

**EVALUACIÓN ENERGÉTICA Y OPERACIONAL DE LAS MÁQUINAS  
EXTRUSORAS DE LA EMPRESA TESICOL S.A.**

**RONNY ECHEVERRÍA MARTÍNEZ  
ALEXANDER ULLOQUE ARDILA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**EVALUACIÓN ENERGÉTICA Y OPERACIONAL DE LAS MÁQUINAS  
EXTRUSORAS DE LA EMPRESA TESICOL S.A.**

**Autores:**

**RONNY ECHEVERRÍA MARTÍNEZ  
ALEXANDER ULLOQUE ARDILA**

**Trabajo para optar por el título de  
INGENIERO MECÁNICO**

**Director:**

**Ing. JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su infinita misericordia, por darnos vida y la oportunidad de realizar una carrera universitaria.

Al profesor JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ, quien nos regaló parte de su tiempo y nos orientó durante el proceso de este trabajo.

Al ingeniero PEDRO ALONSO DULCEY, porque confió en nosotros y fue pieza fundamental en la realización de este proyecto.

A la alta gerencia de la empresa TESICOL S.A, que nos abrió las puertas para realizar nuestro proyecto.

A la comunidad de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, en especial a la ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA, por formarnos durante este tiempo para emprender nuestra vida profesional.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su gran apoyo y paciencia en todos los obstáculos  
de mi carrera.

**RONNY ECHEVERRÍA MARTÍNEZ**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Magaly por su amor y comprensión.

A mi padre, Eusebio quien me enseñó a alcanzar todos mis sueños.

A mi novia que me apoyo en todo momento.

**ALEXANDER ULLOQUE ARDILA**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	19
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	21
1.1 RAZON SOCIAL Y OBJETIVO DE LA EMPRESA.....	21
1.2 RESEÑA HISTORICA .....	21
1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	22
1.4 POLÍTICAS DE LA EMPRESA.....	23
1.4.1 Misión ... ..	23
1.4.2 Visión .....	23
1.4.3 Política de calidad.....	23
1.4.4 Política de seguridad.....	24
1.5 COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA .....	24
1.6 GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	25
1.6.1 Materias primas utilizadas .....	25
1.6.2 Descripción y definición de productos .....	29
1.7 GENERALIDADES DE RELACIONES COMERCIALES.....	32
1.7.1 Zonificación de clientes .....	32
1.7.2 Sistema de compras y relación con proveedores .....	32
1.7.3 Competencia.....	33
1.8 CONTRATO DE ENERGÍA TESICOL .....	33
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	35
2.1 APROVISIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS .....	35
2.2 PROCESO DE EXTRUSIÓN.....	35
2.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN .....	46
2.4 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	47
2.5 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	48
2.6 ANÁLISIS RCFA AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TESICOL S.A.....	50
2.7 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM) EN LA EMPRESA TESICOL S.A.....	53
2.7.1 Título de la propuesta .....	55
2.7.2 Justificación .....	55
2.7.3 Problema.....	55

<b>2.7.4 Hipótesis .....</b>	<b>55</b>
<b>2.7.5 Objetivo .....</b>	<b>56</b>
<b>2.7.6 Desarrollo del TPM .....</b>	<b>56</b>
<b>2.7.7 Por qué implementar TPM .....</b>	<b>65</b>
<b>2.7.8 Costos de la implementación y de la no implementación del TPM en la empresa Tescol S.A.....</b>	<b>66</b>
<b>2.7.8.1 Costos de la implementación.....</b>	<b>66</b>
<b>2.7.8.2 Costos de la no implementación .....</b>	<b>67</b>
<b>2.7.9 Ventajas de la implementación del TPM .....</b>	<b>67</b>
<b>2.7.10 Factibilidad del proyecto .....</b>	<b>68</b>
<b>3. ANÁLISIS ENERGÉTICO .....</b>	<b>70</b>
<b>3.1 DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>70</b>
<b>4. INFORME TÉCNICO DEL TRABAJO REALIZADO .....</b>	<b>74</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>107</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1. Estructura del etileno y del polietileno .....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 2. Estructura del polipropileno.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 3. Colorante en forma masterbatches .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 4. Fotografías de alunitex y polisombra negra.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 5. Fotografías de tela aditivada o cortavientos y groundcover.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 6. Foto productos línea sogas y cordeles.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 7. Fotografías de la bodega, minibodega y tolva de materia prima .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 8. Diseño genérico de un extrusor.....</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 9. Fotografía de la extrusora Vertical .....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 10. Fotografía del telar Raschel No. 7 .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 11. Fotografía de la mesa de inspección .....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 12. Fotografía de la urdidora: percheros, cintas y plegador .....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 13. Fotografía de un telar plano .....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 14. Fotografía de un telar circular .....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 15. Fotografía de la extrusora Simplex .....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 16. Distribución de los Grupos dentro de la Estructura Piramidal de la Organización. ....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 17. Estructura interna de un grupo o pilar.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 18. Costos estimados para implementar TPM.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 19. Tendencia del comportamiento de los voltajes línea (500 KVA) .....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 20. Tendencia del comportamiento de las Corrientes de Línea (500 KVA).....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 21. Tendencia del comportamiento de Desbalance de Corrientes (500 KVA) .....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 22. Tendencia Comportamiento de Desbalance Voltajes de Fase (500KVA) .....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 23. Tendencia del comportamiento del Factor de Utilización (500 KVA).....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 24. Tendencia del THDv. de los voltajes de línea (500 KVA) .....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 25. Tendencia del THDi de las Corrientes de Línea (500 KVA) .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 26. Tendencia del PST del transformador de 500 KVA .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 27. Voltajes de Línea.....</b>	<b>81</b>

<b>FIGURA 28. Componentes Armónica de Voltaje .....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 29. Tendencia del 5° armónico de voltaje (%) (500 KVA) .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 30. Tendencia del 7° armónico de voltaje (%) (500 KVA) .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 31. Tendencia del 11° armónico de voltaje (%) (500 KVA) .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 32. Forma de onda de las Corrientes de Línea.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 33. Espectro de componentes Armónicas de Corriente .....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 34.Tendencia del 5° armónico de corriente (%) (500 KVA) .....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 35.Tendencia del 7° armónico de corriente (%) (500 KVA) .....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 36. Tendencia del 11° armónico de corriente (%) (500 KVA) .....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 37. Tendencia del 13° armónico de corriente (%) (500 KVA) .....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 38. Tendencia de la magnitud de los voltajes línea.....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 39.Tendencia de la magnitud de las corrientes de línea.....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 40. Tendencia del THDv. de los voltajes de línea.....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 41.Tendencia del THDi de las corrientes de línea.....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 42.Forma de onda .....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 43. Espectro de Armónicos .....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 44.Forma de onda .....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 45.Espectro de Armónicos .....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA 46. Tendencia magnitud del voltajes de alimentación .....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA 47. Tendencia magnitud de la corriente demandada por la tarjeta 90</b>	
<b>FIGURA 48.Tendencia del THDv del voltaje de alimentación.....</b>	<b>90</b>
<b>FIGURA 49. Tendencia del THDi de las corrientes de línea.....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 50.Forma de onda .....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 51. Espectro de Armónicos .....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 52. Forma de onda .....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 53.Espectro de Armónicos .....</b>	<b>93</b>
<b>FIGURA 54.Muecas de voltaje generadas.....</b>	<b>93</b>
<b>FIGURA 55. Forma de onda de las corrientes de línea .....</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 56.Generación de las muecas de voltaje .....</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 57.Tablero General de Distribución (Subestación N°4).....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 58. Flujo de corriente a través del conductor de puesta a tierra (Tablero General) .....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 59.Corriente a través del conductor de neutro (Tablero principal Subestación N°4).....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 60. Voltajes y Corrientes de línea (Tablero principal Subestación N°4) .....</b>	<b>97</b>

<b>FIGURA 61. Tablero Principal Extrusora SIMA .....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 62. Corriente a través del conductor de puesta a tierra 20,4 Arms 60 Hz .....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 63. Corriente a través del conductor de puesta a tierra (Tablero Extrusora SIMA) .....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 64. Voltajes y Corrientes de Línea, Barraje de alimentación.....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 65. Impacto de las corrientes de línea sobre los voltajes.....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 66. Controlador DC y bobinas de choque.....</b>	<b>99</b>
<b>FIGURA 67. Flujo de corriente no deseado por el conductor de puesta a tierra.....</b>	<b>99</b>
<b>FIGURA 68. Flujo de corriente a través del conductor de puesta a tierra del Motor DC Principal.....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 69. Voltajes en los extremos de las bobinas de choque del controlador DC del motor principal.....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 70. Tarjeta de control.....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 71. Especificaciones de Conexión de la tarjeta suministrada por el Fabricante .....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 72. Conexión de Puesta a tierra antigua de la tarjeta de control ..</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 73. Voltaje de Alimentación y Corriente demandada por la tarjeta de control .....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 74. TVSS .....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 75. Transformador de aislamiento .....</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 76. Etiquetas de conductores, W6 y W16.....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Materias primas utilizadas en Tescol .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 2. Tipos de polietileno.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3. Principales características del PEBD y PEAD .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 4. Principales características del polipropileno .....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 5. Porcentajes de materias primas para película de PEAD.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 6. Porcentajes de materias primas para elaboración de telas lanas tubulares .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 7. Porcentajes de materias primas para elaboración de sogas y cordeles.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 8. Historial consumos energéticos y cantidad de producción.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 9. Valores de voltaje, corriente y frecuencia transformador de 500KVA .....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 10. Niveles de Variación de Tensión Máximos y Mínimos (500 KVA) .</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 11. Valores de Desbalance de Voltaje y Corriente (500 KVA) .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 12. Distorsión Armónica Total (THD) de Voltaje y Corriente (500 KVA) .....</b>	<b>79</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A. GENERALIDADES TEJIDOS SINTÉTICOS DE COLOMBIA.....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO B. RESUMEN ACTAS COMITÉ DE ENERGÍA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO C. DIAGRAMAS DE PROCESOS Y EQUIPOS.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO D. PLANILLAS DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO E. ESQUEMAS DE LA EMPRESA TESICOL S.A.....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO F. HOJAS DE VIDA MÁQUINAS EXTRUSORAS.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO G. HISTORIAL INDICADORES DE ENERGÍA.....</b>	<b>145</b>

## RESUMEN

**TITULO:** Evaluación energética y operacional de las máquinas extrusoras de la empresa Tesicol S.A.\*

**Autores:**

Ronny Echeverría Martínez\*\*

Alexander Ulloque Ardila

**Palabras claves:** Caracterización, RCFA, TPM, estudio energético, armónicos.

Este trabajo se realizó en aras del mejoramiento funcional y energético de la empresa Tesicol S.A, buscando el desempeño óptimo en el proceso de producción.

A partir de un análisis de campo que incluyó caracterización de los diferentes equipos de extrusión y de sus redes de alimentación energética, para pasar a una fase de mediciones con los aparatos respectivos, se obtuvieron unos resultados que luego fueron estudiados debidamente.

Ante los resultados obtenidos en el análisis RCFA se determinó la ineficacia del actual programa de mantenimiento de la empresa y la imperiosa necesidad de implementar un programa innovador de mantenimiento que ponga la empresa a la vanguardia de la industria textilera, además se busca el implementar un archivo que contenga las diferentes características de las máquinas que componen el proceso de producción, sus respectivos mantenimientos (ya sea reparación, cambio de piezas, limpieza general, etc.).

Al realizar un estudio con el Analizador de Redes Trifásico, se quería lograr un eficiente consumo energético por parte de la maquinaria de la empresa, hallando los puntos críticos en donde se está haciendo un gasto de energía innecesario, para proceder a hacer la respectiva reparación y de esta manera reducir los índices de consumo energético mensual de la empresa, los cuales han venido siendo elevados en los últimos tiempos.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

## ABSTRAC

**Título:** energetic and operational Evaluation of the machines extrusoras of the company Tesicol S.A.\*

**Author:**

Ronny Echeverría Martínez\*\*  
Alexander Ulloque Ardila

**Key words:** Characterization, RCFA, TPM, energetic study, harmonic.

This worked was realized in altars of the functional and energetic improvement of the company Tesicol S.A, looking for the ideal performance in the process of production.

From a field analysis that included characterization of the different equipments of extrusion and of his networks of energetic supply, to go on to a phase of measurements with the respective devices, there were obtained a few results that then were studied due.

Before the results obtained in the analysis RCFA there decided the inefficiency of the current program of maintenance of the company and the imperious need to implement an innovative program of maintenance that puts the company to the forefront of the industry textilera, in addition one seeks to implement a file that contains the different characteristics of the machines that compose the process of production, his respective maintenances (already it is a repair, cambo of pieces, general cleanliness, etc.).

On having realized a study with the Three-phase Analyzer of Networks, an efficient energetic consumption wanted to be achieved on the part of the machinery of the company, finding the critical points where an unnecessary expense of energy is done, to proceed to make the respective repair and hereby reduce the indexes of energetic monthly consumption of the company, which have come being raised in the last times.

---

\* Project of degree

\*\* Faculty of Engineering Physicist - mechanics. School of Mechanical Engineering.  
Director: Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de energía en nuestras casas, empresas, comercios e industrias es según los principales estudios mayor del realmente necesario. Mediante la aplicación de las medidas de ahorro recomendadas tras un estudio energético, seríamos capaces de reducir el consumo en un porcentaje considerable, sin tener que reducir el confort que necesitamos. Pero, ¿por dónde empezar?

Esto es parte fundamental de cualquier programa de administración de energía, de cualquier empresa que desee controlar sus costos de energía. Este proyecto describe dos partes esenciales de un estudio energético. La primera es un análisis de costos y usos de la energía, mientras que la segunda ayudara al lector a comprender mejor la manera como se emplea la energía y los combustibles en la fábrica o edificación. También le ayudaremos a identificar las áreas en donde ocurren desperdicios de energía y en donde es posible hacer mejoras.

Este proyecto está dirigido a los directivos y ejecutivos de la empresa Tescicol S.A, quienes deberían cerciorarse tanto de que su administrador de energía como la administración y las divisiones técnicas, implanten las medidas de ahorro y conservación de energía.

A demás, en una sociedad en progreso como la nuestra, son numerosas las necesidades que se presentan, e igual son muchas las ocasiones que tienen sus integrantes para aportar al crecimiento de la misma desde cualquiera de sus dimensiones ya sea industrial, comercial, social o de servicios.

En Tescicol, la alta gerencia junto con el comité de ahorro y energía han deseado establecer los principios de un programa de mantenimiento llamado TPM, para un manejo más eficiente de los procesos de producción.

El presente proyecto busca ser una instrumento útil para optimizar las condiciones de funcionamiento de los sistemas de producción

centralizados en las extrusoras de Tesicol S.A y continuar de esta manera el mejoramiento de esta empresa a través de la historia.

El proyecto comienza con el estudio de la superestructura y equipos, con el fin de comprender la línea de trabajo de la empresa y conocer el estado de funcionamiento de los equipos actuales; teniendo en cuenta que los sistemas en estudio deben permanecer siempre en servicio, situación que en ocasiones se interrumpía, dificultando el desarrollo normal de las actividades se utilizaron herramientas de análisis térmico y eléctrico con objeto de comparar las demandas con las capacidades de los equipos instalados, sumado a esto se utilizó la metodología RCFA, permitiendo detectar las causas de las fallas.

Con este proyecto se busca una mejora al disminuir los costos de consumo energético; a demás, crear un entorno laboral más viable para así obtener una filosofía de mejoramiento continuo y que los empleados puedan seguir a cabalidad las recomendaciones que se exponen al final del proyecto, ya que estas son de mucha utilidad para la empresa.

Por último se ha de decir que este proyecto fue una experiencia muy enriquecedora para sus realizadores, ya que se reforzó los conocimientos inculcados por la institución.

## **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1 RAZON SOCIAL Y OBJETIVO DE LA EMPRESA**

Tejidos Sintéticos de Colombia. TESICOL S.A.

### **1.2 RESEÑA HISTORICA**

En 1958 un grupo de industriales e inversionistas de Santander adquirió la planta de producción de empaque de fique (Consortio Industrial de Santander – I.F.I.), existente en San Gil desde 1949, para dar origen a Hilanderías del Fonce S.A.

A partir de ese momento Hilanderías tuvo varios programas de ensanche y expansión. En 1965 instaló en Bucaramanga una segunda planta y en 1974 inició la producción de empaques plásticos, utilizando como materia prima el polietileno de alta densidad y el polipropileno. En 1980 dio inicio a la producción de cordeles, sogas plásticas y Tejido Raschel.

En 1985 en razón del volumen de producción y a la creciente participación en el mercado de los productos sintéticos, los accionistas decidieron separar estas dos tecnologías buscando crecimiento, nuevas inversiones y know-how, dando origen a Tejidos Sintéticos de Colombia S.A. “TESICOL S.A.”.

En el año 1988 se realizaron importantes inversiones en equipo y know-how con la firma norteamericana AMOCO, permitiendo la implementación de la tecnología avanzada en la industria textil plástica y posibilitando la producción de bases para tapetes y de telas para ingeniería y geotextiles de alta calidad. Estos últimos desarrollos se produjeron no solo pensando en los mercados nacionales, sino en los internacionales<sup>1</sup>.

De ahí en adelante TESICOL siguió creciendo en el desarrollo de nuevos productos para lo cual fue necesario adquirir equipos adicionales que permitieran atender las necesidades de sus clientes y diseñar nuevas estrategias para asegurar su participación en el mercado. En el año 2004 se realizó un significativo ensanche a la planta para aumentar su

---

<sup>1</sup> TESICOL, Tejidos Sintéticos de Colombia S.A. Premios Carlos Lleras Restrepo IFI. : “a la cultura empresarial más participativa”. Octubre de 1995.

capacidad productiva y de esta manera prepararse para dar respuesta inmediata a las crecientes exigencias del mercado.

