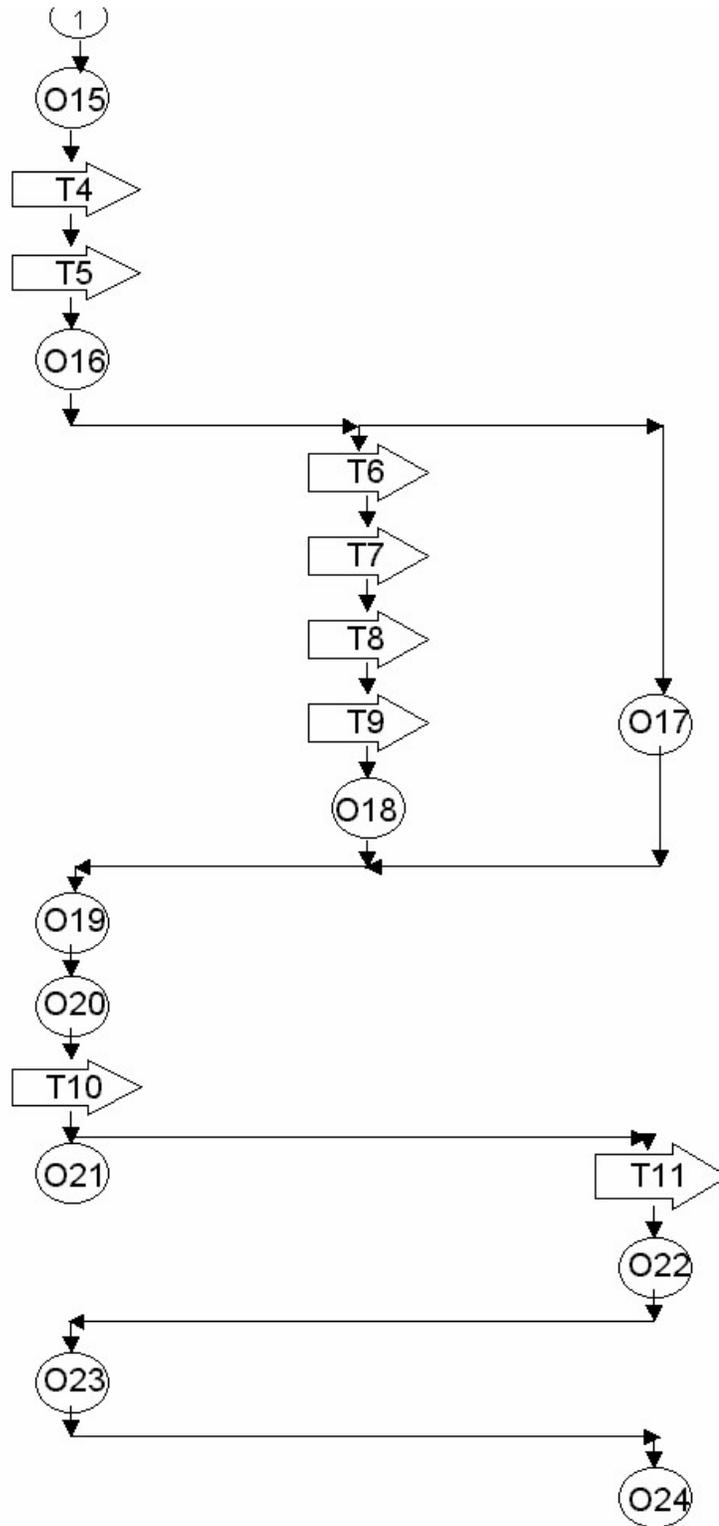
PROCESO DE REVESTIMIENTO

O1	Operador recibe orden de producción	35 seg.
O2	Operador ordena al ayudante retirar el conductor de la sección de cableado.	163 seg.
T1	Operador retira los sacos de PVC del área de almacenamiento	90 seg.
O3	Ayudante acomoda la bobina en el portabobina de alimentación	30 seg.
O4	Ayudante coloca punta del conductor en la máquina	45 seg.
O5	Ayudante ajusta el conductor que se va revestir	30 seg.
O6	El operador limpia y prepara la tolva de la extrusora	300 seg.
O7	Operador calibra temperatura para que se funda el PVC	46 seg.
O8	Operador retira las herramientas(guía y boquilla)	31 seg.
O9	Operador coloca en el cabezal la guía y la boquilla	940 seg.
O10	Operador prende el molino para que se caliente	25 seg.
O11	Operador coloca el PVC en la tolva	71 seg.
O12	Operador hace prueba de fluidez del PVC	420 seg.
O13	Operador hace que la máquina comience a revestir	10 seg.
T2	El conductor pasa por debajo de la boquilla(1 metro)	10 seg.
T3	Conductor pasa por la guía(1 metro)	15 seg.
O14	Operador detiene la operación de revestido	10 seg.
O15	Operador saca muestra para verificar que el espesor del cable cumple con especificaciones.	10 seg.
T4	Operador lleva muestra a control de calidad	30 seg.
T5	Operador regresa con el resultado de control de calidad	291 seg.
O16	Operador hace que la máquina continúe con la operación de revestido.	10 seg.
T6	Conductor pasa por el tren de enfriamiento(1 metro)	1.7 seg.
T7	Conductor pasa por tren de orugas(1 metro)	1.7 seg.
T8	Conductor pasa por poleas(1 metro)	2 seg.
O17	Ayudante hala el conductor para que se enrolle	15.4 seg.
T9	Conductor llega a bobinador de recepción(1 metro)	5 seg.
O18	Conductor es enrollado en la bobina(1 metro)	5 seg.

O19	Operador detiene la operación de revestido para realizar medición del espesor del cable	10 seg.
O20	Operador saca muestra del cable para verificar especificaciones	15 seg.
T10	Operador da muestra a ayudante para que la lleve a Control de Calidad	5 seg.
O21	Operador hace que continúe la operación de revestido	10 seg.
T11	Ayudante entrega muestra a inspector para que verifique que el espesor del cable cumple con especificaciones.	5 seg.
O22	Ayudante regresa con resultados y se los da al operador	278 seg.
O23	Operador apaga la máquina después de que se completa la carga de la bobina.	10 seg.
O24	Ayudante baja bobina	78 seg.