Hoy, TESICOL posee una planta de personal de 204 operarios en el área productiva y 44 personas en el área administrativa y de dirección. De abril de 1993 a Abril de 1995 se creó la Gerencia de Mercadeo la cual tuvo como finalidad el desarrollo de los nuevos productos y el mercadeo de los mismos, principalmente en los del sector construcción. En el año de 2008 se creó un grupo interno llamado COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA, esto ante las exigencias de la competencia y en aras del progreso y rentabilidad de la empresa.

### **1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

Su estructura organizacional cuenta con tres niveles jerárquicos, Gerencia, Gerencia Intermedia y Nivel Operativo (ver **ANEXO A.** Generalidades Tejidos Sintéticos de Colombia).

El primer nivel (Gerencia) de la estructura organizacional de TESICOL S.A. es compuesto por la Presidencia y cuatro Gerencias, de la siguiente manera:

- **Gerencia de Producción o de Planta**
- **Gerencia de Calidad**
- **Gerencia Administrativa y Financiera**
- **Gerencia Comercial**

El segundo nivel está compuesto por los cargos de dirección, las jefaturas, coordinaciones y la Gerencia Intermedia. En la Gerencia Administrativa y Financiera están la Dirección de Contabilidad y Sistemas y la Jefatura de Compras. En la Gerencia de Planta aparece la Gerencia Intermedia, compuesta por la Supervisión de Planta, la Jefatura de Sección, la Jefatura de Mantenimiento Mecánico, la Jefatura Mantenimiento Eléctrico, la Jefatura de Mantenimiento Electrónico, la Jefatura de Almacén y el Laboratorio.

El tercer nivel de la organización está compuesto por los demás puestos existentes.

## **1.4 POLÍTICAS DE LA EMPRESA**

### **1.4.1 Misión**

*“Tejidos Sintéticos de Colombia “TESICOL S.A.” es una empresa privada del sector textil y plástico, dedicada a la fabricación y comercialización de productos elaborados en polietileno, polipropileno y materiales sintéticos afines, en mercados nacionales e internacionales, con la participación y desarrollo de nuestro personal, suministrando servicios y productos manufacturados de manera eficiente y productiva, que satisfagan los requerimientos de nuestros clientes y garanticen la rentabilidad de los accionistas”<sup>2</sup>.*

### **1.4.2 Visión**

*“En el año 2010, seremos líderes en calidad y rentabilidad en el mercado nacional, con un mercado internacional consolidado y un crecimiento significativos en volumen de ventas. Nuestra garantía de sostenimiento será de disponer de nueva tecnología, un equipo humano altamente competente y un excelente clima laboral”<sup>3</sup>.*

### **1.4.3 Política de calidad**

*“En **TESICOL S.A.** garantizamos la calidad de nuestros productos elaborados en polietileno, polipropileno y materiales sintéticos afines, cumpliendo con los requerimientos y expectativas a satisfacción de nuestro clientes nacionales e internacionales, a través de: diversidad de productos y aplicaciones, precio competitivo, presentación, servicio, en un ambiente de participación, desarrollo del personal, productividad y mejoramiento continuo; asegurando la rentabilidad de nuestros accionistas”<sup>4</sup>.*

---

<sup>2</sup> TESICOL, Tejidos Sintéticos de Colombia S.A. Manual de calidad. 2004. Pág. 10.

<sup>3</sup> Ibid. pág. 10.

<sup>4</sup> Ibid. pág. 12.

#### **1.4.4 Política de seguridad**

*“En TESICOL S.A. estamos comprometidos en garantizar la imagen de la compañía, cumpliendo con el sistema de gestión en control y seguridad, acorde a los requisitos de la norma BASC y sus respectivos estándares”<sup>5</sup>.*

#### **1.5 COMITÉ DE AHORRO DE ENERGÍA**

El Comité de Ahorro de Energía es un organismo interno creado con un enfoque que en palabras del Ing. Pedro Alonso Dulcey (Jefe de Mantenimiento y presidente actual del Comité) consiste en “ejecutar proyectos de baja inversión, cambiar procedimientos de trabajo o especificaciones que no afectan la calidad pero que consumen energía, trabajar los equipos a su máxima capacidad sobre todo los de alta capacidad instalada con el fin de hacer más eficiente el proceso y la relación Kw/kg procesados”. Además de esto, se encarga de diseñar y promover buenas acciones dentro de la empresa en pro del consumo responsable de diferentes recursos, tales como la energía, el agua y el gas. Para llevar un archivo que sirviera como referencia de los logros alcanzados por el Comité de Ahorro de Energía se proclamó que se dejaría constancia de cada reunión realizada en un acta, en ésta se dejaría por escrito lo que se trató en dichas reuniones y las acciones que se acordarían realizar en la empresa en pro de disminuir el costo por el consumo de energía.

El Comité tuvo su primera reunión el 28 de agosto del 2008, en esta reunión se presentó a los asistentes los factores que hacen necesario el desarrollar acciones en la empresa Tescicol para lograr una disminución en el consumo de energía, para ello se realizó una actividad que consistía en distribuir el personal en grupos, cada semana un personaje expondría un capítulo del manual de Ahorro de Energía y se encargaría de dejar a cada grupo una copia del material expuesto. También se acordó tomar un indicador que mostrara de manera clara los avances que se han obtenido gracias a las acciones que el Comité ha implementado; este indicador se tomaría a partir del consumo energético en kilowatts (Kw) consumidos

---

<sup>5</sup> Ibid. pág. 12.

durante el mes y los kilogramos (Kg) de material consumidos en la extrusión durante el mes en la empresa; el índice se obtendría al dividir los Kw sobre los Kg (Kw/Kg). Siguiendo las políticas del Comité de mejorar la utilización de otros recursos utilizados por la empresa, se sugirió en esta reunión el llevar un indicador del consumo de agua y de gas de la Empresa.

Las primeras reuniones se realizaron cada siete (7) días (en algunas ocasiones este intervalo era de quince (15) días), pero en este último año se realiza una reunión por mes, efectuándose ésta los primeros días del mes.

A la fecha se han realizado cuarenta (40) reuniones encontrándose un archivo con cuarenta (40) actas. A petición de la empresa estas actas no pueden ser publicadas, de manera que nos limitamos a hacer un pequeño compendio de las acciones más importantes que se han dejado impresas (ver **ANEXO B**. Resumen de actas Comité de Ahorro de Energía).

## 1.6 GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 1.6.1 Materias primas utilizadas

Las materias primas utilizadas son el polietileno y el polipropileno, los cuales son polímeros sintéticos derivados de monómeros provenientes del petróleo, etileno y propileno respectivamente. En la tabla 1 se relacionan las distintas materias primas utilizadas en la empresa.

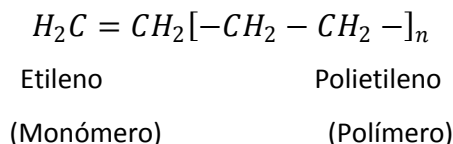
MATERIA PRIMA	PRODUCTO
Polietileno de alta densidad	Mallas y polisombras
Polipropileno alta densidad	Telas planas, hilos, sogas, cordeles, gramas, Fibratex
Polietileno de baja densidad	Telas laminadas
Colorantes	Todos los productos
Aditivos	Todos los productos

**Tabla 1.** Materias primas utilizadas en Tesicol

**Fuente:** Departamento de producción Tejidos Sintéticos de Colombia S.A

## Polietileno

Es considerado químicamente el polímero más simple. Es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translucido y tiene una apariencia de cera. En la figura 1 se pueden observar las estructuras del etileno y del polietileno.



**FIGURA 1.** Estructura del etileno y del polietileno

Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

### - Tipos de Polietileno

Los diversos tipos de polietileno es una consecuencia de la extensa variación en el peso molecular y en el grado de ramificación, y por consiguiente en la cristalinidad, propiedades que varían según las condiciones de polimerización.

TIPOS DE POLIETILENO	
<b>PEBD</b>	Polietileno de baja densidad
<b>PEAD</b>	Polietileno de alta densidad
<b>PELBD</b>	Polietileno lineal de baja densidad
<b>UHWPE</b>	Polietileno de ultra alto peso molecular
<b>PEX</b>	Polietileno con formación de red

**Tabla 2.** Tipos de polietileno

Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

### - Propiedades y características del polietileno

Algunas propiedades que hacen del polietileno una materia prima tan conveniente para miles de artículos manufacturados son poco peso, flexibilidad, tenacidad y alta resistencia química.

Características	PEBD	PEAD
Grado de cristalinidad (%)	40 – 50	60 – 80
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0,915 - 0,935	0,94 - 0,97
Temperatura cristalización (°C)	105 – 110	130 – 135
Temp. Máx. permisible (°C)	80	100
Temp. reblandecimiento (%)	110	140

**Tabla 3.** Principales características del PEBD y PEAD

Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

- Usos del polietileno

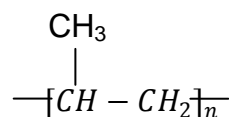
El polietileno es usado para la elaboración de diversos productos finales, donde para cada uno se utilizan diferentes procesos, entre los más comunes se encuentran la extrusión de película, cables, hilos y tuberías, moldeo por inyección de partes en tercera dimensión con formas complicadas, inyección y soplado de botellas y recipientes de diferentes tamaños.

### Polipropileno

El polipropileno (PP) es un polímero termoplástico, parcialmente cristalino, obtenido de la polimerización del propileno. Es un producto inerte, totalmente reciclable, su incineración no tiene efectos contaminantes y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental.

- Tipos de Polipropileno

El PP fabricado de manera industrial es un polímero lineal, cuya cadena principal es una cadena de átomos de carbono enlazados entre sí. En cada dos átomos de carbono de esta cadena principal se encuentra ramificado un grupo metilo (CH<sub>3</sub>).



**FIGURA 2.** Estructura del polipropileno

Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

- Propiedades y características del polipropileno

Las propiedades del PP dependen enormemente del tipo de tacticidad que presenten sus moléculas.

Características	Homopolímero	Copolímero
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 – 600	450 - 900
Densidad [g/cm <sup>3</sup> ]	0.903	0.91
Índice de fluidez (g/10 min)	1.4 – 100	1.3 - 100
Temperatura de fusión (°C)	160 – 170	130 - 168
Temp. Máx. de uso continuo (°C)	100	100

**Tabla 4.** Principales características del polipropileno

Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

- Usos del polipropileno

El PP es transformado mediante muchos procesos diferentes. Los más utilizados son: moldeo por inyección de juguetes, parachoques de automóviles y moldeo por soplado de recipientes huecos como botellas o depósitos de combustible.

### **Colorantes**

Todos los plásticos, tanto termoestables como termoestáticos pueden ser coloreados. Los colorantes son utilizados para mejorar la apariencia y resistencia de los mismos. En Tescicol se utilizan los pigmentos inorgánicos, los cuales resultan de la oxidación del titanio, hierro, cromo, selenio, cadmio, mercurio, etc. y son más opacos, resistentes al calor y estables químicamente que los orgánicos. Los colorantes pueden encontrarse ya sea en polvo, líquidos o en forma de concentrados (masterbatches), siendo este último el más económico y el más usado. En la figura 3 se muestran diversos colores de concentrado masterbatches.



**FIGURA 3.** Colorante en forma masterbatches

Fuente: [www.Rem92.es](http://www.Rem92.es)

### **Aditivos**

Son muchos los aditivos ofrecidos en la actualidad para mejorar los procesos y reforzar ciertas características de los plásticos. En Tescicol actualmente se utilizan agentes antiestáticos, antioxidantes, estabilizadores ultravioleta y antifilibrantes.

## 1.6.2 Descripción y definición de productos

Actualmente Tesicol cuenta con un amplio portafolio de productos de mallas, telas, cordeles, sogas, hilos y fibras sintéticas aportando soluciones en los campos de la agricultura, agroindustria, ganadería, floricultura, avicultura y construcción, entre otros.

Existen tres líneas de producción definidas dentro de la empresa, definidas así<sup>6</sup>:

- Línea telas Raschel o polisombras
- Línea telas planas
- Línea de sogas y cordeles

- **Línea telas Raschel o polisombras**

A partir de polietileno de alta densidad se elabora tela Raschel o polisombra corriente, tela de sombrío (polisombras, parasol), constructex, alumitex, malla multired y tela tubular.

- **Polisombra:** malla de polietileno de alta densidad que permite regular la luz que incide en los cultivos o invernadero en porcentajes de 33, 47, 65 y 80%. Estabilizada contra radiación U.V.
- **Alumitex:** malla de polietileno de alta densidad recubierta con aluminio que permite regular la luz que incide en los cultivos y aumenta el confort climático de las plantas mejorando el proceso de fotosíntesis.
- **Constructex:** tela para protección de edificios que da solución a los problemas de seguridad y estética en obras de construcción. Cuenta con aditivación U.V que garantiza larga duración, protegiendo de las lluvias y el sol sin disminuir la visibilidad en su interior.

---

<sup>6</sup> Información suministrada por el departamento comercial de TESICOL S.A. Marzo de 2010.

En la figura 4 se observan dos cultivos recubiertos con tela de tejido Raschel. En la primera fotografía se muestra un cultivo recubierto con tela alumitex, en la segunda, un floricultivo con tela polisombra negra.



**FIGURA 4.** Fotografías de alumitex y polisombra negra  
Fuente: Autores proyecto

- **Línea Telas Planas**

Telas plásticas fabricadas a partir de cintas tejidas de polipropileno, entre les que se cuentan telas planas (industriales, laminadas, corrientes, aditivadas), telas tubulares, groundcover y eligflex. En la figura 5. “Fotografías de tela aditivada o cortavientos y groundcover” se observan algunos de estos productos.



**FIGURA 5.** Fotografías de tela aditivada o cortavientos y groundcover  
Fuente: Autores proyecto

- **Tela aditivada:** producto para cubrir los laterales de los invernaderos con una resistencia que le permite ser usada como malla cortaviento sin ningún contratiempo, resistente a la intemperie.
- **GroundCover:** tela cubresuelos, es un tejido de polipropileno 100% virgen, estabilizado con aditivos U.V. que le brinda una mayor vida útil a la intemperie. Se ubica en los pasillos de los invernaderos controlando el crecimiento de maleza, por

consiguiente disminuye sustancialmente el costo de mano de obra y de herbicidas relacionado con esta labor.

- **Aligflex:** Es una lona sintética laminada por ambas caras para aligerante de construcción, 100% impermeable, aditivada y en presentaciones de 1.25 y 1.45 mt de ancho, basados en los estándares de construcción de casetones.

- **Línea de sogas y cordeles**

Para la elaboración de sogas y cordeles de diferentes calibres en polipropileno de alta densidad. En esta línea se incluye también la elaboración de fibras sintéticas. En la figura 6. se observan los distintos tipos de sogas y cordeles elaborados.



**FIGURA 6.** Foto productos línea sogas y cordeles  
**Fuente:** Departamento Comercial, Tejidos Sintéticos de Colombia

- **Sogas:** elaboradas con materia prima 100% virgen, variedad de diámetros de 3 mm - 50 mm, excelente resistencia, flexibilidad suavidad, brillo y variedad de colores.
- **Soga pisadora:** elaborada con materia prima 100% virgen y estabilizada con aditivos U.V. Con diámetro de 5mm. Diseñada para la construcción de invernaderos. (instalación de polisombra).
- **Cordeles:** hilos de polipropileno de alta densidad hechos con materia prima 100% virgen para proporcionarle una mayor vida útil y mejor calidad. Se cuenta con una amplia gama de diámetros desde 3000 hasta 36000 denieres y amplia gama de colores y presentaciones.
- **Fibratex:** la adición de fibras poliméricas, en especial, las fibras de polipropileno a los concretos, previenen la ruptura y rápido

envejecimiento causado por la acción del tiempo y cambios bruscos de temperatura. Estas fibras en forma de arreglos fibrilados y cortados en longitudes predeterminadas, son de particular interés para el refuerzo del concreto por su relativo bajo costo y su alta durabilidad.

- **Grana Artificial:** fibras hechas a base polipropileno y polietileno de alta densidad para la elaboración de tapetes sintéticos.

## **1.7 GENERALIDADES DE RELACIONES COMERCIALES**

### **1.7.1 Zonificación de clientes**

Para la comercialización de sus productos Tescol ha dividido sus áreas de influencia en 16 zonas, 15 zonas equivalen a clientes locales repartidas entre las principales ciudades del DGIS, y una zona para los clientes exteriores, manejadas por el coordinador de servicio al cliente y por el analista de mercados internacionales respectivamente. Actualmente Tescol mantiene crecientes relaciones comerciales con más de 17 países.

### **1.7.2 Sistema de compras y relación con proveedores**

La empresa cuenta con una jefatura de compras la cual se encarga de tramitar toda orden de compra, haciendo análisis de proveedores, emitir los pedidos y cargar su valor al respectivo centro de costo.

Para la adquisición de materias primas se lleva a cabo un tratamiento diferente, debido a los grandes volúmenes y altos costos, éstas son negociadas por la presidencia de la empresa, contando con el apoyo de la gerencia de calidad y la gerencia comercial. Cada tipo de materia prima tiene un proveedor diferente y un mecanismo de negociación distinto. Los proveedores de las mismas pueden ser locales o extranjeros, dependiendo de esto también dependen los trámites de negociación.

### 1.7.3 Competencia

Tesicol siempre se ha preocupado por mantener su participación en el mercado nacional y fortalecer su incursión en mercados internacionales. Las relaciones con sus competidores nacionales se pueden considerar como buenas y estables. Además el departamento comercial continuamente realiza benchmarking de sus competidores a través de consultas a sus clientes, estudio de sus productos y visitas a las instalaciones de la competencia.

**Competencia Local:** en la actualidad Tesicol cuenta con 5 fuertes competidores; CIPLAS, Compañía de empaques, industrias Kent, BLANQUICET y R Doron. Cada uno de éstos ofrece productos muy similares en calidad y precios a los ofrecidos por la empresa.

**Competencia internacional:** la competencia internacional es amplia y variada. En estos momentos Tesicol está fabricando productos para algunos de sus competidores. Actualmente los productos elaborados en la China están representando una amenaza para los productos de Tesicol debido a sus bajos precios.

## 1.8 CONTRATO DE ENERGÍA TESICOL

Tesicol S.A sostiene un contrato con la Electrificadora de Santander S.A E.S.P (en la actualidad una empresa del grupo UNE) de cliente no regulado. Como lo especifica la ESSA “un Usuario No Regulado es un consumidor que gracias a superar un nivel límite de consumo, puede negociar libremente la tarifa de suministro de electricidad con el comercializador que desee”.

A este usuario se le llama No Regulado precisamente porque sus tarifas no están reguladas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG- sino que son acordadas mediante un proceso de negociación entre el consumidor y el comercializador. La CREG por medio de resoluciones establece los límites mínimos de consumo necesarios para acceder a esta condición.

Existe un requisito adicional para ser Usuario No Regulado: instalar un equipo de teled medida que cumpla con el Código de Medida, de modo que

permita registrar y reportar los consumos hora a hora. Si un Usuario Regulado posee las condiciones para ser No Regulado mantendrá dicho status hasta que en forma expresa indique que quiere dejar de serlo; la empresa posee este equipo y de acá toma una lectura diaria y el acumulado del mes. Actualmente la empresa renovó su contrato de energía que tiene vigencia desde el 1 de enero de 2009 y va hasta el 31 de diciembre del año 2011.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

### 2.1 APROVISIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

El proceso productivo para cada una de las tres líneas de producción comienza con el aprovisionamiento de las materias primas. Toda la materia prima que llega a la empresa es almacenada en la bodega y diariamente el material programado para cada extrusora es pasado de ésta a la minibodega. En promedio se entregan de 3 a 4 toneladas por extrusora para su consumo diario. En la minibodega se encuentran ubicadas las tolvas que alimentan las extrusoras con la materia prima. En la figura 7 se observan fotografías de la bodega, minibodega y las tolvas de almacenamiento de materia prima de las extrusoras.



**FIGURA 7.** Fotografías de la bodega, minibodega y tolva de materia prima A  
**Fuente:** Autores del proyecto

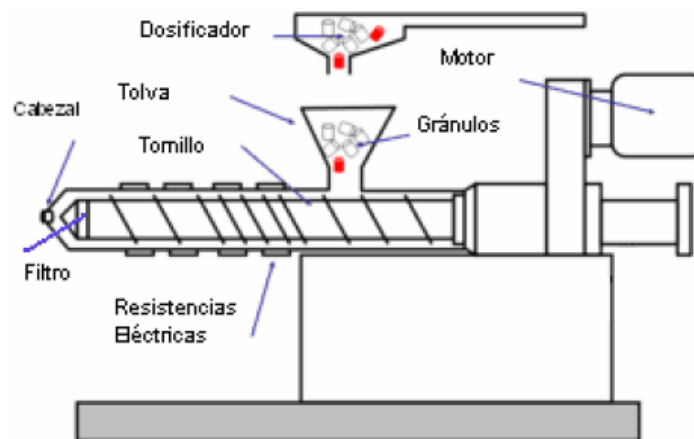
### 2.2 PROCESO DE EXTRUSIÓN

Toda extrusora cuenta con tres partes principales para desarrollar el proceso de extrusión: las tolvas, el tomillo extrusor y el dado o cabezal.

Las tolvas se encuentran ubicadas en la minibodega para facilitar el proceso de llenado de las mismas y de aprovisionamiento de las materias primas. Cuentan con capacidades que van desde los 800 kilogramos hasta los 1500 kilogramos. Existe una tolva por cada extrusora, siendo alimentada por los respectivos ayudantes de extrusora dos a tres veces por turno. De las tolvas la materia prima es bombeada a través de un ducto elevado 4.5 metros del suelo para alimentar cada extrusora.

Al llegar a cada una de las extrusoras, las materias primas se mezclan con los aditivos y colorantes (Masterbatches), éstos vienen diseñados con

características de índice de fluidez y viscosidad acordes al polímero a procesar. Los concentrados de color y aditivos son mezclados con el polímero por medios mecánicos justo antes de caer en la tolva de alimentación con lo que se asegura una calidad homogénea, tal como se observa en la figura 8. 'Diseño genérico de un extrusor'. El concentrado de color debe tener un porcentaje de aplicación de entre 0.5 - 5% en usos promedio. Los aditivos se aplican entre 0.1 - 4% en promedio.



**FIGURA 8.** Diseño genérico de un extrusor  
Fuente: Lexis 22 enciclopédico. 1976

Posteriormente la mezcla entra a la cavidad de extrusión donde el material se funde como resultado del incremento en la temperatura a través de resistencias eléctricas ubicadas en la periferia de la cavidad y a la fricción del arrastre del tornillo extrusor. El tornillo empuja el polímero fundido forzándolo a pasar a través de un cabezal o boquilla.

La cavidad de extrusión se divide en 3 zonas, desde la alimentación hasta la salida del material por el cabezal (ver **ANEXO C.** Diagramas de procesos y equipos).

1. Zona de alimentación: en esta parte ocurre el transporte de gránulos sólidos y comienza la elevación de temperatura del material.
2. Zona de compresión: en esta zona, los gránulos de polímero son comprimidos y están sujetos a fricción y esfuerzos cortantes, lográndose su fusión.

3. Zona de distribución: aquí se homogeniza el material fundido y ocurren las mezclas.

Finalmente a través del cabezal fluye el polímero fuera de la cavidad de extrusión y gracias a éste toma el perfil deseado, en este caso recibe el nombre de película primaria.

- **Línea Telas Raschel o polisombra**

Todas las referencias de tejido Raschel siguen la misma secuencia de operaciones excepto la tela aluminizada o Alumitex, que debe seguir un paso adicional para el aluminizado de la película de polietileno. Las telas Raschel se elaboran para dar sombríos de 30, 33, 35, 40, 47, 50, 65, 75, 80 y 90%, anchos de hasta 8 metros y longitudes según los pedidos de los clientes (ver **ANEXO C**. Diagramas de procesos y equipos).

En la tabla 5 se muestran algunos de los productos elaborados en esta línea y sus respectivos porcentajes de materias primas.

Color de película	% PEAD	% Colorante	% Aditivo UV
Negro	95	5	0
Azul	98	1	1
Verde	98	1	1
Blanco	96.5	0.5	3

**Tabla 5.** Porcentajes de materias primas para película de PEAD

**Fuente:** Tablas especificaciones de productos, archivo Gerencia de Calidad. Tejidos Sintéticos de Colombia

➤ **Extrusión:** para la elaboración de película de polietileno se utilizan dos extrusoras; la extrusora vertical o planta de estiraje y la extrusora Sima. A diferencia de las demás extrusoras, la extrusora vertical mostrada en la figura 9, cuenta con un tornillo sinfín en posición vertical y de un cabezal circular que genera película tubular que recibe el nombre de burbuja.



**FIGURA 9.** Fotografía de la extrusora Vertical  
**Fuente:** autores del proyecto

➤ **Proceso de enfriamiento y estiraje:** al salir el material extruido es halado y enfriado para lograr una mayor orientación longitudinal de las moléculas en la dirección que es aplicada la fuerza de extensión, e incrementar el grado de cristalinidad y de resistencia del material. En la extrusora vertical, el material al salir del cabezal es refrigerado por un sistema de aire incorporado llamado saturno. A la salida se forma una "burbuja" que luego es cortada por una resistencia eléctrica para dar paso a una lámina de película que es obligada a pasar a través de cilindros calientes (130°C) y cilindros fríos (26°C), para estabilizarla, relajarla y adelgazarla con espesores uniformes y ganar resistencia y tenacidad. Aquí se obtienen rollos de película con anchos que van desde 32 cm hasta 150 cm y espesores entre 28 y 35 micrones.

En la extrusora Sima la película sale del cabezal hacia una tina de agua a temperatura ambiente (26°C) para ser enfriada, pasa a través de un primer cuadrante de cilindros para su estabilización y por un árbol de cuchillas para ser cortada en cintas para trama y urdimbre de 2 mm de ancho. Para su estiraje estas se hacen pasar por un horno a 160°C. Finalmente pasan por un último cuadrante de cilindros de estabilización y son bobinadas en tubos metálicos para ser llevados al telar Raschel #10.

➤ **Proceso de tejeduría:** de la extrusora vertical los rollos de película salen hacia los telares. Actualmente la empresa cuenta con 13 telares en funcionamiento, 12 trabajan con rollos de película, y solo uno trabaja con cintas de trama y urdimbre. En los telares 1 al 9, 11, 12 y 13, los rollos de película se disponen según sea trama o urdimbre. Cada telar cuenta con un sistema de cuchillas, que va cortando la película en cintas a medida que el rollo va girando. De ahí las cintas son enhebradas en las agujas para su posterior tejido. En el telar 10, las bobinas son montadas en unos percheros según sea de trama o de urdimbre, a medida que van avanzando pasan por un sistema de agujas que van formando el tejido. La tela obtenida es enrollada en tubos de cartón en medidas que varían entre 24 cm hasta 8,10 metros (4 metros dobles en U). Si el tejido es de buena calidad y no se presentan picas ni ralos<sup>7</sup>, no se revisa y va directamente a embalaje. En la figura 10. se muestra una fotografía del telar Raschel No. 7, el cual trabaja con rollos de película provenientes de la extrusora vertical.



**FIGURA 10.** Fotografía del telar Raschel No. 7  
**Fuente:** autores del proyecto

➤ **Proceso de inspección y corrección de defectos:** si el rollo tiene defectos pasa a la mesa de inspección mostrada en la fotografía de la figura 11. Aquí el operario debe revisar al 100% todos los productos que

---

<sup>7</sup> Defectos presentados en el tejido Raschel.

llegan y una vez detectado el defecto debe corregirlo manualmente o con máquina fileteadora.



**FIGURA 11.** Fotografía de la mesa de inspección  
**Fuente:** autores del proyecto

➤ **Proceso de unión y costura:** en muchas ocasiones se hace necesario unir varios rollos para alcanzar las medidas de los pedidos de los clientes, este proceso se realiza en outsourcing. Una vez unidos los rollos van a embalaje.

➤ **Proceso de embalaje:** cuando el rollo cumple con los requerimientos de calidad y medidas se procede a embalarlo. Para la mayoría de sus productos Tesicol emplea tela para embalaje fabricada en sus instalaciones, o en algunos casos película Stretch. Una vez se embalan, los rollos son estibados y entregados a la bodega de producto terminado para su posterior despacho.

**Alumitex:** para la elaboración de alumitex, es necesario aluminizar la película de polietileno obtenida en la extrusora vertical. El proceso de aluminización de la película es un desarrollo de Tesicol en conjunto con ALFAN<sup>8</sup>, una empresa ubicada en la ciudad de Bogotá. Para el proceso se toma una capa de película de polietileno de alta densidad, se adiciona a través de un electrodo aluminizado, aluminio pulverizado y con un

---

<sup>8</sup> La Superintendencia de Industria y Comercio otorgó a TESICOL la patente por la invención del “proceso de producción de pantalla térmica para invernadero” desde el 14 de junio del 2000.

adhesivo especial es cubierta con otra capa de película de polietileno; tan pronto llegan los rollos de película aluminizada a las instalaciones de Tesicol se procede a trabajarla como trama en los telares Raschel #3 y #9. Los demás pasos son los mismos a seguir en el proceso de telas Raschel.

### **Línea Telas planas y tubulares**

Todas las telas siguen un proceso similar comenzando en las extrusoras Sima o Davis, pasando por un proceso de urdido (telas planas) y de tejido. Existen dos procesos intermedios; uno en las telas de tejido tubular para rebobinar las cintas de trama y otro para las telas plastificadas o laminadas.

➤ **Extrusión:** la extrusión de película para la elaboración de las cintas de trama y urdimbre se lleva a cabo en las extrusoras Davis y Sima, ambas utilizan un sistema de extrusión similar. En la tabla 6 se muestran los porcentajes de aplicación de materias primas para los principales productos elaborados en esta línea.

<b>Producto</b>	<b>% PP</b>	<b>% Colorante</b>	<b>% carbonato de calcio</b>	<b>% Aditivo UV</b>
Verde cortavientos	94	1	3	2
Verde construcción	95.7	1	3	0.3
Tela Negra	95	4	0	1
Tela corriente blanca	97	0	0	3

**Tabla 6.** Porcentajes de materias primas para elaboración de telas lanas tubulares  
**Fuente:** Tablas especificaciones de productos, archivo Gerencia de Calidad. Tejidos Sintéticos de Colombia

➤ **Estiraje y enfriamiento:** la película primaria sigue un proceso similar al utilizado para la elaboración de cintas de polietileno para el telar Raschel #10. Al pasar el árbol de cuchillas, la película es cortada en cintillas de 1, 1.2, 1.5, 2.5 ó 3 mm para urdimbre y de 3 mm para trama. Una vez terminado este proceso son bobinadas en tubos metálicos y llevadas al siguiente proceso (ver Anexo C. Diagramas de proceso y equipos).

La extrusora Sima se encarga de la elaboración de las tramas, una vez son bobinadas, pasan al almacén de tramas junto a los telares planos. La extrusora Davis elabora las cintillas para urdimbre, bobinando dos cintas por cada tubo, luego se almacenan en el almacén de urdimbres frente a la urdidora o el ubicado frente a los telares circulares.

Para la elaboración de telas de tejido plano se realizan las siguientes operaciones:

➤ **Urdido:** este proceso se lleva a cabo en la urdidora. En esta máquina se montan las bobinas de urdimbre en los percheros según las medidas de la tela a elaborar. El número de bobinas varía de 754 a 2156, para obtener anchos que van desde 2.10 a 4.20 metros. Las cintas son enrolladas en un cilindro metálico llamado plegador de urdimbres, el cual puede albergar hasta 8500 metros de cintas. El plegador es llevado al almacén de plegadores ubicado frente a la urdidora y espera ser transportado para continuar con el proceso en los telares planos. En la figura 12 se observan fotografías de los percheros de bobinas, las cintas de urdimbre y el plegador de urdimbre en la urdidora.



**FIGURA 12.** Fotografía de la urdidora: percheros, cintas y plegador  
Fuente: autores del proyecto

➤ **Tejido:** se realiza en los telares Sulzer o telares de tejido plano. En éstos el plegador es montado y las cintas de urdimbre son anudadas y enhebradas en las agujas del telar. La trama es dispuesta en un dispositivo lanzador de trama en sentido horizontal y es disparada a medida que las urdimbres avanzan longitudinalmente para formar el

tejido. En la figura 13 se muestra una fotografía de un telar plano elaborando tela blanca corriente.



**FIGURA 13.** Fotografía de un telar plano  
Fuente: autores del proyecto

Para la elaboración de telas de tejido tubular se realizan las siguientes operaciones:

- **Rebobinado de tramas:** como los tubos metálicos utilizados al finalizar el estiraje de las cintas tienen dimensiones diferentes a las aceptadas por los telares circulares las tramas necesitan ser rebobinadas, este proceso se lleva a cabo en la rebobinadora Sahn. Al terminar el proceso las tramas van hacia el telar circular.
- **Tejido:** en el telar circular, las bobinas de urdimbre son montadas en percheros a lado y lado del mismo, haciéndolas pasar por unas guías hasta llegar a los peines del círculo tejedor. Los viajeros de las tramas se encuentran allí y se hacen girar alrededor de las cintas de urdimbre a medida que estas van avanzando. Este telar debe su nombre al mecanismo de tejido que tiene, con el cual se obtiene una tela tubular usada en la fabricación de sacos o para obtener telas corrientes<sup>9</sup> tal como se muestra en la figura 14 Fotografía de un telar circular.

---

<sup>9</sup> Al hacer pasar la tela tubular por una resistencia eléctrica, es posible cortarla y abrirla para formar telas corrientes.



**FIGURA 14.** Fotografía de un telar circular  
**Fuente:** autores del proyecto

- **Laminado:** es un proceso intermedio realizado a telas corrientes (por lo general blancas) que consiste en aplicar una capa de polietileno de baja densidad a las telas planas para impermeabilizarlas. Estas telas se conocen como telas laminadas y Aligflex (tela para la construcción de casetones).
- **Proceso de inspección y corrección de defectos:** si el rollo tiene defectos pasa a la mesa de inspección, se revisa al 100% toda la tela hasta detectar el defecto y corregirlo manualmente o con máquina fileteadora.
- **Embalaje:** una vez el rollo cumple con los requerimientos de calidad y medidas se procede a embalarlo. Los rollos embalados son estibados y entregados a la bodega de producto terminado para su posterior despacho.

- **Línea Sogas y Cordeles:**

En la tabla 7 se mencionan los porcentajes de aplicación de materias primas para los principales productos elaborados en esta línea, tales como hilos, sogas y cordeles con denieres que pueden variar entre 1200 y 72000, y presentaciones de 1 a 5 kilogramos (ver ANEXO C. Diagramas de proceso y equipos).

PRODUCTO	% PP	% PEAD/PEBD	% Colorante	% Aditivo UV
Rafia amarilla	94	5	1	-
Rafia rojo	94	5	1	-
Rafia azul	94.5	5	0.5	-
Rafia blanca	99	-	1	-
Fibratex	90	10	-	-
Gramas	75	20	5	-
Agroindustrial	97	-	3	-
Indumil	95	5	-	-
Hilo de costura	97	-	-	3

**Tabla 7.** Porcentajes de materias primas para elaboración de sogas y cordeles  
**Fuente:** Tablas especificaciones de productos, archivo Gerencia de Calidad. Tejidos Sintéticos de Colombia S.A

- **Extrusión:** el proceso de extrusión se realiza en las extrusoras Simplex, Sima y Davis. Las tres siguen un proceso similar al explicado anteriormente. En la figura 15 se muestra una fotografía de la extrusora Simplex elaborando rafia amarilla para cabos de sogas.