Operador Máquina Ayudante





ANEXO 5

REGISTRO DE PRODUCCIÓN DEL AREA DE EXTRUSIÓN

Registro de Producción - Área Extrusión de Cable									
Fecha:		Turno:			Operador:			Máquina:	
No.	Descripción	Receptor	Receptor	Receptor	Receptor	Receptor	Receptor	Receptor	Receptor
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Cable		M. J. L. N. 1			M. J. L. N. 2			M. J. L. N. 3	
Cable		M. J. L. N. 4			M. J. L. N. 5			M. J. L. N. 6	
Cable		M. J. L. N. 7			M. J. L. N. 8			M. J. L. N. 9	
Cable		M. J. L. N. 10			M. J. L. N. 11			M. J. L. N. 12	
Cable		M. J. L. N. 13			M. J. L. N. 14			M. J. L. N. 15	
Cable		M. J. L. N. 16			M. J. L. N. 17			M. J. L. N. 18	
Cable		M. J. L. N. 19			M. J. L. N. 20			M. J. L. N. 21	
Cable		M. J. L. N. 22			M. J. L. N. 23			M. J. L. N. 24	
Cable		M. J. L. N. 25			M. J. L. N. 26			M. J. L. N. 27	
Cable		M. J. L. N. 28			M. J. L. N. 29			M. J. L. N. 30	
Cable		M. J. L. N. 31			M. J. L. N. 32			M. J. L. N. 33	
Cable		M. J. L. N. 34			M. J. L. N. 35			M. J. L. N. 36	
Cable		M. J. L. N. 37			M. J. L. N. 38			M. J. L. N. 39	
Cable		M. J. L. N. 40			M. J. L. N. 41			M. J. L. N. 42	
Cable		M. J. L. N. 43			M. J. L. N. 44			M. J. L. N. 45	
Cable		M. J. L. N. 46			M. J. L. N. 47			M. J. L. N. 48	
Cable		M. J. L. N. 49			M. J. L. N. 50			M. J. L. N. 51	
Cable		M. J. L. N. 52			M. J. L. N. 53			M. J. L. N. 54	
Cable		M. J. L. N. 55			M. J. L. N. 56			M. J. L. N. 57	
Cable		M. J. L. N. 58			M. J. L. N. 59			M. J. L. N. 60	
Cable		M. J. L. N. 61			M. J. L. N. 62			M. J. L. N. 63	
Cable		M. J. L. N. 64			M. J. L. N. 65			M. J. L. N. 66	
Cable		M. J. L. N. 67			M. J. L. N. 68			M. J. L. N. 69	
Cable		M. J. L. N. 70			M. J. L. N. 71			M. J. L. N. 72	
Cable		M. J. L. N. 73			M. J. L. N. 74			M. J. L. N. 75	
Cable		M. J. L. N. 76			M. J. L. N. 77			M. J. L. N. 78	
Cable		M. J. L. N. 79			M. J. L. N. 80			M. J. L. N. 81	
Cable		M. J. L. N. 82			M. J. L. N. 83			M. J. L. N. 84	
Cable		M. J. L. N. 85			M. J. L. N. 86			M. J. L. N. 87	
Cable		M. J. L. N. 88			M. J. L. N. 89			M. J. L. N. 90	
Cable		M. J. L. N. 91			M. J. L. N. 92			M. J. L. N. 93	
Cable		M. J. L. N. 94			M. J. L. N. 95			M. J. L. N. 96	
Cable		M. J. L. N. 97			M. J. L. N. 98			M. J. L. N. 99	
Cable		M. J. L. N. 100			M. J. L. N. 101			M. J. L. N. 102	

ANEXO 7

TARJETA DE REGISTRO DE CABLES QUE INGRESAN A ENCHUFES

TARJETA DE INGRESOS DE CABLES A ENCHUFE

PRODUCTO:	No. BOBINA
TARA:	P. BRUTO:
MTS. TEORICO:	MTS. REAL:
No. PZA:	OP. EXTRUSORA:
LARGO PZS.	OP. CORTE:
RECHAZAO (Kg):	FECHA DE EXTRUSION:
SALDO ENCHUFES:	OP. EXTRUSORA:
	OP. CORTE:
	FECHA DE CORTE:
	OBSERVACION:

ANEXO 8

REGISTRO DE DIMENSIONES DEL CABLE REVESTIDO

CABLE REPORT CONSTRUCTION		QUALITY CONTROL	
CLIENT/CUSTOMER	FECHADATE	INSPECTION	
INPART F 000	1997.01.10	MIN	MAX
UNIDAD PRODUCCION	No. Muestras/Sample	ESPECIFICACION	
DESCRIPCION	Cantidad/Quantity		
INSPECCIONAR		ESPECIFICACION	
Formacion del Conductor			
Diámetro del conductor			
Conductor Diameter			
Espesor promedio Aluminio (mm)			
Minimum Average insulation thickness			
Espesor mínimo en un punto (mm)			
Minimum Insulation at Any Point			
Diámetro del Cordon anillo (mm)			
Overall Diameter of an Insulated Conductor			
Peso máximo de las venas (mm)			
Maximum Length of Lay of Twisted conductors			
Diámetro bajo la chaqueta (mm)			
Diameter of Cable Under Jacket			
Espesor promedio de chaqueta (mm)			
Minimum Average jacket thickness			
Espesor mínimo en un punto chaqueta (mm)			
Minimum jacket thickness at Any Point			
Diámetro externo (mm)			
Overall Diameter			
RESULTADOS/RESULTS			
OBSERVACIONES/OBSERVATION			
INSPECTOR		F002	

ANEXO 9

REGISTRO DE ENSAYOS FÍSICOS EN PVC

INFORME DE ENSAYOS FÍSICOS EN PLÁSTICOS												CONTROL DE CALIDAD								
PRODUCTO: ASLAMIENTO												O/P:								
CODIGO												CHAQUETA								
COND	MUESTRA	AREA (mm ²)	TRACCION (kgf)	TENSION (kgf/mm ²)		VARIAC. TENSION (%)		ELONG. (%)	VARIAC. ELONGAC. (%)		AREA (mm ²)	TRACCION (kgf)	TENSION (kgf/mm ²)		VARIAC. TENSION (%)		ELONG. (%)	VARIAC. ELONGAC. (%)		
				Min:	Min:	Min:	Min:		Min:	Min:			Min:	Min:	Min:	Min:				
NORMAL																				
	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
PROMEDIO																				
ENVEJECIDO																				
	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
PROMEDIO																				
RESULTADO																				
FECHA:		INSPECTOR:				JEFE DE CC:				OBSERVACIONES:										
												FC11								

ANEXO 10

REGISTRO DE NO CONFORMIDADES

Informe de No Conformidad		A.C. N° _____
Producto:		A.P. N° _____
Cliente:	Código	
Fase:	Cantidad	Responsable
Descripción de la falla:		
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
Causa probable:		
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
Disposición a ser tomada		
<input type="checkbox"/> Selecciona <input type="checkbox"/> Retrabajar <input type="checkbox"/> Rechazar		
Inspector C.C. _____		Fecha: _____
Jefe C.C. _____		
Acción Correctiva Inmediata:		
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
Sup. Producción _____		Fecha de seguimiento: _____
Decisión Final de No Conformidad:		
Aprobado	Cantidad	
	[]	
Rechazado	[]	
Gerente General _____		
Fecha: ____ / ____ / ____		

ANEXO 11

COSTO DE MATERIA PRIMA PARA SECCIÓN PRINCIPAL EXTRUSION

En este anexo se muestra el cálculo del costo de cable y PVC utilizado como materia prima en el proceso de revestimiento, las tablas siguientes muestran el cálculo basado en los rubros que se mencionó en el método de las secciones.

Costes	Detalle	Costo	Cant. Total ocupada	Total
Materiales	Venas	0,25	4.060,00	1023,40
	Filler(kilogramo)	0,45	28,91	13,01
	Aceite(galón)	3,52	3,00	10,56
	Bobinas cable(unidad)	32,00	1,00	32,00
	Bobinas venas(unidad)	24,86	4,00	99,44
	Piola	0,004	70,00	0,28
	Tarjeta	0,02	70,00	1,40
Personal	1 persona	48,276		48,28
Amortización	Máq. Cableadora	2,14		2,14
Energía	Kilovatios	8,11	0,99	8,03
Total				1238,54

Este valor se lo divide para la cantidad de cable fabricado para extrusión con esta cantidad de materia prima 1000 metros.

Costes	Detalle	Costo	Cantidad Utilizada	Total
Materiales	Resina para PVC	0,550	6.743,28	3.708,80
	DIDPE	1,249	4.214,55	5.263,97
	Carbonato de calcio	0,271	2.669,22	723,36
	Sulfato tribásico de plomo	1,108	140,49	155,66
	Acido esteárico	0,687	28,10	19,30
	Estearato de calcio	1,211	28,10	34,03
	Estabilizante Bario -cadmio	1,834	70,24	128,82
	Irganox 1076	7,235	28,10	203,28
	Arcilla Eléctrica	1,390	70,24	87,03
	Trióxido de antimonio	4,904	70,24	344,47
	Sacos(1/25 kg)	1,800	561,94	1.011,49
	Pirola(1mt/saco)	0,01	561,94	5,62
	Etiqueta	0,007	561,94	3,93
Personal	2 operadores	240,000	2,00	480,00
	1 jefe	1020,000	1,00	1.020,00
Alquileres				0,00
Amortización	Máquina Peletizadora	525,670	1,00	525,67
Energía	Kilovatios	8,110	15,52	125,87
Total				13.841,30

Este valor se lo divide para la cantidad de PVC fabricado según la cantidad de materia prima utilizada que fue 14.048,50 kilos según datos obtenidos del departamento de producción.

ANEXO 12

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA EL CONTROL DEL PROCESO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA LLAMA

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector corta muestra	14	13	12	14	12	13 seg.
Inspector busca caja de fósforos y la trae	9	9	8	7	8	8 seg
Inspector prende fósforo	3	2	4	3	3	3 seg.
Inspector realiza prueba	35	32	30	35	33	33 seg.
Inspector anota resultados	12	12	13	11	12	12 seg.
Total						69 seg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y DEL AISLAMIENTO

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector acomoda cable en la bobina	6	5	4	7	8	6 seg.
Inspector acomoda bobina en la piscina	1081	1078	1080	1081	1080	1080 seg.
Inspector regresa a laboratorio	5	6	7	5	7	6 seg.
Inspector prepara máquina de alta tensión	9	10	8	7	11	9 seg.
Por 1 minuto se pasa corriente	62	60	59	61	58	60 seg.
Inspector apaga la máquina	6	4	7	6	7	6 seg.
Inspector va sacar cables de conexión	7	6	5	5	7	6 seg.
Inspector saca cables de conexión al generador	1082	1079	1078	1080	1081	1080 seg.
Inspector acomoda bobina cerca del filo	58	62	61	60	59	60 seg.

Inspector prepara Megohmetro	357	363	360	361	359	360 seg.
Inspector realiza la prueba	57	62	61	59	61	60 seg.
Inspector anota lecturas	7	8	5	9	6	7 seg.
Inspector retira megohmetro	273	267	270	271	269	270 seg.
Inspector saca bobina	1081	1078	1080	1079	1082	1080 seg.
Inspector calcula y anota resultados	28	24	26	26	25	26 seg.
Total						4116 seg.

ENSAYO DE ELONGACION DE AISLAMIENTO (NORMAL)

Descripción de Actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector corta probeta del aislamiento del cable	12	13	15	13	12	13 seg.
Saca el área de la probeta	9	12	10	9	10	10 seg.
Prepara máquina de tracción	299	306	300	302	303	302seg.
Acomoda muestra en máquina	108	110	106	107	109	108seg.
Realiza la prueba	285	284	282	284	280	283seg.
Mide la elongación	13	14	16	14	13	14 seg.
Anota en el registro	16	13	14	15	12	14 seg.
Calcula la elongación promedio	23	22	21	21	23	22 seg.
Son cuatro muestras que se ensayan						3064seg.

ENSAYO DE ELONGACION DE AISLAMIENTO (ENVEJECIDO)

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector corta 4 probetas del aislamiento del cable	51	50	53	52	54	52 seg.
Inspector coloca cuatro probetas en horno	21	23	22	25	24	23 seg.
Inspector calibra horno	9	10	13	8	10	10 seg.
Inspector saca probetas del	15	15	14	17	14	15 seg.

horno						
Saca el área de las probetas	41	40	40	39	40	40 seg.
Prepara máquina de tracción (x c/muestra)	300	302	302	304	302	302 seg.
Acomoda muestra en máquina(x c/muestra)	106	108	107	109	110	108 seg.
Realiza la prueba(x c/muestra)	285	282	282	283	283	283 seg.
Mide la elongación(x c/muestra)	14	14	12	16	14	14 seg.
Anota en el registro(x c/muestra)	14	14	13	15	14	14 seg.
Calcula la elongación promedio y variación	62	64	63	63	63	63 seg.
Son cuatro muestras						3087 seg.

ANEXO 13

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA INSPECCIÓN Y PRUEBAS

INSPECCION DE LOTES DE PVC

ELONGACION(NORMAL)

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Recepción de muestra	14	15	14	16	16	15 seg.
Inspector revisa la muestra	8	10	12	10	10	10 seg.
Inspector lleva muestra para hacer probetas	15	15	17	13	15	15 seg.
Inspector regresa	14	17	16	16	17	16 seg.
Inspector recibe probetas	11	12	10	11	11	11 seg.
Inspector saca 8 probetas	11	13	12	12	12	12 seg.
Saca el área de las probetas	42	37	38	43	40	40 seg.
Prepara máquina de tracción(por c/muestra)	302	301	303	302	302	302 seg.
Acomoda muestra en máquina(por c/muestra)	106	108	110	107	109	108 seg.
Realiza la prueba(por c/muestra)	282	283	285	284	281	283 seg.
Mide la elongación(por c/muestra)	17	15	13	14	11	14 seg.
Anota en el registro(por c/muestra)	14	14	12	16	14	14 seg.
Calcula la elongación promedio	23	21	22	22	22	22 seg.
Son cuatro muestras						3025 seg.

ELONGACION (ENVEJECIDO)

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector saca 8 probetas	12	12	11	13	12	12 seg.
Inspector coloca cuatro	22	25	22	23	23	23 seg.

probetas en horno						
Inspector calibra horno	11	10	10	9	10	10 seg.
Inspector saca probetas del horno	14	16	15	15	15	15 seg.
Saca el área de las probetas	40	41	40	39	40	40 seg.
Prepara máquina de tracción(por c/muestra)	301	303	300	304	302	302 seg.
Acomoda muestra en máquina(por c/muestra)	106	110	108	108	108	108 seg.
Realiza la prueba(por c/muestra)	282	284	281	285	283	283 seg.
Mide la elongación(por c/muestra)	14	13	15	14	14	14 seg.
Anota en el registro(por c/muestra)	13	14	15	12	16	14 seg.
Calcula la elongación promedio	63	62	64	63	63	63 seg.
Son cuatro muestras						3047 seg.