**FIGURA 15.** Fotografía de la extrusora Simplex  
**Fuente:** autores del proyecto

- **Estiraje y enfriamiento:** para la elaboración de sogas y cordeles, después del proceso de extrusión la película además de ser estirada y estabilizada, requiere un proceso de fibrilación. Esta se logra al hacer pasar la película por un cilindro fibrilador. Este cilindro tiene agujas alineadas en forma de rombos en su superficie para rayar la película; luego la película pasa por un árbol de

cuchillas y se corta en cintas de diferentes anchos y grosores, se estira en el homo (extrusoras Sima y Davis) o en la plancha de estiraje (extrusora Simplex), se estabiliza y se bobina en tubos metálicos en pesos que pueden ir de 12 a 40 kilogramos y denieres que varían entre 1500 y 18000.

- **Retorcido:** para la elaboración de sogas y cordeles, es necesario someter las rafias a procesos de retorcido. En máquinas retorcedoras, las rafias son sometidas a un determinado número de torsiones dependiendo del denier y del tipo de producto a elaborar. Con el retorcido se logra dar mayor resistencia a las mismas.
- **Enconado:** proceso de formación de conos de hilo y cordeles delgados con denieres que van desde 1500 hasta 6000, y pesos por cono de hasta 5 Kg.
- **Ovillado:** proceso por el cual los hilos retorcidos de 12000 denieres, se enrollan para formar ovillos de cordel.
- **Bobinado:** proceso realizado en la bobinadora alfa 10 para la obtención de cordeles a algunos hilos retorcidos de 12000 y 18000 denier.
- **Cableado:** toda soga se encuentra conformada por tres cabos de hilo. Este proceso consiste en juntar cabos de hilos retorcidos para la elaboración de sogas en calibres que van desde 3 mm hasta 38 mm y denieres que varían entre 12000 y 72000.
- **Empaque:** una vez finalizado el procesamiento, las sogas y los cordeles son etiquetados y empacados unitariamente con plástico termoencogible.
- **Embalaje:** en sacas de embalaje de polipropileno, se embalan las sogas y cordeles según los pedidos hechos por el cliente. Estos son entregados a la bodega de producto terminado, listos para ser despachados a los clientes.

### 2.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La producción mensual es de 300 toneladas, 50 toneladas equivalen a productos elaborados con polietileno de alta densidad y 250 toneladas

equivalen a productos de polipropileno (este es un valor aproximado, puesto que la empresa no lleva un historial de este dato). Ésta está dada por la capacidad de producción de las extrusoras y por la demanda de pedidos por parte del departamento comercial.

## **2.4 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

La programación de la producción se hace semanalmente según pedidos suministrados por el departamento comercial. Los días jueves el coordinador de servicio al cliente y el ingeniero de planta, programan la producción estableciendo prioridades de pedido y cuadrando equipos según la capacidad en planta. En base a los requerimientos de este programa, los jefes de sección deben programar la producción en las extrusoras diariamente.

El jefe de sección del turno de 2 a 10 p.m. programa las cantidades a consumir por extrusora dependiendo del producto a elaborar y de la capacidad de cada extrusora. Al día siguiente el jefe de sección a las 8:30 a.m. pasa el material para el consumo de un día de la bodega a la minibodega.

En base a esta programación, se establecen los productos, referencias y cantidades a elaborar en las fábricas visuales<sup>10</sup> de cada puesto de trabajo. Los operarios saben que productos deben elaborar y van anotando lo que ha sido procesado. Los supervisores, jefes de sección e ingenieros tienen conocimiento del estado de la producción con solo observar lo anotado en las fábricas visuales. Se supone que al finalizar la semana lo establecido en las fábricas visuales de cada puesto de trabajo debe culminarse satisfactoriamente. En caso contrario, los pedidos pendientes pasan de primeros a la programación de la semana siguiente.

No siempre la producción se elabora por lotes completos de un mismo pedido; Tesicol S.A es muy flexible en su programación de la producción, de manera que se realizan constantes cambios de productos y alistamientos para procesarlos. Esto ha sido bueno en la medida que

---

<sup>10</sup> Formatos utilizados en cada uno de los puestos de trabajo para controlar la producción. En estos es fácil que productos han sido programados, en qué orden, qué cantidades, cuánto se ha procesado y cuánto hace falta.

permite dar mejor respuesta a los pedidos de los clientes, pero ha generado una creciente producción de desperdicios de materiales.

Hasta el momento la programación se realiza manualmente en una hoja de cálculo electrónica. La empresa adquirió un software para el manejo de la producción en el año 2008, pero éste no tuvo la acogida esperada dentro de la empresa y prontamente se fue dejando en el olvido hasta el punto de dejar de ser inutilizado, de manera tal que al querer adquirir información acerca del software para propósitos de esta tesis no fue suministrada por la empresa al no tener registros vigentes de la misma.

## **2.5 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

Al hacer un análisis al proceso productivo de la empresa encontramos que siempre se trabaja secuencialmente; siempre tratando de utilizar las extrusoras de menor carga eléctrica (Vertical y Simplex) y utilizando la de mayor carga (Sima) cuando hay un pedido de producción bastante grande, o cuando una de las extrusoras esta fuera de funcionamiento. Éste es un punto a favor para la empresa ya que así se puede tener un control del consumo energético al utilizar la máquina que más consumo de energía tiene solo cuando es necesario.

Otro punto a favor para la empresa es el que tienen un protocolo de utilización de las máquinas de acuerdo al rango de tarifas horarias que rige a la empresa desde el 1 de enero del año 2009 y que va hasta 31 de diciembre del año 2011 (Ver **ANEXO B**. Resumen de actas comité de ahorro y energía). Por política de la empresa no podemos publicar estas tarifas ni dar muchos detalles acerca de que rangos son más económicos, por eso no limitamos a esbozar el acierto que la empresa tiene al modificar sus horarios de máxima producción en los intervalos de tiempo que tienen una tarifa económica más baja, igualmente a utilizar la extrusora Sima en esta misma franja horaria. La empresa maneja tres franjas horarias que son de 6 a.m. - 2 p.m., 2 p.m. - 10 p.m. y de 10 p.m. - 6 a.m.; las máquinas siempre permanecen prendidas y produciendo de acuerdo a la demanda que haya para esa semana, de modo tal que no se cuenta con un índice aproximado de la cantidad producida por las

máquinas en un determinado tiempo, sumado a esto que la empresa solo posee en sus actas del comité (Ver **ANEXO B.** Resumen de actas comité ahorro energía) el producido total de las extrusoras en (Kg) del cada mes.

A pesar de todos estos aciertos que tiene la empresa, hay un problema que se ha venido incrementando y es el llamado “tiempos perdidos de la máquina”; es tan grande el problema que se ha implementado una planilla de tiempos perdidos para cada máquina que participa en el proceso de producción (Ver **ANEXO D.** Planillas de producción), estos tiempos perdidos no es más que el parar la máquina debido a que se presentó alguna falla que en la mayoría de los casos es debido a problemas técnicos, ya sea problemas mecánicos o eléctricos; estas paras se producen muy a menudo y son un problema que ha venido afectando a la empresa en los últimos tiempos.

Ante esto se decidió en común acuerdo con la empresa el hacer un análisis al programa de mantenimiento actual de las maquinas extrusoras. Esta decisión se tomó basándonos en los siguientes postulados:

El proceso actual de producción de la empresa cumple con las expectativas de la demanda comercial y no se considera el hacer una inversión ya sea de tiempo o económica en este campo.

La empresa no tiene entre sus metas a corto o mediano plazo el hacer una reestructuración de los esquemas de producción que ya existen (Ver **ANEXO E.** Esquemas de la empresa Tesicol S.A). Los esquemas actuales que tiene la empresa no son modificables, dado que se encuentran distribuidos en la planta de la empresa de una manera acorde con el proceso productivo y hasta el momento no se le han encontrado problemas o falencias de ningún tipo.

La empresa al no poseer un archivo donde se encuentre información importante como catálogos de las máquinas u hojas de vida de los equipos, se hace de imperiosa necesidad el empezar a implementar esta información en un programa bien estructurado donde se pueda delegar estas funciones a cierto grupo de empleados.

Se encuentra que la mayor falencia que se tiene es la continua aparición de fallas en la maquinaria, probablemente debidos a un ineficiente programa de mantenimiento.

El programa de mantenimiento que se tiene en la actualidad se viene aplicando desde hace muchos años y no está acorde a las nuevas propuestas que han surgido en este campo en esta última década.

De lo anterior se determina hacer un análisis al programa de mantenimiento actual de la empresa, dicho análisis se hace utilizando una herramienta llamada RCFA; con esta herramienta se busca enlistar los problemas actuales que posee, analizarlos y encontrar la manera de erradicarlos de raíz.

## **2.6 ANÁLISIS RCFA AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TESICOL S.A.**

### **ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA TESICOL S.A**

#### **Mantenimiento de las extrusoras**

En empresa Tesicol S.A nos encontramos que no posee actualmente un programa de mantenimiento para aplicar a sus cuatro (4) máquinas extrusoras; el mantenimiento de estas máquinas consiste en parar cada máquina en un intervalo de tiempo de 2-3 semanas cada una, con una para de uno (1) a dos (2) días por máquina (este tiempo varía de acuerdo a la cantidad de producción que tenga la empresa en ese momento, si la demanda de producción es alta, el tiempo de parada de la máquina es corto); durante este tiempo la máquina se somete a un completo mantenimiento que incluye despiece, lubricación, inspección del sistema eléctrico, limpieza y si es el caso reparación de alguna pieza averiada o de su cambio por una nueva si lo amerita.

En el proceso de mantenimiento participan alrededor de 8 personas, entre las que se cuentan:

- 2 operarios eléctricos que se encargan de todo el sistema eléctrico

- 2-3 operarios mecánicos encargados de verificar que las piezas no se encuentren averiadas y tengan un buen funcionamiento
- 3-4 operarios de limpieza que se encargan de las labores de limpieza de la máquina, despiece, armado y lubricación de piezas

### **Análisis del plan de mantenimiento actual de la empresa**

El hacer un análisis del actual modo como la empresa realiza mantenimiento a sus máquinas implica que debemos anotar y resaltar los pros y los contras de esta actividad para de esta manera poder determinar si es viable el implementar un nuevo programa de mantenimiento o si el actual sufre las necesidades de mantenibilidad de la empresa.

- **Pros de la actividad de mantenimiento:**

- ✓ Se está haciendo una limpieza general de los equipos en intervalos de tiempos muy cortos
- ✓ Ante cualquier avería inesperada se va a poder realizar la reparación respectiva.

- **Contras de la actividad de mantenimiento:**

- ✓ No se tiene un cronograma de la duración ni de los intervalos de tiempo del mantenimiento de los equipos
- ✓ La vida útil de los equipos se disminuye
- ✓ Aumenta la probabilidad de paros imprevistos
- ✓ No se puede hacer control a las fallas ni fugas
- ✓ No se lleva un buen control del mantenimiento que se le realiza a cada extrusora
- ✓ No se puede determinar con exactitud el desgaste de las piezas de los equipos
- ✓ No posee un archivo que contenga las hojas de vida de los equipos

Ante esto podemos darnos cuenta que en el actual programa de mantenimiento prevalecen los contras de la actividad sobre los pros; de ahí la urgencia de incluir un programa de mantenimiento que esté acorde con las necesidades de la empresa y que sea de vanguardia.

Al hacer un análisis a los posibles programas que se pueden aplicar a la empresa, encontramos lo siguiente:

- Outsourcing: entre las políticas de la empresa se encuentra el no delegar funciones básicas de la empresa a otras instituciones; estas políticas mantienen el recelo de compartir información a otras instituciones.
- Software de mantenimiento: aunque la empresa adquirió en el 2008 un software, éste no tuvo la acogida esperada y terminó por desecharse.

Entre los factores del porqué no se aplicó este software encontramos que la empresa tiene un pensamiento o si lo podemos llamar “cierto temor” a aplicar nuevas tecnologías o técnicas en sus diversos procesos internos, siendo este el punto de inicio de la mayoría de percances e inconvenientes que posee la empresa; la causa raíz de los contratiempos que pueden ocurrir en el proceso de producción y específicamente en el tiempo muerto de la máquinas es el no implementar un debido programa de mantenimiento que supla todas las necesidades que se pueden presentar; se debe hacer un cambio en la conciencia de la alta gerencia y demostrarle que existen nuevas técnicas que son fáciles de aplicar, que tienen una inversión de tiempo y dinero que aunque pueda ser a veces un poco grande, comparándola con los beneficios que se obtendrán resultan ser recuperables en un tiempo no muy largo.

La aplicación del TPM surge ante la necesidad de erradicar la causa raíz o principal de los problemas en el proceso productivo y en las demás áreas que tiene la empresa. Esta propuesta ha sido realizada teniendo en cuenta las necesidades que hay que suplir en la empresa y partiendo de lo que se tiene en ella y se puede mejorar. Un buen punto de partida es el implementar las hojas de vida (Ver **ANEXO F**. Hojas de vida máquinas

extrusoras) para así poder llevar un control de los mantenimientos que se le hacen a cada equipo al momento de empezar a implementar el TPM.

## **2.7 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM) EN LA EMPRESA TESICOL S.A.**

### **MARCO TEORICO**

TPM (por sus siglas en inglés), es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del TPM es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

Podríamos definir Mantenimiento Total Productivo TPM como un Sistema de Gerencia de Mantenimiento que busca la mejora continua de la maquinaria y el logro del 100% de eficiencia del proceso de producción, involucrando a todo el personal de la empresa para alcanzar las metas propuestas.

El Mantenimiento total productivo no es una forma nueva de hacer mantenimiento, es una filosofía o forma de pensar, que cambia nuestras actitudes en la búsqueda de la eficiencia y mejora continua de la maquinaria y de su entorno.

Está orientado en 3 principios básicos: principio preventivo + principio cero defectos + participación de todos.

El principio Preventivo implica implementar todos los programas y buscar los recursos necesarios para prevenir que:

- los equipos fallen
- que oculten problemas
- que haya se presenten pérdidas de cualquier tipo
- que se presenten accidentes
- que se presenten defectos de calidad

El principio cero defectos implica implementar todos los programas y

buscar los recursos necesarios para lograr:

- cero defectos: 100 % productos de calidad
- cero paradas de equipos: Cero paradas no planeadas
- cero incidentes, cero accidentes
- cero desperdicios: Ningún retrabajo, ninguna pérdida de tiempo. Uso efectivo de las destrezas y recursos

Participación de todos implica involucrar a todo el personal de la empresa en las múltiples tareas que se derivan de los programas de TPM.

Todos trabajarán como un solo equipo tras una meta común, que es la licencia en todas las actividades y en la búsqueda de la mejora continua.

Cada persona será líder de un proyecto o tarea específica, con roles que se pueden intercambiar según las necesidades de los programas de TPM.

El Mantenimiento Total Productivo está soportado en 8 grandes pilares o

Programas generales:

Mejora enfocada

Mantenimiento autónomo

Formación y adiestramiento

Mantenimiento de calidad

Gestión de seguridad y entorno

Mantenimiento planificado

Gestión temprana de equipos

Actividades en departamentos administrativos y de apoyo

El TPM es mantenimiento productivo realizado por todos los empleados de una organización a través de actividades en pequeños grupos. El TPM basa su filosofía en el principio de que la mejora de los equipos debe involucrar a toda la organización desde los operarios hasta la alta dirección, es decir, un mantenimiento llevado a cabo en el conjunto de la compañía.

En la implementación de este programa en la empresa se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación

competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.

### **2.7.1 Título de la propuesta**

Propuesta para la implementación del Mantenimiento Total Productivo (TPM) en la empresa Tescol S.A.

### **2.7.2 Justificación**

Esta propuesta es importante para la empresa Tescol S.A. dado que no existe un programa de mantenimiento específico que se le haga a las máquinas extrusoras. Con esto se pretende que la empresa adquiriera un Programa de Mantenimiento que ayude en el área de producción y de organización de la planta, para así mejorar las condiciones y la calidad en los procesos y de esta manera seguir siendo competitiva en el ámbito empresarial.

### **2.7.3 Problema**

Al no existir un programa de Mantenimiento Total Productivo en la empresa Tescol S.A, se ocasiona dentro de ella ineficiencia en el cuidado de las diferentes máquinas que participan en el proceso de producción, afectando el buen funcionamiento de las mismas y por ende su vida útil; trayendo como consecuencia paradas inesperadas en las líneas de producción ocasionando que ocurran incumplimientos de pedidos, acumulación de tareas a realizar por los operarios; esto trae consigo un incremento en el costo de la producción, así como también desinterés o inconformidad por parte de quienes hacen posible el proceso productivo de la empresa.

### **2.7.4 Hipótesis**

Al implementar el programa de Mantenimiento Total Productivo en la empresa Tescol S.A, se mejoraran las condiciones de trabajo, se solucionarán los paros en la producción, se alargará la vida útil de los equipos, se disminuirán los tiempos de producción, se ampliará la

cantidad de pedidos y se logrará posicionarse aún mejor en el mercado global.

### **2.7.5 Objetivo**

Proponer un sistema de Mantenimiento Total Productivo (TPM) para la empresa Tesicol S.A.

### **2.7.6 Desarrollo del TPM**

El desarrollo del T.P.M. es un proceso al que se le debe prestar la máxima atención y se debe buscar la mejor asesoría posible, pues es un programa a largo plazo de 3 a 5 años, en el que se invertirá un altísimo esfuerzo, no solo de los directivos, sino de todo el personal.

El desarrollo del TPM se lleva a cabo en cuatro (4) fases que son:

- Preparación
- Introducción
- Implementación
- Consolidación

Cada fase consta de una serie de pasos, que deben ser llevados de manera consecuente para lograr los objetivos propuestos inicialmente.