CABLE PARA REVESTIR

MEDICION DE PASO

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector toma hoja de registro	11	12	10	9	8	10 seg.
Inspector va a la máquina cableadora	15	14	16	15	15	15 seg.
Inspector toma el paso del cableado	8	9	11	10	7	9 seg.
El inspector regresa al laboratorio	15	12	17	16	15	15 seg.
El inspector calcula el paso y relación de cableado	29	27	28	28	28	28 seg.
Inspector avisa al operador que está bien	9	9	11	7	9	9 seg.
Inspector llena el registro	14	12	13	11	15	13 seg.
Total						99 seg.

CALCULO DE AREA DE VENAS

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
El inspector abre el cable para sacar venas	18	19	17	20	16	18 seg.
Inspector separa venas	11	12	12	13	12	12 seg.
Inspector mide 1 metro de cada vena	29	30	27	26	28	28 seg.
Inspector abre cada vena	86	85	87	86	86	86 seg.
Inspector pesa cada cordón y anota la lectura	41	44	43	40	42	42 seg.
Inspector calcula el área de cada cordón	66	70	68	68	68	68 seg.
Anota cada valor en la tarjeta	14	17	16	13	15	15 seg.
Cuenta # de hilos	100	99	101	100	100	100 seg.
Entrega a operador tarjeta	19	15	17	16	18	17 seg.
Total						391seg.

MEDICION DE ESPESOR Y DIMENSION DE VENAS

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector escoge las muestras del cable	112	112	113	111	112	112 seg.
Mide las dimensiones de cada vena	103	105	104	104	104	104 seg.
Anota las dimensiones en la tarjeta	78	79	77	80	76	78 seg.
Corta un pedazo para medir el espesor	361	363	362	362	362	362 seg.
Mide el espesor mínimo y lo anota en la tarjeta	444	442	446	443	445	444 seg.
Mide espesor promedio	80	81	79	80	80	80 seg.
Anota el valor en la tarjeta	99	101	102	98	100	100 seg.
Total						1280 seg.

ANEXO 14

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA MEDICIONES EN LABORATORIO

MEDICION DE ESPESORES Y DIMENSION INICIO E INTERMEDIO

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector recoge muestra del operador o ayudante	10	11	8	12	9	10 seg.
Mide las dimensiones del conductor revestido	22	21	19	23	20	21 seg.
Anota la dimensión en la tarjeta	12	11	12	13	12	12 seg.
Corta un pedazo para medir el espesor	81	85	83	83	83	83 seg.
Mide el espesor mínimo y lo anota en la tarjeta	101	101	100	103	100	101 seg.
Mide espesor promedio	10	8	12	10	10	10 seg.
Anota el valor en la tarjeta	17	19	18	20	16	18 seg.
Entrega tarjeta de aprobada al operador	10	8	12	9	11	10 seg.
Total						265 seg.

Este tiempo que utiliza el inspector para medir las dimensiones el operador o ayudante de la extrusora permanece en el laboratorio esperando la respuesta, así que también se lo considera al calcular los costos de esta actividad.

VERIFICACION DEL PROCESO

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector sale del laboratorio y va a extrusora	25	24	26	23	27	25 seg.
Inspector se para al final de la línea de enfriamiento	303	300	300	299	298	300 seg.
Inspector va al receptor de cable	10	8	12	10	10	10 seg.
Inspector observa el cable que se está enrollando	302	299	300	299	300	300 seg.
Inspector regresa al laboratorio	25	26	24	23	27	25 seg.
Inspector realiza esta actividad 5 veces por cada producto						3300 seg

ANEXO 15

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA INSPECCIÓN

FINAL

MEDICION ESPESORES Y DIMENSION PARA APROBAR BOBINA

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector va a recoger muestra	113	111	112	112	112	112 seg.
Mide las dimensiones del conductor revestido	21	20	23	20	21	21 seg.
Anota la dimensión en la hoja de registro	12	11	12	13	12	12 seg.
Corta un pedazo para medir el espesor	84	82	83	81	85	83 seg.
Mide el espesor mínimo y lo anota en la tarjeta	101	102	100	100	102	101 seg.
Anota el espesor mínimo en la hoja de registro	7	8	10	9	6	8 seg.
Mide espesor promedio	10	8	12	10	10	10 seg.
Anota espesor promedio en registro	8	8	9	7	8	8 seg.
Anota el valor en la tarjeta	19	17	20	16	18	18 seg.
Llena el registro completamente	19	20	19	18	19	19 seg.
Entrega tarjeta de aprobado al operador	50	48	49	48	49	49 seg.
Total						441 seg.

ANEXO 16

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA PRUEBAS

ENSAYO DE ELONGACION DE AISLAMIENTO (NORMAL)

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector corta probeta del aislamiento del cable	12	13	15	12	13	13 seg.
Saca el área de la probeta	10	11	8	11	10	10 seg.
Prepara máquina de tracción	302	302	300	303	303	302 seg.
Acomoda muestra en máquina	106	109	107	108	110	108 seg.
Realiza la prueba	283	282	283	284	283	283 seg.
Mide la elongación	15	13	14	14	14	14 seg.
Anota en el registro	14	16	14	13	13	14 seg.
Calcula la elongación promedio	24	21	22	21	22	22 seg.
Son cuatro muestras que se ensayan						3064 seg.

ENSAYO DE ELONGACION DE AISLAMIENTO (ENVEJECIDO)

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector corta 4 probetas del aislamiento del cable	52	50	52	55	51	52 seg.
Inspector coloca probetas en horno	21	24	23	23	24	23 seg.
Inspector calibra horno	9	10	10	12	9	10 seg.
Inspector saca probetas del horno	15	15	18	14	13	15 seg.
Saca el área de las probetas	40	38	42	40	40	40 seg.
Prepara máquina de tracción (x c/muestra)	302	304	301	301	302	302 seg.
Acomoda muestra en	106	108	108	110	108	108 seg.

máquina(x c/muestra)						
Realiza la prueba(x c/muestra)	282	285	282	281	285	283 seg.
Mide la elongación(x c/muestra)	14	13	15	14	14	14 seg.
Anota en el registro(x c/muestra)	15	13	15	13	14	14 seg.
Calcula la elongación promedio y variación	62	65	63	63	62	63 seg.
Son cuatro muestras						3087 seg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y AISLAMIENTO

Descripción de actividades	Lecturas					Promedio
	#1	#2	#3	#4	#5	
Inspector va a acomodar bobina	5	4	8	6	7	6 seg.
Inspector acomoda bobina en la piscina	1080	1078	1079	1083	1080	1080 seg.
Inspector regresa a laboratorio	4	6	7	5	8	6 seg.
Inspector prepara máquina de alta tensión	9	10	9	8	9	9 seg.
Pasa corriente	1	1	1	1	1	1 min.
Inspector apaga la máquina	5	6	5	7	7	6 seg.
Inspector va sacar cables de conexión	6	5	8	5	6	6 seg.
Inspector saca cables de conexión al generador	1079	1080	1082	1079	1080	1080 seg.
Inspector acomoda bobina cerca del filo	61	60	59	58	62	60 seg.
Inspector prepara Megohmetro	360	359	362	359	360	360 seg.
inspector realiza la prueba	1	1	1	1	1	1 min.
inspector anota lecturas	7	6	8	6	8	7 seg.
Inspector retira megohmetro	269	270	272	269	270	270 seg.
Inspector saca bobina	1080	1080	1083	1079	1078	1080 seg.
Inspector calcula y anota resultados	25	26	24	27	28	26 seg.