#### **PREPARACIÓN**

- a) Anuncio formal de la decisión de introducir el programa de TPM en la empresa Tesicol S.A. Para tomar esta decisión se deben hacer reuniones del grupo gerencial, ya que TPM implica cambios importantes en valores de autoridad y organización jerárquica. En estas sesiones de 1 hora se asegurarán que todo el personal de alto nivel en la organización comprenda la esencia del TPM; son sesiones interactivas donde se aprenderá acerca de la planta y los beneficios de implementar el TPM. Muchas empresas adoptan el T.P.M para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas. Sin embargo, cuando la alta gerencia formule su compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. Una vez la empresa establezca como meta el emprender el TPM, se determinará la

figura organizacional a utilizar, éste será el Coordinador o Facilitador. El coordinador no será el “responsable” de implantar el TPM, pero si será el que dará apoyo logístico al proceso de implantación de cada pilar, mantendrá la unidad de criterios en todas las áreas del negocio, gestionará las relaciones con los formadores y consultores, apoyará el trabajo de “campo” que se realiza (gestión de los minutos diarios TPM, diseño y suministro de los tableros de gestión visual, auditorías para cada paso en cada pilar) y otras numerosas actividades de apoyo. El Coordinador será enviado por la empresa a un curso introductorio (estos cursos tiene una duración aproximada de 100-120 horas) práctico de TPM con una entidad especializada.

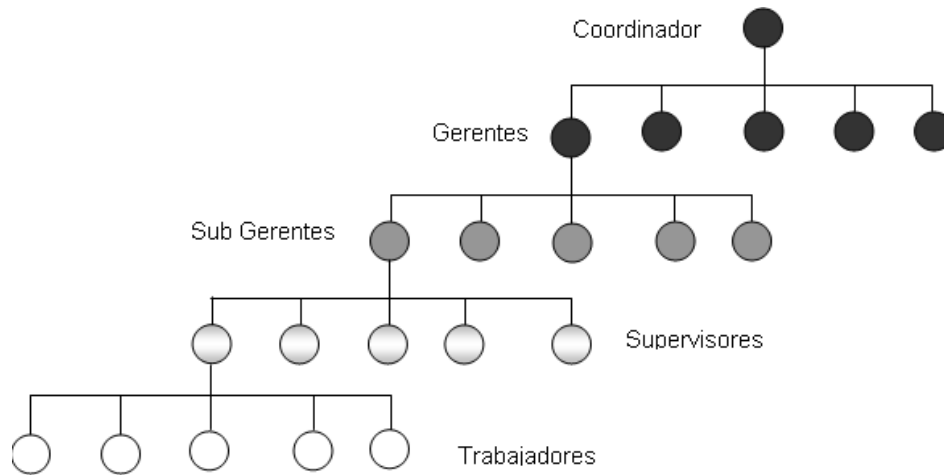
- b) Durante el tiempo de duración del curso la alta dirección de la empresa Tescol S.A. debe anunciar su decisión de introducir el programa del TPM a la empresa a todo el personal, para esto utilizará el medio Tesinoticol<sup>11</sup> para dar publicidad de esta disposición, además se apoyará en carteles y afiches ubicados estratégicamente en diferentes lugares de la empresa.

Simultáneamente se hará educación introductoria sobre TPM. Ésta se da por medio de conferencias realizadas por la alta gerencia para los diferentes empleados de la empresa.

Finalizado el curso, el Coordinador programará diferentes reuniones conjuntas entre la alta gerencia y un grupo denominado “operativo”, donde deben estar incluidos: supervisores de producción y mantenimiento y un mínimo de tres (3) operadores de producción y tres (3) técnicos de mantenimiento. De estas reuniones se creará una Organización para la promoción interna del TPM (ver figura 16.). Dicha organización estará a la cabeza del Coordinador del TPM, también lo conformarán empleados de las diferentes áreas, ya sean operarios, técnicos, ingenieros, secretarias, etc., que quieran comprometerse con esta causa.

---

<sup>11</sup> Boletín informativo de la empresa. Circula cada 3 meses con información de todas las áreas de la empresa.



**FIGURA 16.** Distribución de los Grupos dentro de la Estructura Piramidal de la Organización.

**Fuente.** Autores proyecto

c) La Organización debe sostener reuniones de por lo menos 4 horas por semana. Acá el Coordinador expondrá los conocimientos adquiridos durante el curso, además proporcionará el material adquirido para que sea de completo dominio de la Organización.

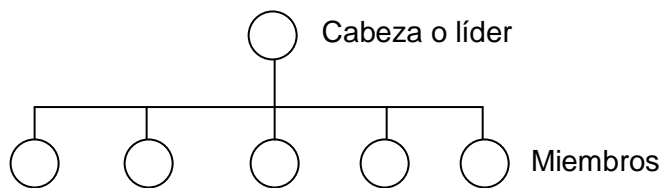
La finalidad de las reuniones es el aprender las bases del TPM, lo que el TPM hará por ellos y lo que ellos pueden hacer por el TPM. Normalmente las empresas contratan con Institutos o empresas especializadas para complementar esta capacitación, puesto que por ser un programa tan amplio, requiere de una gran experiencia y de medios didácticos adecuados, lo cual no se consigue simplemente leyendo libros sobre el tema o asistiendo a una charla de un día sobre el tema.

d) La organización debe establecer las políticas y objetivos básicos del TPM. Estas políticas y objetivos deben estar en todo de acuerdo a la VISIÓN y MISIÓN de la empresa. Los objetivos deben ser concretos, desafiantes, pero alcanzables a mediano y largo plazo.

e) La organización debe establecer las siguientes funciones (entre otras que pueden surgir en el camino):

- Coordinar promoción del programa
- Crear procedimientos para mantener las diversas actividades por el camino previsto
- Dirigir campañas sobre temas específicos
- Diseminar información, organizar la publicidad y coordinar el entrenamiento
- Fijar objetivos numéricos en el máximo grado posible

- f) Selección de ocho (8) líderes que llevarán la misión de conformar debidamente su grupo, deberá capacitarlo, e instruirlo para que lleven a cabo la implementación de cada pilar. El líder será el encargado de relacionarse con el grupo gerencial.
- g) Conformación de los ocho (8) grupos encargados de llevar a cabo el cumplimiento de los diferentes pilares de este programa. El líder se encarga de conformar de la mejor manera su grupo de trabajo, el determinará cuántas y cuáles personas deben ingresar a su grupo.



**FIGURA 17.** Estructura interna de un grupo o pilar  
Fuente. Autores proyecto

- h) Una vez conformados los grupos, cada líder se encargará de programar diferentes sesiones para capacitar a sus respectivos compañeros.

Conformados los grupos, se puede proceder a la siguiente fase.

## **INTRODUCCIÓN**

Introducción del lanzamiento del proyecto empresarial TPM. Para esto se hará invitación a clientes, filiales y subcontratistas para que puedan conocer las estrategias que se están llevando a cabo para el mejoramiento de la empresa y por ende de los productos que la empresa oferta.

## **IMPLEMENTACIÓN**

En esta fase se comienzan a realizar las labores necesarias para dar desarrollo a cada pilar. El coordinador tendrá contacto permanente con los líderes de cada grupo para servir como apoyo ante cualquier eventualidad.

Las actividades a realizar por cada pilar son las siguientes:

**Mejora enfocada:** el grupo comprendido por personal que interviene en el proceso productivo estará enfocado en eliminar las 15 grandes pérdidas identificadas en el proceso de producción:

Pérdidas por fallas de máquinas

Pérdidas en ajustes y puesta a punto

Pérdidas en tiempo por cambio de dispositivos

Pérdidas en arranque inicial

Paradas menores

Tiempos perdidos en despeje de líneas

Pérdidas de velocidad

Pérdidas por tiempos y movimientos

Pérdidas por distribución de personal

Pérdidas logísticas en compras

Pérdidas en ajustes

Pérdidas por defectos de calidad

Pérdidas por uso inadecuado de energía y otros servicios

Pérdidas por uso de herramientas y dispositivos inadecuados

Pérdidas de fugas y derrames

El grupo debe concientizar que no es una tarea fácil ni corta, por eso los involucrados en el grupo deben estudiar a fondo las diferentes técnicas

para combatir estos males; y a medida que se van implementando las mejoras se debe hacer un seguimiento para evitar que vuelvan a ocurrir.

Los pasos a seguir para combatir estas pérdidas son:

- Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
- Actividades repetitivas de inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- Programación de estas actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales.

**Mantenimiento autónomo:** el grupo encargado de este pilar estará enfocado en el mejoramiento superficial de áreas de trabajo y de equipos, tomándolo desde el estado de deterioro en que se encuentren, para ir mejorándolo lenta pero ininterrumpidamente hasta dejarlos como nuevos. Los equipos se limpian lentamente para ir buscando defectos superficiales y para familiarizarse con ellos, las áreas de trabajo serán adecuadas: pintura de paredes, limpieza de techos y pisos, etc.

Luego viene un programa de inspección planificada y corrección de la causa raíz de los daños; sigue una identificación visual de los puntos de lubricación y paralelamente una estandarización de lubricantes de acuerdo al equipo para así implementar el programa de lubricación específica para cada equipo; siguen programas de redacción de estándares de mantenimiento y enfoque en la calidad del mantenimiento, programas específicos de seguridad industrial y de protección ambiental.

**Formación y adiestramiento:** el grupo encargado de este pilar se enfocará en la formación de los empleados para lograr altos niveles de desempeño, fortaleciendo sus conocimientos, habilidades y capacidades de mantenimiento. No se trata de rondar inicialmente especialistas mecánicos o eléctricos o administradores, sino dar la formación práctica

básica, que realmente se requiera para mantener un determinado equipo o liderar con éxito un programa específico. Normalmente este grupo sólo podrá ser conformado por personal capacitado de la empresa que dará los entrenamientos.

**Mantenimiento de calidad:** este grupo se enfocará a realizar los siguientes indicadores de gestión de mantenimiento:

Órdenes de trabajo ejecutadas vs órdenes recibidas

Tiempos de paro de equipo vs horas producidas

Tiempos entre fallas

Costos de mantenimiento vs costos de producción

Horas de mantenimiento preventivo vs horas de correctivo

Además tiene que hacer un control de las actividades realizadas por el pilar de mejora enfocada con base a:

Formatos de ficha técnica

Órdenes o solicitud de trabajo

Hojas de vida

Este grupo es de gran importancia dado que la empresa no posee mayores registros o archivos al respecto. Los indicadores serán realizados mes a mes, se deben diferenciar cada uno dependiendo de la máquina, esto con el propósito de establecer que parámetros o variables influyen en cada máquina y cuales se pueden y deben controlar (disminuir o aumentar según sea el caso).

Será un trabajo estadístico que debe ser implementado en la empresa y debe quedarse allí por siempre.

**Gestión de seguridad y entorno:** este grupo tendrá como propósito crear un sistema de gestión integral para lograr “cero (0) accidentes y cero (0) contaminación”. Se debe definir y poner por escrito los procedimientos seguros, no contaminantes y de buenas prácticas de manufactura antes de iniciar un procedimiento de mantenimiento y estandarizarlo para que no se malgaste tiempo en volverlo a redactar,

para prácticas similares.

Para esto el grupo tiene que recopilar, y analizar las normas que rigen la Industria textilera y pasar reportes a la alta gerencia para que empiecen a ser aplicados secuencialmente en la empresa.

Algunas de las normas son:

NTC 3292 - Aire acondicionado. Acondicionadores de aire para recintos.

NTC 3291 - Refrigeración. Prueba de sistemas de refrigeración.

NTC 2047 - Dibujo técnico. Instalaciones. Símbolos gráficos para fontanería, calefacción, ventilación y ductos.

NTC 4366 - Eficiencia energética en acondicionadores de aire para recintos. Rangos de eficiencia y etiquetado.

NTC 2911 - Refrigeración. Guía para la presentación de los datos de rendimiento de compresores de refrigeración.

**Mantenimiento planificado:** este grupo debe ser integrado por técnicos de la empresa que deben desarrollar acciones para mejorar gradualmente la eficiencia del sistema actual de mantenimiento, haciendo seguimiento a la información obtenida a lo largo de la vida del equipo, tales como los tiempos medios entre fallas. A lo largo de la implementación del TPM el grupo debe ejecutar tecnologías y conceptos de mantenimiento predictivo, de mantenimiento sistémico, de mantenimiento correctivo planeado y de mantenimiento preventivo.

**Gestión temprana de equipos:** el grupo fijará los procedimientos escritos adecuados para la compra, puesta en marcha y operación de los equipos de la empresa para garantizar que no se dañen en el arranque, que las personas que se van a encargar de ese nuevo equipo se instruyan debidamente para que puedan operarlo hasta en su más mínimo detalle y puedan darle mantenimiento adecuado, además estarán encargadas de hacer una cedula de los equipos existentes en la empresa.

La identificación o cedula de equipos se hace necesaria para la sistematización y organización de la información, pudiendo cargar a un código específico los gastos ocasionados por un equipo y en general sistematizar todo el proceso contable y de mantenimiento. Cada empresa

lleva una codificación de acuerdo a sus criterios, necesidades y al inventariado que poseen. Para la empresa Tesicol S.A. la codificación que más se le acomoda es la siguiente:

Se puede utilizar un sistema basado en dividir la planta en: sistemas, subsistemas, equipos y componentes.

- **Sistemas:** son procesos de operación o áreas completamente definidas en la planta. La empresa se divide en las siguientes áreas:

Área de telares: se identificará con la letra T

Área de extrusoras: se identificará con la letra E

Área de inspección: se identificará con la letra P

- **Subsistemas:** son divisiones dentro de los sistemas.

El área de telares se divide en los trece (13) telares que posee: cada telar se le asigna un número del 1-13

El área de extrusoras se divide en las cuatro (4) extrusoras que posee: cada extrusora se le asignará un número de 1-4

El área de inspección se divide en las tres (3) mesas de inspección que posee: cada mesa se le asigna un número de 1-3

- **Equipos y componentes:** se les debe asignar un serial de dos (2) dígitos:

El primer dígito será una letra minúscula dependiendo del tipo de componente. Ejemplo: para bombas la letra b, para compresores la letra c, para motores eléctricos la letra m, etc.

El segundo dígito representa el número correspondiente de ese componente.

Cada codificación será separada de un (/). Ejemplo: un código E/3/m3 significa que es un motor eléctrico de la extrusora número dos (2) del área de extrusoras.

**Actividades en departamentos administrativos y de apoyo:** este grupo será conformado por personal administrativo de la empresa y su función

será definir las políticas del perfil para contratación de empleados, capacitación y curvas salariales acordes con el desempeño y aporte a la empresa.

### **CONSOLIDACIÓN**

Esta última fase será supervisada por la Organización en cabeza del Coordinador; aquí se hará una supervisión minuciosa a los diferentes grupos encargados de cada pilar para evaluar sus avances. La supervisión tiene que ser constante y no se puede dejar pasar por alto ninguno de las acciones de los diferentes pilares.

#### **2.7.7 Por qué implementar TPM**

Hay tres razones principales por las que la mayoría de empresas multinacionales y algunas nacionales han adoptado los programas de TPM:

**Resultados tangibles significativos:** Luego de una inversión en tiempo, recursos humanos y financieros se logra una drástica minimización de tiempos en vacío y pequeñas paradas, disminución de defectos de calidad, elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes.

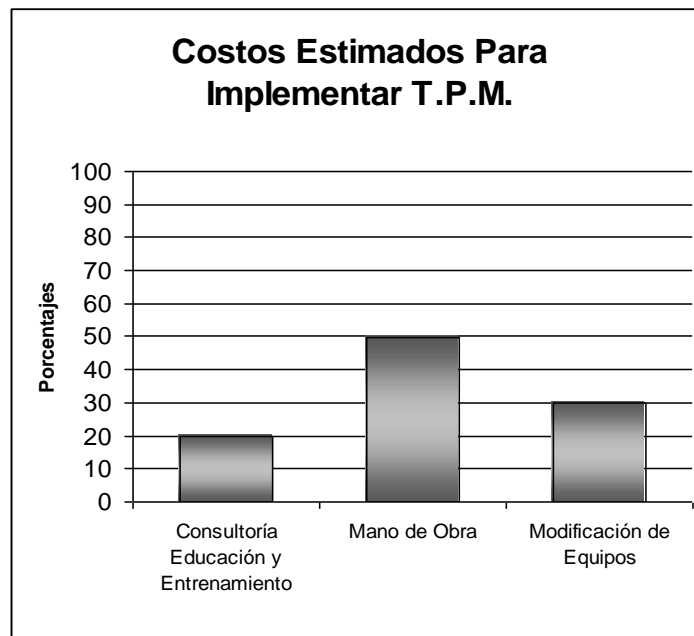
**Transformación del entorno de la planta:** A través del TPM una planta sucia, cubierta de aceite y grasa, con fugas de vapor, aire comprimido y desperdicios, puede transformarse en un entorno de trabajo grato y no seguro. Los clientes y visitantes quedan gratamente impresionados por estos cambios y aumenta su confianza en los productos y en la calidad de la gestión de la empresa.

**Transformación de los trabajadores de la planta:** A medida que las actividades de TPM empiezan a rendir resultados concretos los trabajadores se motivan, aumenta su integración en el trabajo y proliferan las sugerencias de mejora.

## 2.7.8 Costos de la implementación y de la no implementación del TPM en la empresa Tescicol S.A

### 2.7.8.1 Costos de la implementación

Una forma muy empírica de estimar los costos que ocasionará la implementación de un programa de TPM es considerar el tiempo asignado a los empleados para desarrollar labores de TPM, por ejemplo 2 horas diarias y multiplicarlas por el número de empleados involucrados: esto constituirá el 50% del costo. Se asume otro costo igual, o sea, otro 50% distribuido en 30% para gastos de materiales para modificación de equipos (corrección de daños, fugas, avería, etc.) y un 20% para gastos de consultoría, asesoría, educación y entrenamiento del personal de la empresa. En la figura 18 se muestra la distribución los costos según lo explicado.



**FIGURA 18.** Costos estimados para implementar TPM  
Fuente. Autores proyecto

**Evitando Gastos Innecesarios:** Otra forma de ahorro es que no se hagan inversiones en maquinaria, esto debido a que con la implementación del TPM lograremos extender por algunos años la vida

útil de las máquinas de la empresa, con esto aumenta la confiabilidad de las máquinas y de los operarios en el manejo de éstas.

### **2.7.8.2 Costos de la no implementación**

El no implementar el TPM traerá costos en las partes producidas, se incrementan su valor más de lo razonable y este efecto puede representar la pérdida de mercado en forma temporal o definitiva. El TPM es capaz de traer al equipo a una condición igual que cuando era nuevo o aún mejor.

El costo de posponer la decisión que tarde o temprano deberemos tomar, podría ser excesivo. Cada día de aplazamiento, tenemos pérdidas incalculables.

### **2.7.9 Ventajas de la implementación del TPM**

- Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
- Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y se alarga su vida útil.
- Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
- Después de que se establezca el programa habrá una reducción real de costos.
- Disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
- Mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
- Disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.
- Disminución de accidentes durante la ejecución de trabajos, debido a que se hace un trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión.
- Existencia de un archivo con los datos más sobresalientes de cada

máquina.

- Entornos de trabajo más limpios y agradables.
- Personal totalmente capacitado y con todos los conocimientos necesarios en su área.

### **2.7.10 Factibilidad del proyecto**

Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson; son solamente unas pocas de las empresas que han implementado TPM con éxito. Todas ellas reportan una mayor productividad gracias a esta disciplina. Una fábrica de aparatos domésticos informa de la reducción en cambio de dados en sus troqueladoras de varias horas a sólo 20 minutos. Esto equivale a tener disponibles el equivalente a dos o tres máquinas más, con valor de un millón de dólares cada una, pero sin haber tenido que comprarlas o rentarlas. En algunas de sus divisiones, Texas Instruments reporta hasta un 80% de incrementos de su productividad. Prácticamente todas las empresas mencionadas aseguran haber reducido sus tiempos perdidos por fallas en el equipo en 50% o más, también reducción en inventarios de refacciones y mejoramiento en la puntualidad de sus entregas; la necesidad de subcontratar manufactura también se vio drásticamente reducida en la mayoría de ellas.

Hoy con una competitividad mayor que nunca antes, es indudable que el TPM es la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas. Ha quedado demostrada su eficacia no sólo en plantas industriales, también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y varias otras actividades incluidos varios deportes. Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", o la "actividad de unos días", sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se hallan comprometidos para siempre, incluida la gran inversión de tiempo mientras que dure su implementación. Si cada quien se compromete como debe, los resultados serán excelentes comparados con la inversión realizada.

En estos momentos Tescol S.A tiene una buena posición en el mercado nacional, pero con la globalización en pleno auge, han llegado a Colombia empresas textiles internacionales (sobre todo de China), que están posicionando sus productos en el territorio nacional de una manera muy efectiva, esto debido a que sus instalaciones tienen lo último en tecnología; ésta se convierte en la principal razón para que Tescol S.A implemente este programa y así no quedarse atrás en lo que a técnicas de mantenimiento se refiere.

La empresa cuenta con un personal muy bien capacitado, una estructura organizacional bien diseñada; esto en conjunto hace que el TPM no sea una utopía para la empresa, sino una meta que se puede y hay que alcanzar para lograr un bien común que es el seguir siendo una empresa competitiva a nivel nacional e internacional.

### 3. ANÁLISIS ENERGÉTICO

#### 3.1 DIAGNÓSTICO

Uno de los mayores problemas de la empresa es el no poder conocer el consumo individual de cada máquina extrusora mes por mes; lo que se puede obtener es el consumo total energético de la empresa mes a mes y a partir de este valor y de la cantidad de producción en ese mes obtener el indicador de energía Kwh/Kg, tal como se puede ver en la siguiente tabla y en el **ANEXO G**. Historial consumos energéticos y cantidad de producción.

AÑO (2009)	KWH Consumidos	Kg procesados	Indicador Kwh/Kg
Febrero	458.964	333.000	<b>1,37</b>
Marzo	491.150,4	367.749	<b>1,336</b>
Abril	447.403,2	359.586	<b>1,243</b>
Mayo	464.692,8	385.243	<b>1,206</b>
Junio	395.712	276.035	<b>1,434</b>
Julio	476.594,4	353.527	<b>1,348</b>
Agosto	472.060,8	348.619	<b>1,354</b>
Septiembre	501.400	357.742	<b>1,29</b>
Octubre	504.811	380.552	<b>1,32</b>
AÑO (2010)			
Enero	474.576	351.934	<b>1,34</b>
Febrero	489.048	388.887	<b>1,25</b>
Marzo	515.236	403.797	<b>1,276</b>
Abril	460.044	354.428	<b>1,298</b>
Mayo	491.409,6	407.601	<b>1,206</b>

**Tabla 8.** Historial consumos energéticos y cantidad de producción.

**Fuente.** Comité ahorro energía Tescol SA

Este indicador es de gran importancia para la empresa, porque con este indicador se puede llevar una referencia de las acciones que el comité realiza mes a mes. Uno de los problemas que surge al manejar este indicador es que no se tiene un valor determinado de la cantidad de producción que se hace por mes, esto solo depende de la demanda que

se tenga en ese intervalo de tiempo, por eso podemos ver de la anterior tabla que en el mes de febrero que es cuando hay menos demanda de producción el indicador es muy elevado y, en cambio en mayo cuando la demanda es alta el indicador es muy bajo.

Cabe precisar que este indicador se ve afectado por muchas variables, como por ejemplo si al inicio del mes se hace un cambio de los aislamientos de la tubería, de seguro en ese mes el indicador será bajo, pero a medida que pasa el tiempo los aislamientos irán perdiendo su propiedad y de esta manera este indicador crecerá debido a este factor.

Con esto queremos decir y siguiendo la metodología de encontrar la causa raíz de los problemas, que este indicador es función de muchos factores que al tratarlos presentan mejoras pro en un lapso de tiempo corto; para esto hay que atacar la raíz del problema e ir al corazón mismo de la instalación de las máquinas, analizar con el equipo adecuado las variables más relevantes; y esto es lo que se hizo en la empresa y presentamos los resultados y análisis en el informe técnico.

## **ESTUDIO ENERGÉTICO**

Conociendo el sistema de alimentación de la extrusora más crítico de la línea de producción, es posible estudiar su comportamiento, esa parte del trabajo se presenta en este capítulo, desde un aspecto muy importante para nosotros, el cual es la capacidad de la carga instalada en la extrusora SIMA. Es importante tener en cuenta que el sistema puede también ser estudiado de desde otras áreas del conocimiento como por ejemplo económica y/o ambiental, sin embargo los objetivos se plantearon para el aspecto ya mencionado que en su momento fue considerado prioritario.

Teniendo en cuenta que el equipo del sistema de alimentación de carga de la extrusora SIMA utiliza más carga eléctrica para su funcionamiento, se realizó un estudio con el fin de establecer la influencia del uso y manejo de esta fuente de energía en la operación de los equipos, los aspectos valorados fueron:

- Las variaciones eléctricas mostradas por el transformador de la subestación eléctrica N° 4 de 500 KVA que alimenta a la extrusora SIMA en las instalaciones de Tesicol S.A.
- Establecer con exactitud la calidad de la energía eléctrica suministrada a la extrusora SIMA.
- Determinar la compatibilidad electromagnética entre la dosificadora electrónica y las demás cargas eléctricas y equipos complementarios que componen a la extrusora SIMA.
- Conocer el comportamiento y tendencia real de los diferentes parámetros en estado estable y transitorio que determinan el perfecto desempeño del sistema eléctrico de la subestación que suministra la energía eléctrica a la extrusora SIMA.
- Identificar la fuente de los disturbios electromagnéticos que pueden ser por mal mantenimiento y mal uso.
- Asegurar un mayor tiempo de vida útil para los dispositivos eléctricos y electrónicos de la Extrusora SIMA.
- Lograr una producción de calidad y mejorar el proceso industrial.
- Incrementar la seguridad y confiabilidad del proceso productivo.

### **Capacidad de las instalaciones y demanda de energía eléctrica de Tesicol S.A.**

La empresa dentro de su inmobiliario cuenta con diferentes dispositivos que funcionan con energía eléctrica, para satisfacer esta demanda energética Tesicol S.A. se abastece de una red privada y mediante un conjunto de equipos hace un tratamiento de esta energía con el fin entregar a cada dispositivo la cantidad requerida y de manera adecuada, es decir a niveles de tensión según las especificaciones de diseño y con las protecciones pertinentes.

Para garantizar la calidad y confiabilidad de los sistemas eléctricos en general, es necesario que el suministro de energía cumpla con ciertos requerimientos específicos acordes con las recomendaciones de los fabricantes para garantizar el tiempo de vida útil y perfecto funcionamiento de los equipos eléctricos, electrónicos y de control.

Estas características están determinadas por los rangos de variación de tensión, frecuencia, susceptibilidad electromagnética, distorsión de las formas de onda de las señales de tensión y de corriente, además de la confiabilidad y estabilidad de la fuente de alimentación de energía.

La calidad de la energía eléctrica está dada por la forma de onda de las señales de tensión, señales de corriente y continuidad en el suministro del servicio. La energía eléctrica es la materia prima de toda compañía. Por lo tanto, la comprensión del comportamiento de los parámetros que determinan su calidad y el análisis de la curva de demanda, son fundamentales en la toma correcta de decisiones encaminadas a la búsqueda del incremento de la eficiencia y productividad de las empresas. Presentaremos la metodología, información registrada y su análisis, además las recomendaciones orientadas a obtener índices de calidad y optimización de la energía eléctrica que satisfagan los requerimientos de las normas nacionales e internacionales, y de esta forma garantizar confiabilidad y seguridad en el funcionamiento adecuado del sistema de suministro de energía eléctrica en las instalaciones de Tescol S.A.

## **METODOLOGÍA**

El procedimiento general utilizado durante el proceso de medición y evaluación se describe a continuación:

- Inspección visual y registro fotográfico de las instalaciones eléctricas, con el fin de verificar el estado actual de las mismas y el cumplimiento de los requerimientos de la reglamentación eléctrica vigente.
- Mediciones de parámetros eléctricos. Estas mediciones fueron realizadas a nivel de tensión de 440 V en el barraje del devanado secundario del transformador y el tablero de distribución principal de la extrusora SIMA.

El monitoreo de los parámetros eléctricos se realizó durante un periodo de un día (24 horas).

- Elaboración del Informe final, análisis de los registros obtenidos y redacción del documento definitivo.

#### 4. INFORME TÉCNICO DEL TRABAJO REALIZADO

A continuación se presenta el análisis de los registros obtenidos a la luz de la metodología adoptada.

En las figuras de la tendencia de los diferentes parámetros monitoreados presentados a continuación, se tomó el siguiente código de colores para diferenciar la curva representativa de cada una de las fases así: Fase A, Rojo; Fase B, Verde; Fase C, Azul; Corriente de Neutro, Morado; Potencia Trifásica Total, Naranja.

##### **TRANSFORMADOR DE 500 KVA (34500V/460V/265V)**

El monitoreo y registro realizado en este transformador, se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre las **4:55** PM del día y las **4:56** PM del día siguiente. El periodo de registro fue de veinte (20) segundos. A continuación se presentan los registros gráficos y análisis de los resultados obtenidos.

##### **Voltaje, Corriente y Frecuencia**

La tabla 9 presentada a continuación contiene los valores máximos, mínimos y promedios de las señales de voltaje ( $V_{rms}$ ), corriente ( $A_{rms}$ ) y frecuencia (Hz) registrados durante la medición en los barrajes del devanado secundario del transformador de **500 KVA**.

Valor	Voltaje de Línea			Voltaje de Fase (Voltios)			Corriente (Amperios)			Frecuencia (Hz)
	VAB	VBC	VCA	VAN	VBN	VCN	IA	IB	IC	
Máximo	460.90	457.50	458.60	265.90	265.20	263.90	513.80	492.90	476.40	60.07
Promedio	444.01	440.79	441.54	256.21	255.40	254.09	333.57	322.27	299.77	59.99
Mínimo	425.70	423.30	423.10	245.50	245.10	243.70	84.90	79.70	50.00	59.90

**Tabla 9.** Valores de voltaje, corriente y frecuencia transformador de 500KVA

De acuerdo a esta tabla, los límites superior e inferior permisibles para una carga de inmunidad crítica en condiciones nominales de operación

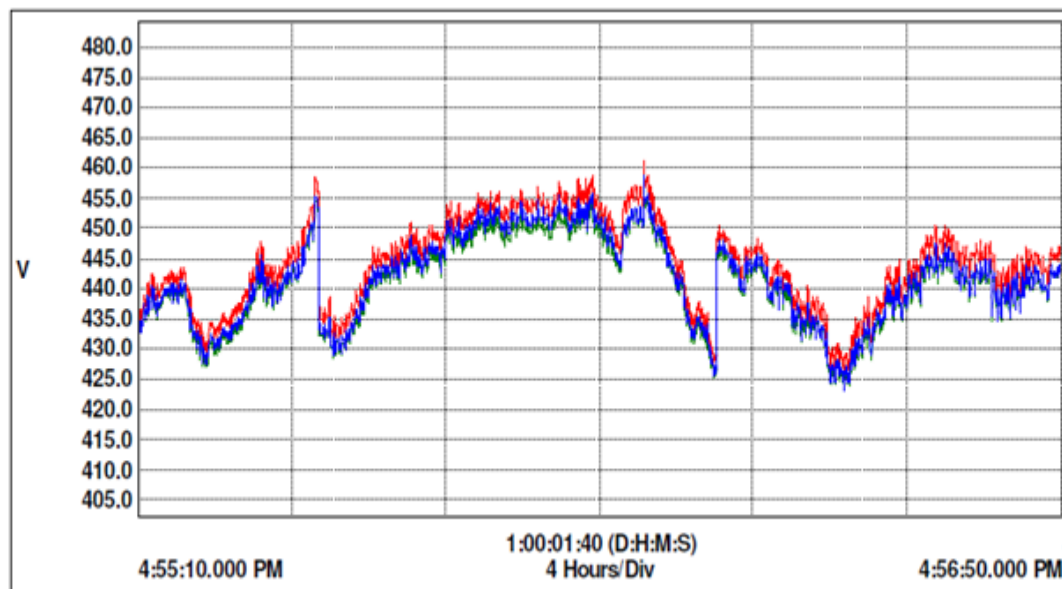
(440 V), como es el caso de las instalaciones eléctricas del transformador de **500 KVA** son:

Inmunidad Crítica	Tensión de Fase	Tensión de Línea
Límite Superior (+5%Vn)	266.74	462
Límite Inferior (-5%Vn)	241.34	418

**Tabla 10.** Niveles de Variación de Tensión Máximos y Mínimos (500 KVA)

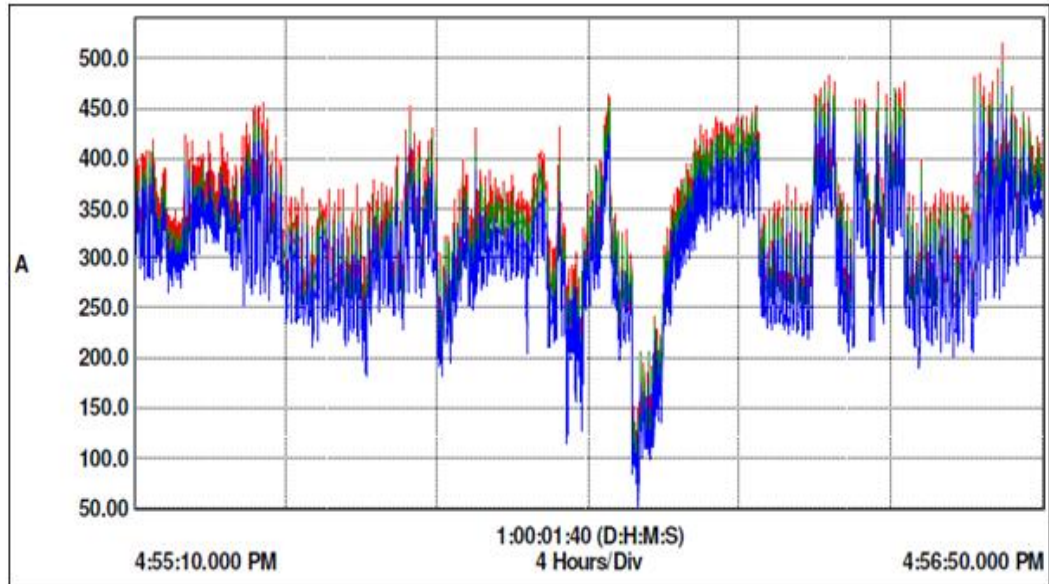
Comparando los valores registrados en la tabla 9, y los de la tabla anterior, se observa que la variación de los voltajes de línea se encuentra dentro de los límites establecidos como aceptables para una carga de inmunidad crítica y un voltaje nominal de **440 V**. Su magnitud promedio registró un valor de **442.1 V**.

La figura 19, ilustra la tendencia de los voltajes de línea (V Línea-L Línea) registrados durante el periodo de monitoreo de los mismos. Allí se pueden ver los rangos de variación de los voltajes de línea presentados en la carga emitida por el transformador de **500 KVA**.



**FIGURA 19.** Tendencia del comportamiento de los voltajes línea (500 KVA)

La figura 20, contiene las tendencias de variación de las corrientes exigidas al Transformador de **500 KVA**, estos registrados durante el monitoreo, allí podremos observar los rangos de corriente.