ANEXO 17

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON COMO DEVOLUCIONES

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Operador saca cable de la bobina.	1384	1378	1379	1380 seg.
Operador corta el cable(tiempo/corte 1 pieza)	12	10	12	12 seg.
Operador observa el cable en mal estado.	18	17	19	18 seg.
Operador apaga la máquina de corte.	14	16	15	15 seg.
Operador observa detenidamente el cable.	120	121	119	120 seg.
Operador notifica a supervisor de área.	33	36	36	35 seg.
Supervisor enchufes revisa el cable.	85	85	88	85 seg.
Supervisor enchufes comunica a inspector para que verifique.	43	45	46	45 seg.
Supervisor enchufes llama a Supervisor de Cable	47	44	45	45 seg.
Inspector se traslada a inspeccionar la bobina	36	35	35	35 seg.
Supervisor se traslada a inspeccionar la bobina	35	34	37	35 seg.
Supervisores esperan que inspector de su opinión	80	79	84	80 seg.
Inspector toma decisión sobre el cable y comunica	150	153	147	150 seg.
Supervisor de enchufes ordena que bajen la bobina	12	11	12	12 seg.
Operador baja la bobina de la máquina	78	77	78	78 seg.
Supervisor/cables ordena repasar cable rechazado	33	38	35	35 seg.
Operador de medición va a retirar la bobina	13	15	12	13 seg.
Operador lleva la bobina a Medición	58	55	56	56 seg.

ANEXO 18

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA RETRABAJO

REPASAR BOBINA

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Prepara material que se va a repasar	91	90	92	90 seg.
Acornada la máquina	60	59	62	60 seg.
Prende máquina	5	6	5	5 seg.
Hala conductor hasta la bobina de recepción	14	16	15	15 seg.
Operador llama a y supervisor para que vean el repase	15	19	14	16 seg.
Repasa el material(1 metro)	13	12	12	12 seg.
Para máquina	5	4	6	5 seg.
Baja bobina	79	78	76	78 seg.

El total del tiempo consumido depende de la cantidad repasada.

PELAR MATERIAL

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Prepara material que se va pelar	90	91	90	90 seg.
Acomoda la máquina	59	60	61	60 seg.
Prende máquina	5	4	7	5 seg.
Hala conductor hasta la bobina de recepción	14	13	16	15 seg.
Pela conductor(1 metro)	21	20	22	21 seg.
Para máquina	4	5	5	5 seg.
Baja bobina	79	78	76	78 seg.

El total del tiempo consumido depende de la cantidad que sea pelada por presentar defectos.

HERRAMENTAL

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Operador recibe orden de producción	62	60	61	60 seg.
Operador busca en ficha de proceso las dimensiones	82	81	84	82 seg.
Operador selecciona guía y boquilla	46	44	45	45 seg.
Operador lleva herramientas a la extrusora	60	59	60	60 seg.
Operador entrega herramientas al operador de extrusora	33	31	29	31 seg.
Total				278 seg.

ANEXO 19

DETALLE DE ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON PARA CONSULTA DE LOS INGENIEROS DE FÁBRICA

TIEMPO EMPLEADO POR CONTROL DE CALIDAD EN EL RECHAZO

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Inspector se traslada a inspeccionar la bobina	35	32	38	35 seg.
Inspector verifica que el cable está presentando problemas	46	47	42	45 seg.
Inspector habla con supervisor sobre el problema	120	118	122	120 seg.
Inspector pide a supervisor repasar material para verificación	29	32	29	30 seg.
El inspector está presente mientras se repasa la bobina(depene de la cantidad que se repase)				
El inspector dice al supervisor que el material está rechazado	11	10	09	10 seg.
Inspector se va a departamento a hacer Inf. No-conformidad	32	36	37	35 seg.

Se estandarizó el tiempo que el inspector ocupa en el rechazo del cable porque hubieron algunas devoluciones.

TIEMPO EMPLEADO POR PRODUCCION EN EL RECHAZO

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Inspector habla con supervisor sobre problema	122	118	120	120 seg.
Inspector pide a supervisor repasar material	32	27	31	30 seg.

El supervisor ordena que se repase el cable rechazado	35	34	36	35 seg.
El supervisor está presente mientras se repasa el material(depends de la cantidad que se repase)				
Inspector dice a supervisor que el cable está rechazado	10	10	10	10 seg.
Supervisor espera entrega de Inf. No-conformidad	96	93	96	95 seg.
Supervisor recibe informe del inspector	8	11	11	10 seg.
Supervisor se reúne con gerente/producción y operador para analizar el problema	1810	1808	1812	1810 seg.
Supervisor escribe en el informe la acción correctiva inmediata que se tomará	516	515	517	516 seg.
Supervisor entrega informe al inspector	31	35	26	31 seg.
Informe es entregado a supervisor con resultado	60	62	58	60 seg.
Supervisor revisa el resultado del informe	436	434	435	435 seg.
Supervisor se reúne con gerente/producción para determinar la acción preventiva	948	947	949	948 seg.
Supervisor ordena que se pele el material	34	36	35	35 seg.

Se unificó el tiempo que ocupa el Departamento de Producción en el rechazo del cable, ya que hubieron algunas devoluciones de cable.

ELABORACION DE INFORME DE NO – CONFORMIDAD

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Inspector llena informe de No — conformidad	45	43	47	45 seg.
Jefe revisa informe y lo firma	84	88	83	85 seg.
Inspector entrega informe a supervisor	10	9	11	10 seg.
Inspector recibe informe	30	29	33	31 seg.
Inspector entrega a Jefe de Calidad el informe	15	14	16	15 seg.
Jefe control de calidad lleva a gerente para aprobación	615	632	613	620 seg.

Jefe control de calidad regresa con respuesta	57	64	59	60 seg.
Informe es entregado a supervisor con resultado	66	64	65	65 seg.
Supervisor revisa el resultado con el jefe de Calidad	432	436	437	435 seg.
Jefe de calidad notifica al inspector el resultado	100	95	99	98 seg.