**FIGURA 20.** Tendencia del comportamiento de las Corrientes de Línea (500 KVA)

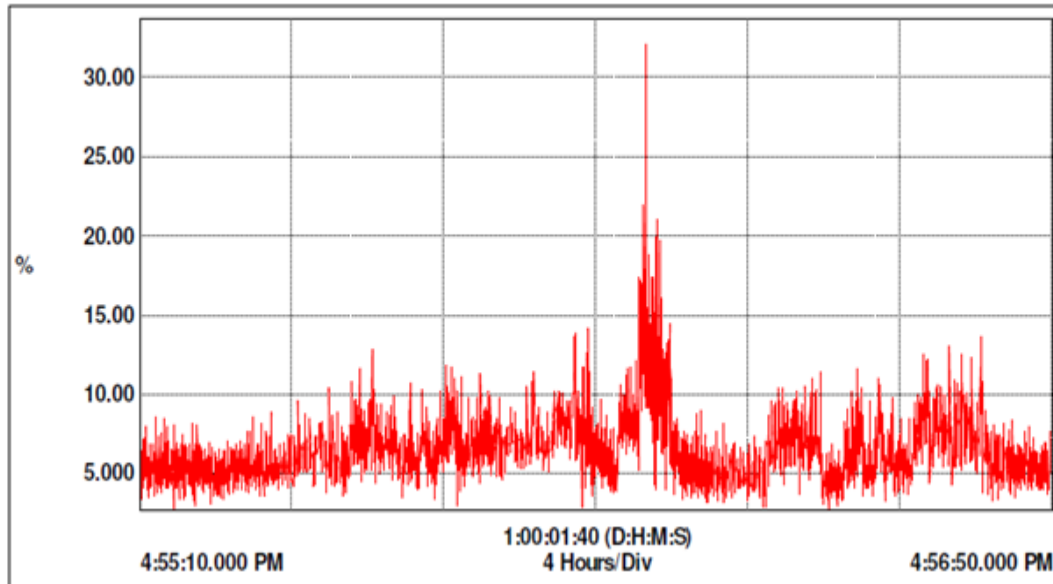
### Desbalance de Voltaje y Corriente

Un resumen de los resultados obtenidos para el desbalance de corriente y de voltaje tomado en el transformador se presenta a continuación:

PUNTO DE MEDICIÓN	DESBALANCE DE VOLTAJE (<2%)			DESBALANCE DE CORRIENTE (<10%)		
	Máximo	Promedio	Minimo	Máximo	Promedio	Minimo
Transformador 500 KVA	0.70	0.45	0.20	32.00	6.45	2.70

**Tabla 11.** Valores de Desbalance de Voltaje y Corriente (500 KVA)

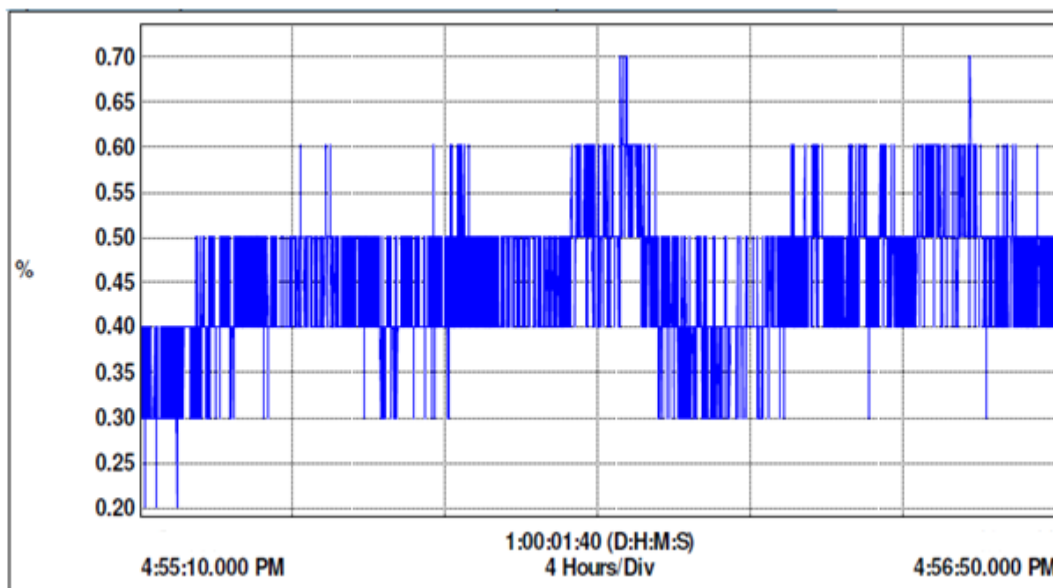
Los valores de desbalance de corriente registrados, se encuentran dentro de los límites recomendados por la norma NTC 1340 del **10.0%**, durante todo el tiempo de monitoreo (24horas). Se presenta un pico súbito que alcanzan una magnitud de **32.0%**, la cual no es muy notable. En la Figura 21 se presenta la tendencia de este parámetro:



**FIGURA 21.** Tendencia del comportamiento de Desbalance de Corrientes (500 KVA)

En cuanto al desbalance de voltaje se analiza como el desbalance de corriente y se encuentra dentro de los rangos exigidos por la reglamentación eléctrica Colombiana vigente, cuyo límite máximo es **2.0%**. En este no se observa ningún pico de voltaje y se determina un buen puesto en marcha del transformador.

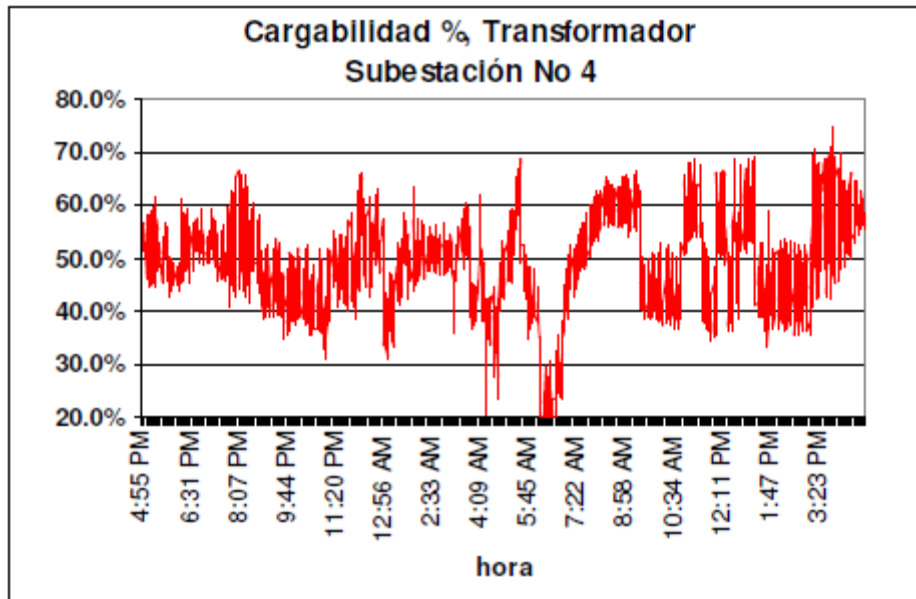
El perfil del comportamiento de esta variable se presenta a continuación:



**FIGURA 22.** Tendencia Comportamiento de Desbalance Voltajes de Fase (500KVA)

## Cargabilidad

El porcentaje de cargabilidad es un dato muy importante tenerlo en cuenta y se medirá en función del tiempo, para el transformador de 500 KVA y este se presenta a continuación:



**FIGURA 23.** Tendencia del comportamiento del Factor de Utilización (500 KVA)

De la figura anterior, se observa que el transformador de la subestación N°4 presenta un porcentaje de utilización promedio **48,74%** respecto a su capacidad nominal, y un valor máximo de **74,69%**. De acuerdo con esta figura las horas de mayor utilización del transformador es a eso de las 4:00 PM.

## Análisis de Armónicos

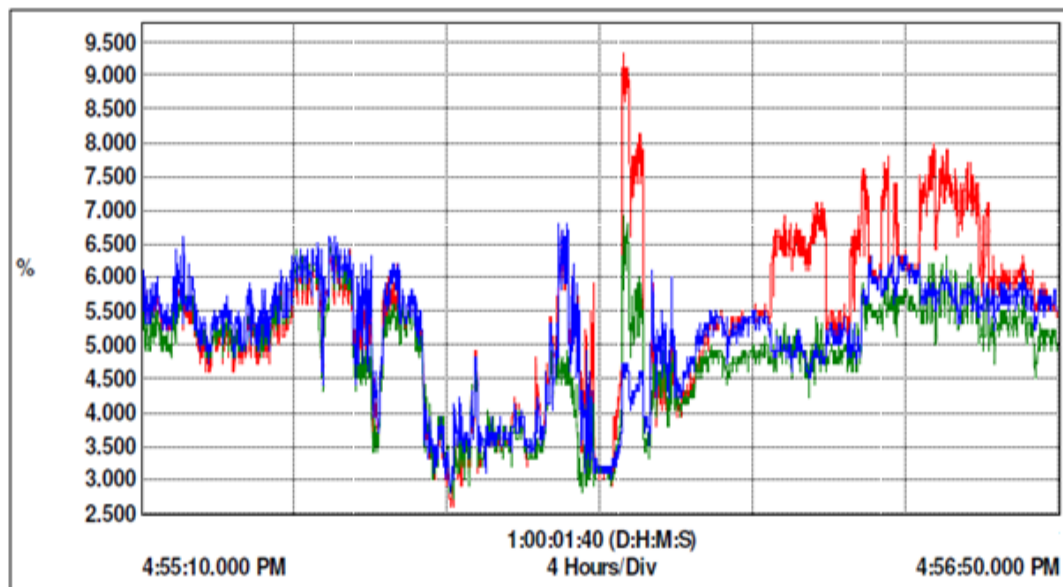
El análisis de los armónicos es muy importante ya que estos nos determina si hay un buen funcionamiento del transformador, en la Tabla 12 se presentan los valores máximo, promedio y mínimo registrados de la distorsión armónica total de voltaje y corriente para cada una de las fases y se comparan con sus correspondientes valores eficaces (rms) fundamentales.

Corrientes de Línea						
	IA		IB		IC	
	THDi (%)	Arms	THDi (%)	Arms	THDi (%)	Arms
Máximo	64.40	510.79	49.10	489.99	58.90	474.50
Promedio	17.94	328.56	17.56	317.49	16.94	295.83
Mínimo	1.80	84.79	4.20	79.59	5.70	49.39
Voltajes de Línea						
	VAB		VBC		VCA	
	THDv (%)	Vrms	THDv (%)	Vrms	THDv (%)	Vrms
Máximo	9.30	460.20	6.90	458.99	6.80	456.57
Promedio	5.36	443.14	4.83	441.80	5.08	439.61
Mínimo	2.60	424.69	2.70	424.00	2.80	421.74

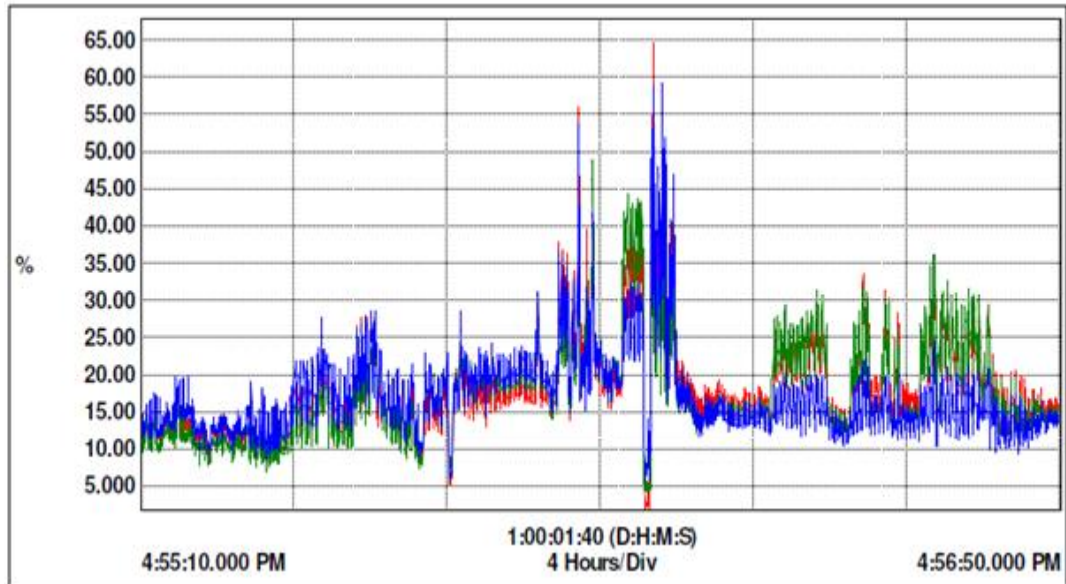
**Tabla 12.**Distorsión Armónica Total (THD) de Voltaje y Corriente (500 KVA)

De lo anterior se observa que las señales de corriente presentan una distorsión armónica total máxima del **64,40%** en condiciones de operación normal, y las señales de tensión en promedio presentan una distorsión armónica total de **9,30%** respecto a las componentes fundamentales.

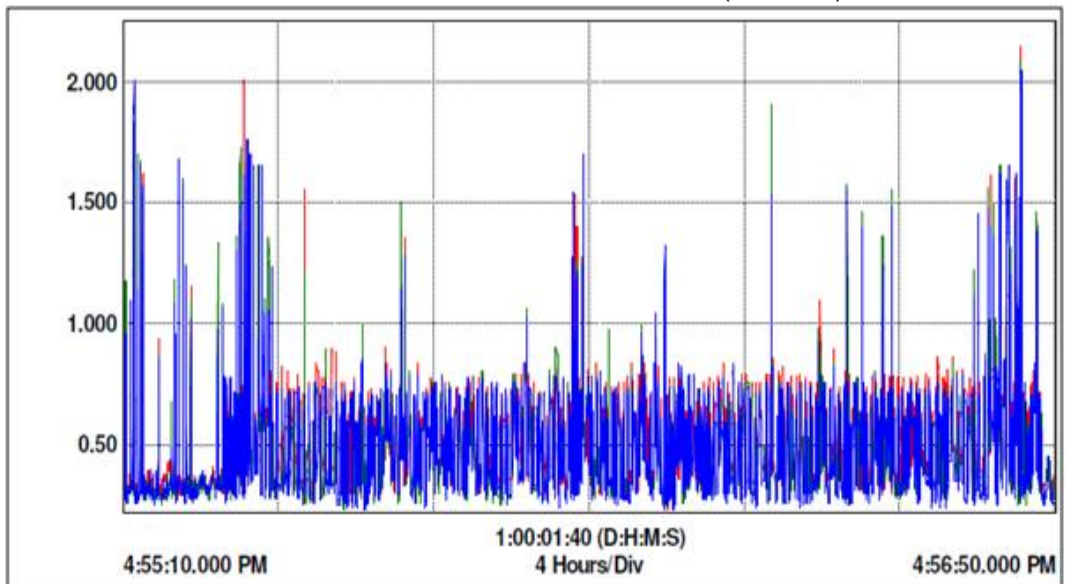
Las tendencias de comportamiento de la distorsión armónica total de voltaje y corriente durante el periodo de análisis se presentan en las figuras siguientes:



**FIGURA 24.** Tendencia del THDv. de los voltajes de línea (500 KVA)



**FIGURA 25.** Tendencia del THDi de las Corrientes de Línea (500 KVA)



**FIGURA 26.** Tendencia del PST del transformador de 500 KVA

### **Análisis de Calidad de la Forma de Onda (500 KVA)**

#### **Señales de Voltaje**

En las figuras siguientes se presentan las formas de Onda y Espectros de frecuencia de las señales de voltaje:

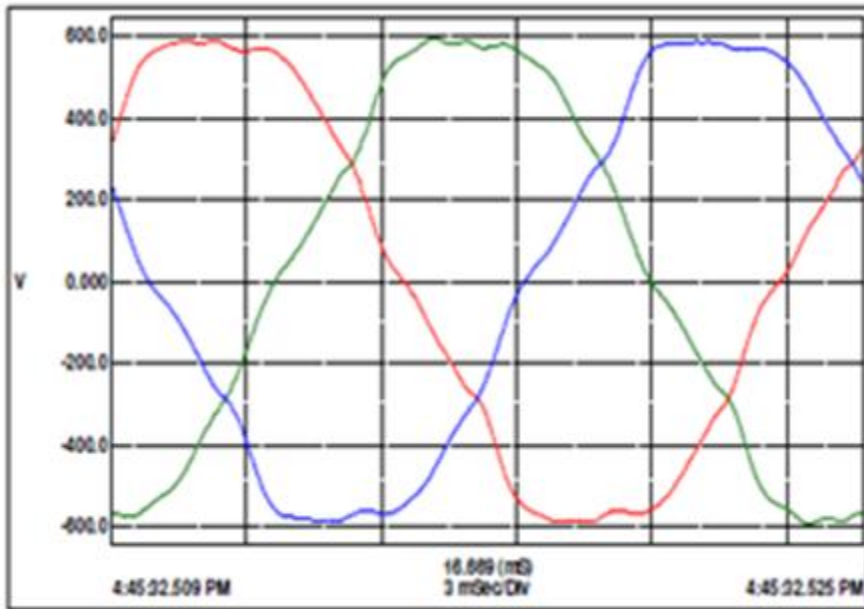


FIGURA 27. Voltajes de Línea

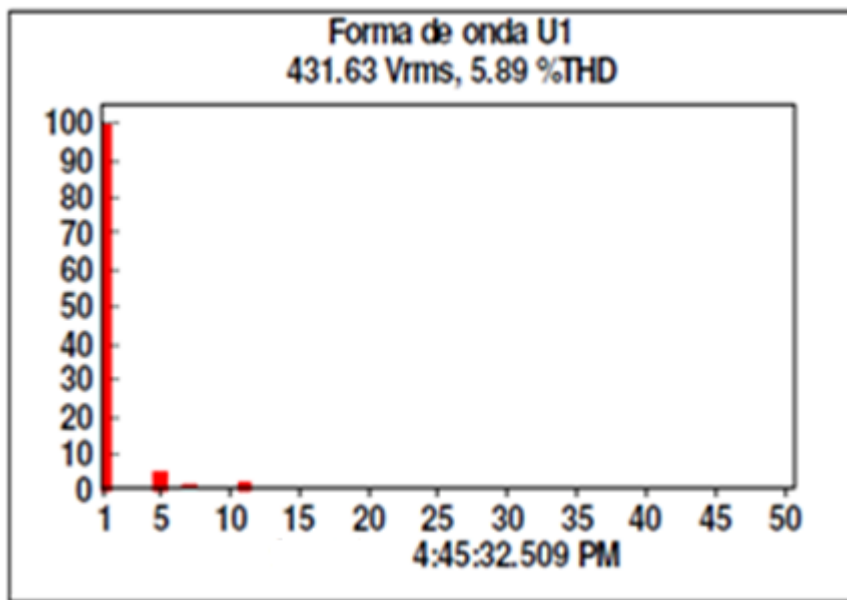
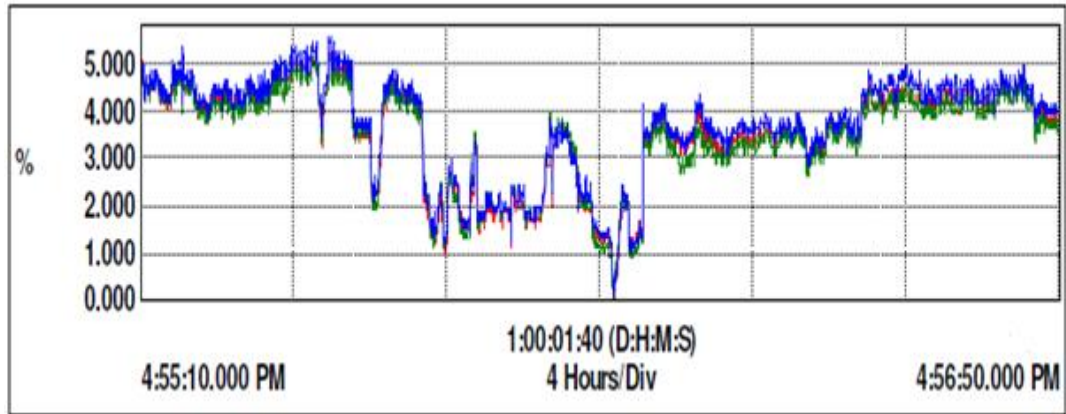