SEGUIMIENTO DEL DPTO. DE PRODUCCIÓN

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Gerente se reúne con supervisor sobre acciones tomadas	2202	2219	2218	2213 seg.
Gerente y supervisor van a la planta a revisar otras bobinas	1800	1805	1795	1800 seg.
El supervisor lleva muestras de otra bobina para revisarla	26	22	27	25 seg.
El supervisor revisa la muestra que sacó de la bobina	930	935	931	932 seg.
Supervisor se reúne con gerente de producción para informarle sobre la muestra	2821	2826	2828	2825 seg.
Supervisor guarda muestra	35	38	35	36 seg.

SEGUIMIENTO DEL DPTO. DE CALIDAD

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Jefe de Calidad se reúne con Gerente de producción para revisar que se estén tomando las acciones propuestas	1206	1219	1220	1215 seg.
Jefe sale a revisar bobinas que se están produciendo	1628	1620	1621	1623 seg.
Jefe consulta con inspectores sobre nuevas bobinas	2729	2739	2737	2735 seg.

RESTITUCIÓN DE BOBINA

Descripción de actividades	Lecturas			Promedio
	#1	#2	#3	
Operador recibe orden del supervisor de recoger nueva bobina	36	35	37	36 seg.
Operador va a retirar nueva bobina	40	43	43	42 seg.
Operador lleva bobina a sección enchufes	130	126	131	129 seg.
Operador acomoda bobina en máquina de corte	98	95	95	96 seg.

ANEXO 20

REDISEÑO DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO

O1	Operador recibe orden de producción	35 seg.
O2	Operador consulta con supervisor que la máquina esté en buenas condiciones	80 seg.
O3	Operador recibe de supervisor especificaciones del cable, tarjeta de identificación de producto y hoja de registro de producción	400 seg.
O4	Operador limpia y prepara la tolva de la extrusora	300 seg.
T1	Operador retira el conductor de la sección de cableado.	28 seg.
T2	Operador retira los sacos de PVC del área de almacenamiento.	90 seg.
O5	Operador acomoda la bobina en el portabobina de alimentación	30 seg.
O6	Operador coloca punta del conductor en la máquina	45 seg.
O7	Operador ajusta el conductor que se va revestir	30 seg.
O8	Operador calibra temperatura para que se funda el PVC	46 seg.
O9	Operador calibra el medidor óptico para que regule la dimensión del cable	56 seg.
O10	Operador herramental coloca en el cabezal la guía y la boquilla	940 seg.
O11	Operador prende el molino para que se caliente el PVC	25 seg.
O12	Operador coloca el PVC en la tolva	71 seg.
O13	Operador hace prueba de fluidez del PVC fundido	120 seg.
O14	Operador hace que máquina comience a revestir	10 seg.
T3	El conductor pasa por debajo de la boquilla y guía(1 metro)	10 seg.
O15	Operador detiene operación de revestido	10 seg.
O16	Operador saca muestra para verificar que el espesor del cable cumple con especificaciones.	10 seg.
I1	Supervisor analiza la muestra que se sacó del cable que fue revestido para verificar dimensiones y espesor	265 seg.
O17	Supervisor llena la hoja de registro de espesores del conductor	18 seg.
O18	Operador hace que la máquina continúe con la operación de revestido.	10 seg.
T4	Conductor pasa por el tren de enfriamiento(1 metro)	1.7 seg.
T5	Conductor pasa por tren de orugas(1 metro)	1.7 seg.
T6	Conductor pasa por poleas(1 metro)	2 seg.
O19	Operador y supervisor hala el conductor para que se enrolle	15.4 seg.
T7	Conductor llega a bobinador de recepción(1 metro)	5 seg.

O20	Conductor es enrollado en la bobina(1 metro)	5 seg.
O21	Operador verifica cada 1/2 hora que temperatura calibrada se mantenga	15 seg.
O22	Operador detiene la operación de revestido para realizar medición del espesor del cable	10 seg.
O23	Operador saca muestra del cable para verificar especificaciones	15 seg.
I2	Supervisor realiza la verificación de las especificaciones del cable	245 seg.
O24	Supervisor llena la hoja de registro de espesores del conductor	18 seg.
O25	Operador hace que continúe la operación de revestido	10 seg.
O26	Operador apaga la máquina después de que se completa la carga de la bobina.	10 seg.
O27	Operador baja bobina	78 seg.
I3	Inspector Control de Calidad inspecciona la bobina	392 seg.
O28	Supervisor registra los resultados de la inspección de control de calidad	18 seg.

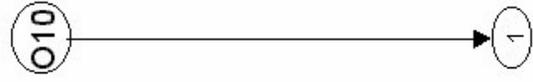
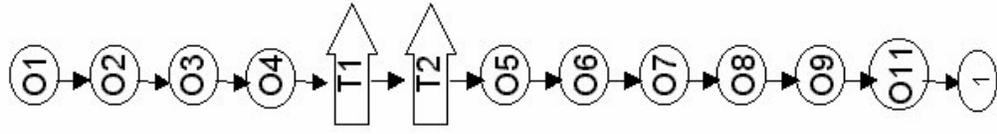
Inspector

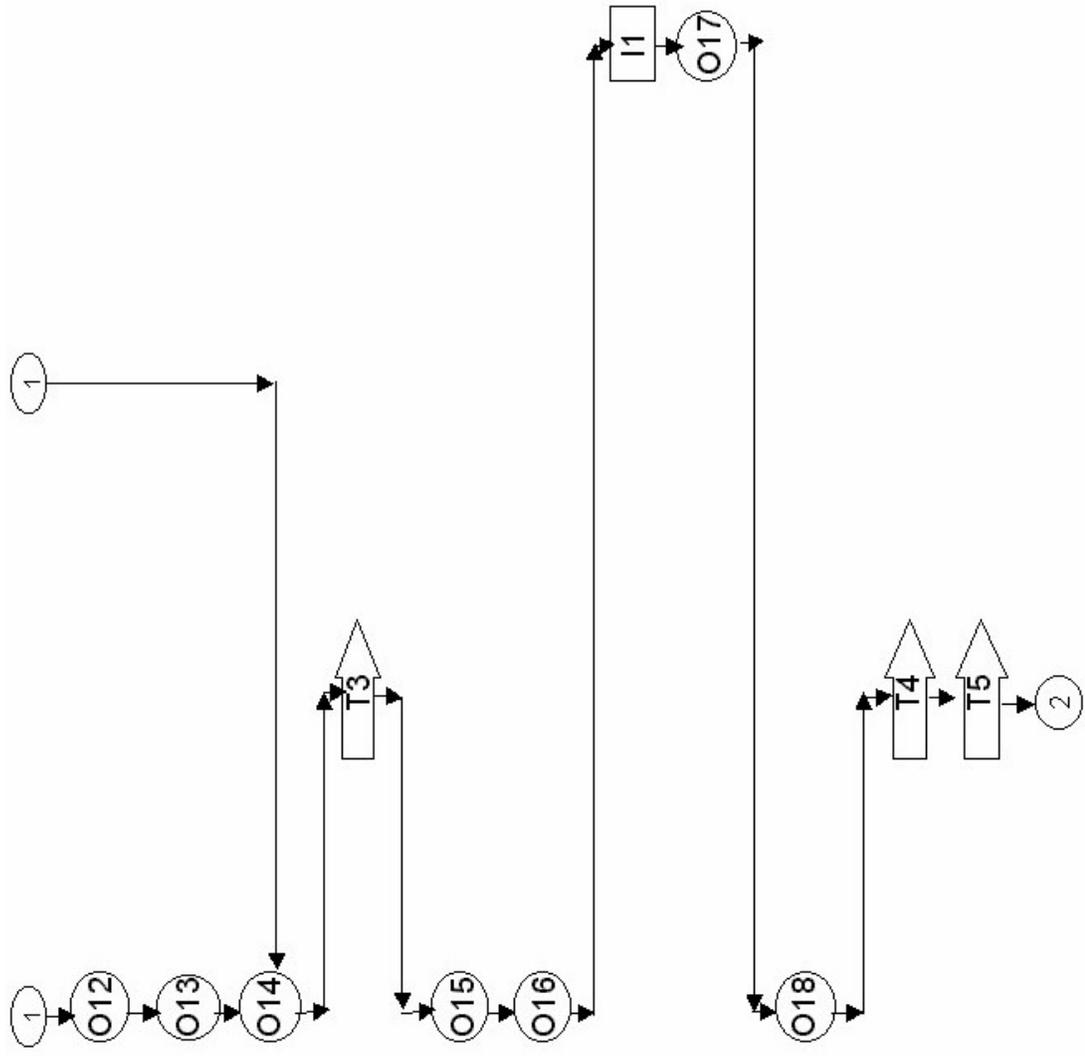
Supervisor

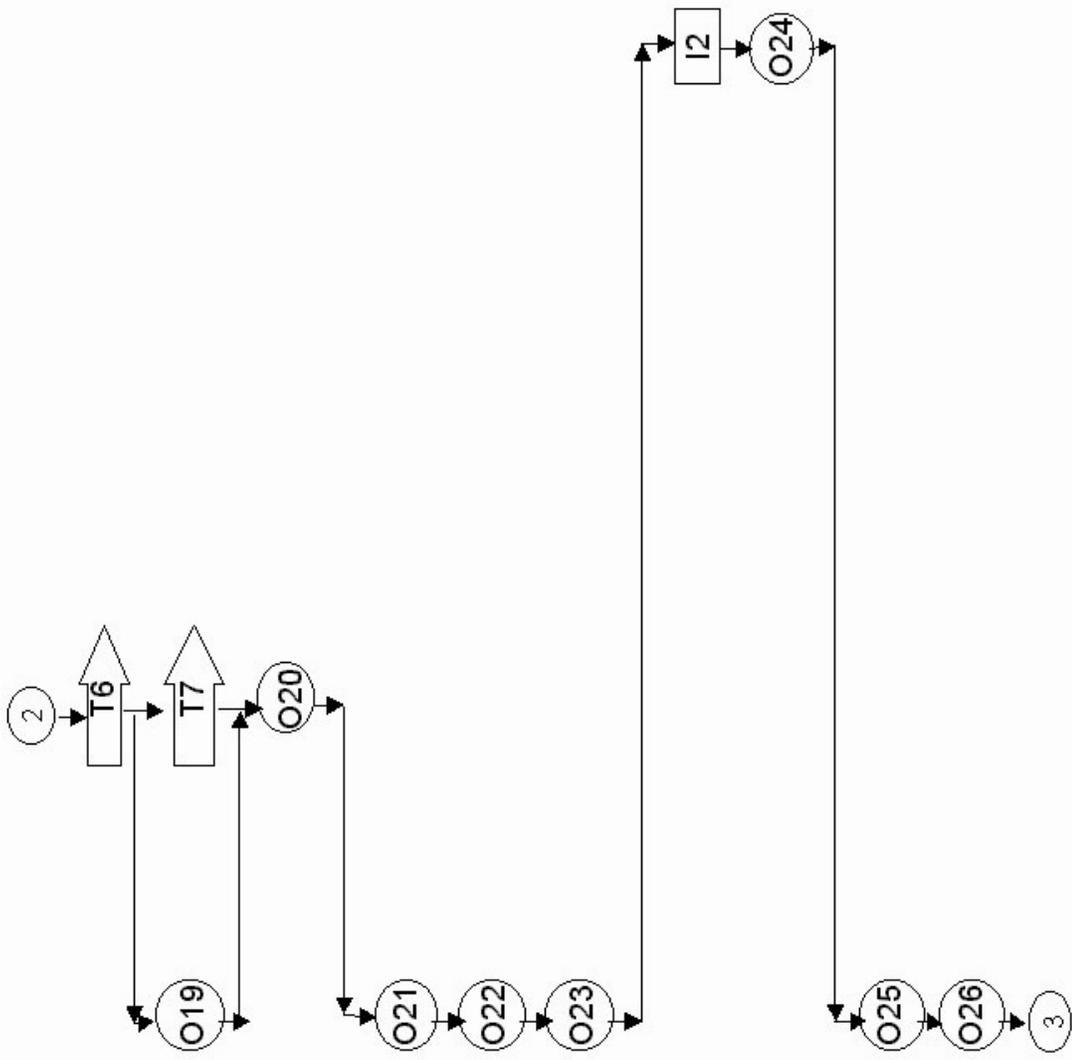
Operador Herramental

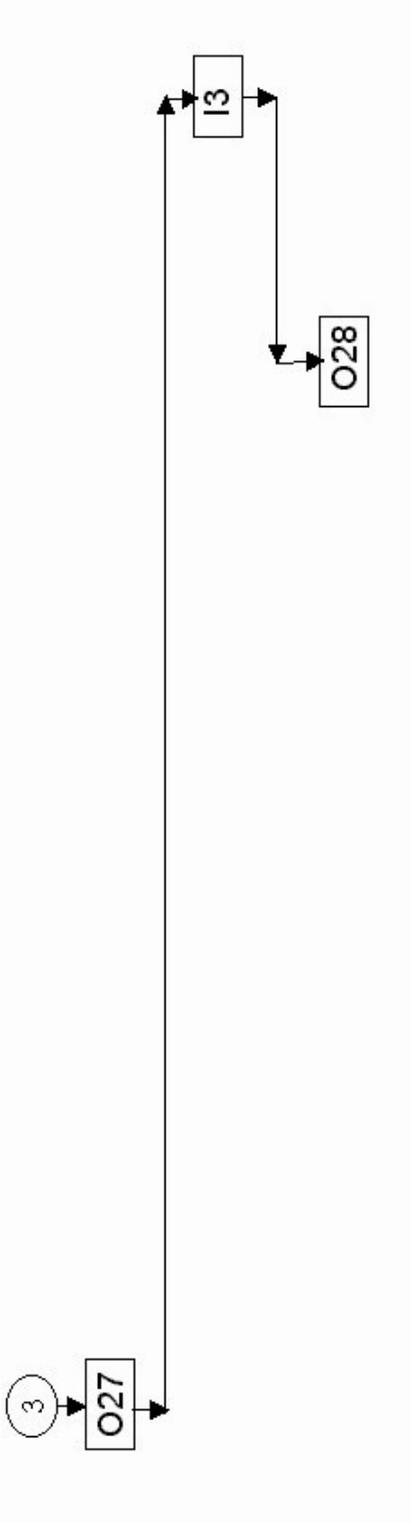
Máquina

Operador









ANEXO 21

CALCULO DEL INCREMENTO EN COSTOS DE CALIDAD QUE GENERA LA IMPLANTACIÓN DE LAS MEJORAS

Tipo de Costo	Personal	Costo (\$h)	Tiempo utilizado	Costo promedio Proyectado (\$)	Costo promedio Actual (\$)
Calibración de inicio	Supervisor	3.8	20.35	77.33	33.10
	Operador	1.20	0.15	0.18	21.96
Verificación proceso	Inspector	1.85	77.55	143.47	86.76
Control Dimensiones	Supervisor	3.8	16.50	62.70	26.83
	Operador	1.20	0.15	0.18	17.40
Costo total/Producción Mensual				283.86	186.05

Tipo de Costo	Costo (\$)	Cantidad	Costo promedio proyectado (\$)	Costo promedio Actual (\$)
Máquina de Tracción	280.00	1	23.33	23.33
Multitest	130.00	1	10.83	10.83
Megóhmetro	269.50	1	22.46	22.46
Balanza digital	67.20	1	5.60	5.60
Horno de circulación	67.20	1	5.60	5.60
Especímetro	13.33	1	1.11	1.11
Calibrador	1.45	2	0.12	0.12
Medido optico	269.5	1	22.46	
Costo Mensual			91.52	69.06

**CALCULO DEL AHORRO QUE GENERA LA IMPLANTACIÓN DE LAS
MEJORAS**

Recursos	Descripción	Cantidad Promedio utilizada	Costo Promedio mensual (\$)	Ahorro de PVC x mes 1er semestre	Costo del Ahorro generado 1er semestre
Materiales	Venas cableadas		50196.44		50196.44
	PVC	5793.38	5677.51	5677.51	5563.96
	Bobina		1760		1760
	Pirola		0.01		0.01
	Tarjeta de aprobación		1.1		1.1
	Tarjeta de datos		4.95		4.95
Personal	Operador		210.37		210.37
	Ayudante		210.37		
	Operador herramental		1.19		1.19
	Supervisor		596.05		596.05
Amortización	Extrusora		694.46		694.46
Energía	Kilovatios		115.99		115.99
Costo Total /Producción mensual			59468.44		59144.52
Ahorro mensual generado					323.92
Ahorro semestral generado					1943.51

Recursos	Descripción	Cantidad Promedio utilizada	Costo Promedio mensual (\$)	Ahorro de PVC x mes 2do semestre	Costo del Ahorro generado 2do semestre
Materiales	Venas cableadas		51196.44		50196.44
	PVC	5793.38	5677.51	5561.64	5450.41
	Bobina		1760		1760
	Piola		0.01		0.01
	Tarjeta de aprobación		1.1		1.1
	Tarjeta de datos		4.95		4.95
Personal	Operador		210.37		210.37
	Ayudante		210.37		
	Operador herramental		1.19		1.19
	Supervisor		596.05		596.05
Amortización	Extrusora		694.46		694.46
Energía	Kilovatios		115.99		115.99
Costo Total /Producción mensual			59468.44		59030.97
Ahorro mensual generado					437.47
Ahorro semestral generado					2624,81

Detalle de Defectos	Costo promedio mensual (\$)	Ahorro generado mensual	Ahorro generado Anual
Muestras	487.73	121.93	1463.19
Saldos	966.44	241.61	2899.31
Granulaciones	2307.65	576.91	6922.96
Bolas	2444.80	611.20	7334.41
Costilludo	4149.57	1037.39	12448.7
Chatarra Cobre	771.16	192.79	2313.47
Chatarra PVC	588.53	147.13	1765.59
Costo total / Producción mensual	11715.88	2928.97	35147,67

Actividad	Personal	Costo promedio (\$)	Ahorro generado mensual	Ahorro generado anual
Repasar	Operador	6.13	1.53	18.39
Pelar material	Operador	10.47	2.62	31.41
Revestir material	Operador	7.13	1.78	21.39
	Ayudante	5.04	1.26	15.12
	Herramental	0.34	0.09	1.02
Aprobar material	Inspector	0.88	0.22	2.64
Costo total/Producción mensual		29.99	7.50	89.97

Actividad	Material revisado	Costo promedio (\$)	Ahorro generado mensual	Ahorro generado anual
Revisión de Devoluciones	venas cableadas	16.62	4.16	49.86
	PVC	3.52	0.88	10.56
Costo total/Producción Mensual		20.14	5.04	60.42

Actividad	Personal	Costo promedio (\$)	Ahorro generado mensual	Ahorro generado anual
Tiempo ocupado en reclamo Dpto. Control de Calidad	Inspector	9.54	2.39	28.62
Tiempo ocupado en reclamo Dpto. de Producción	Supervisor	31.52	7.88	94.56
	Gerente	26.94	6.74	80.82
Elaboración de informe de no-conformidad	Inspector	0.39	0.10	1.17
	Jefe	5.58	1.40	16.74
Sequimiento de Dpto. de Producción	Gerente	46.39	11.60	139.17
	Supervisor	28.07	7.02	84.21
Seguimiento del Dpto. Control de Calidad	Jefe	22.55	5.64	67.65
	Gerente	11.87	2.97	35.61
	Inspector	5.39	1.35	16.17
Restitución de bobina rechazada por una buena	Operador	0.39	0.10	1.17
	Supervisor	0.13	0.03	0.39
Costo total/Producción mensual		188.76	47.19	566.28

BIBLIOGRAFÍA

1. Amat Oriol, Costes de calidad y no calidad, EADA Gestión, pp. 9-18, 20-25, 33-40, 49-57, 63-72, 85-94, 97-106, 111-122.
2. C.B. Ruy de, Filho Lourence, Control Estadístico de Calidad, PARANINFO, España, 1974, pp 39-42, 72-84, 175-181.
3. Cuatrecasas Lluís, Gestión Integral de la Calidad, Gestión 2000, España, 1999 pp 36-42
4. Grant Ireson W., Grant Eugene L., Biblioteca de Ingeniería Industrial, 2da Edición, Editorial Continental, México, 1982, pp 616-628, 785-789.
5. James Paul, Gestión de la Calidad Total, Prentice Hall, España, 1997, pp 124-240,242
6. Juran J.M., Gryna Frank M., cuarta edición, Manual de Control de Calidad, Volumen I, Editorial Mc Graw Hill, México, secciones 4.1-4.28
7. Hitoshi Kume, Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad, Grupo Editorial Norma, pp. 23-27, 31-37, 39-46, 101-144.
8. Riggs James L., Sistemas de Producción, 1era edición 9na reimpresión, Editorial Limusa, México, 1990, pp 291-296