FIGURA 28. Componentes Armónica de Voltaje

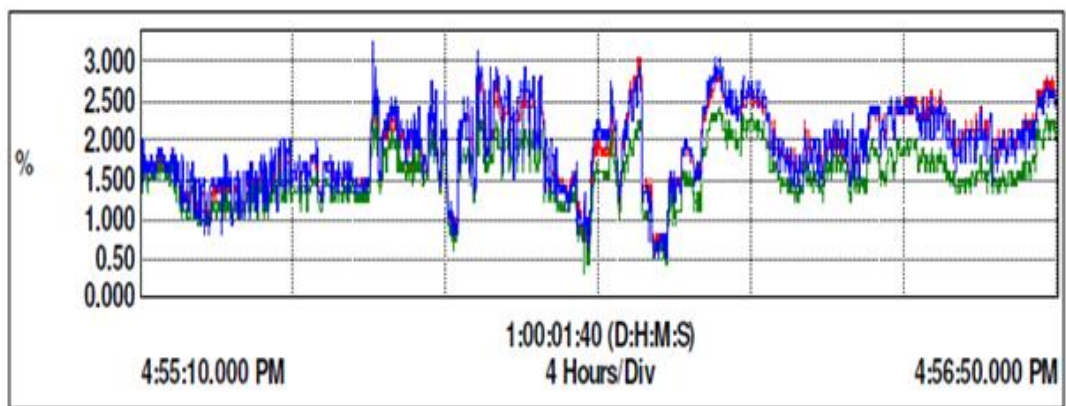
Los armónicos predominantes en las señales de voltaje son el 5<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> y el 11<sup>o</sup>.

**Tendencia de Componentes Armónicos Predominantes de voltaje**

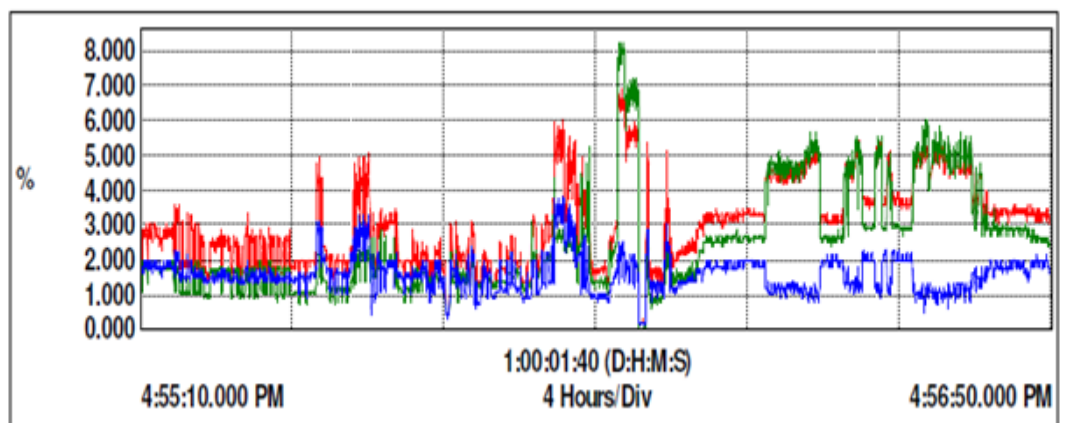
En las figuras 29 a 31, se presenta la tendencia de las componentes armónicas de voltaje de magnitud más significativa en porcentaje de la componente fundamental:



**FIGURA 29.** Tendencia del 5° armónico de voltaje (%) (500 KVA)



**FIGURA 30.** Tendencia del 7° armónico de voltaje (%) (500 KVA)



**FIGURA 31.** Tendencia del 11° armónico de voltaje (%) (500 KVA)

### Señales de Corriente

En las figuras siguientes se presentan las formas de Onda y Espectros de frecuencia de las señales de corriente encontradas en el transformador:

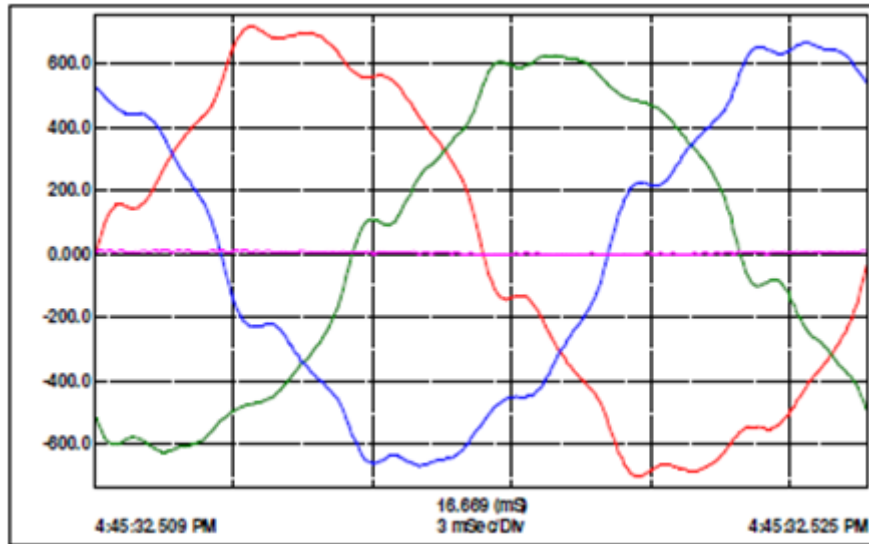


FIGURA 32. Forma de onda de las Corrientes de Línea

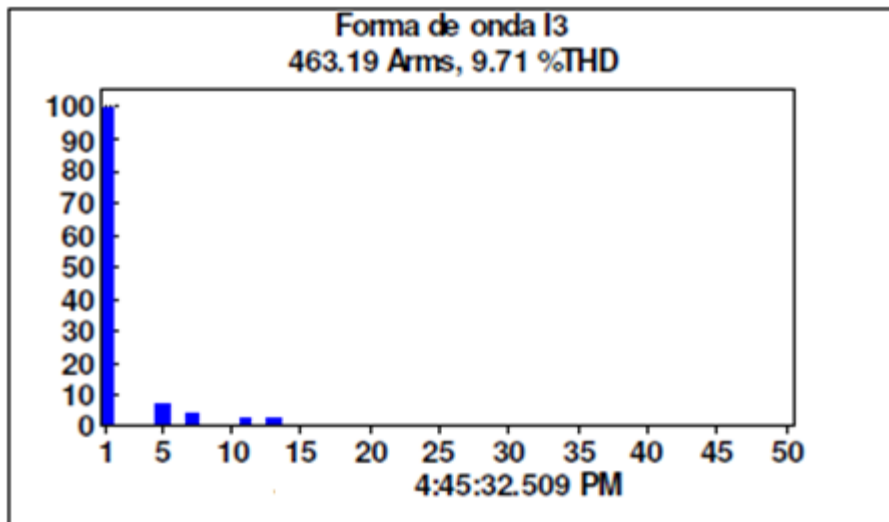
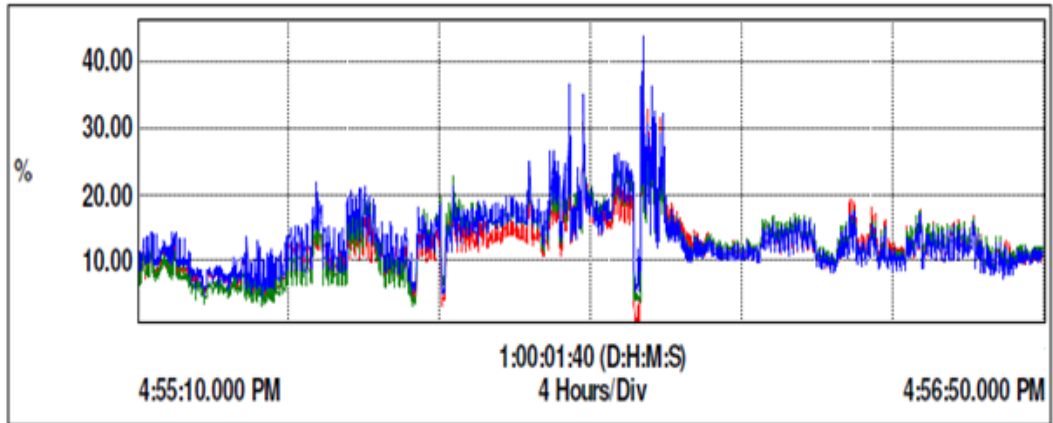


FIGURA 33. Espectro de componentes Armónicas de Corriente

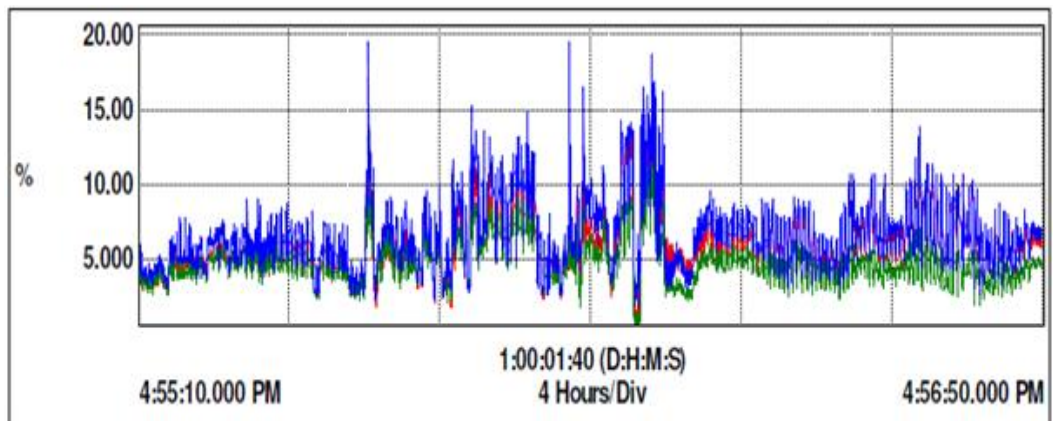
Los armónicos predominantes en las señales de corriente son el 5º, 7º, 11º y el 13º.

**Tendencia de Componentes Armónicos Predominantes de Corriente**

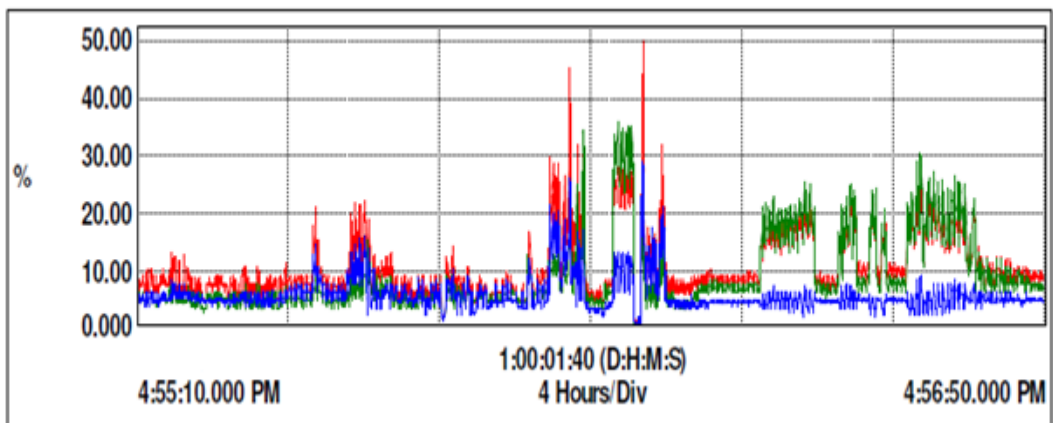
En las figuras 34 a 37, se presenta la tendencia de las componentes armónicas de corriente de magnitud más significativa en porcentaje de la componente fundamental:



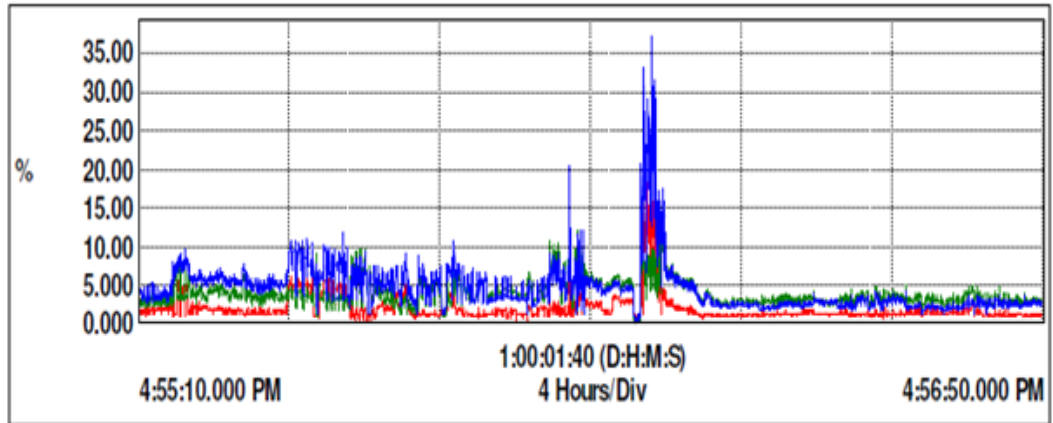
**FIGURA 34.** Tendencia del 5° armónico de corriente (%) (500 KVA)



**FIGURA 35.** Tendencia del 7° armónico de corriente (%) (500 KVA)



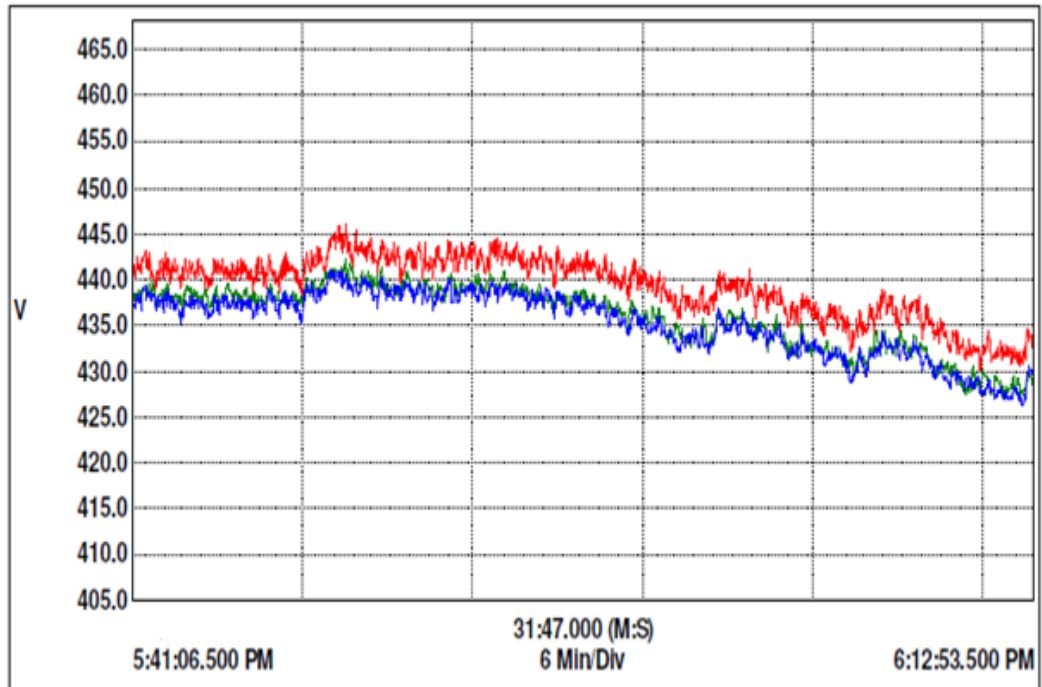
**FIGURA 36.** Tendencia del 11° armónico de corriente (%) (500 KVA)



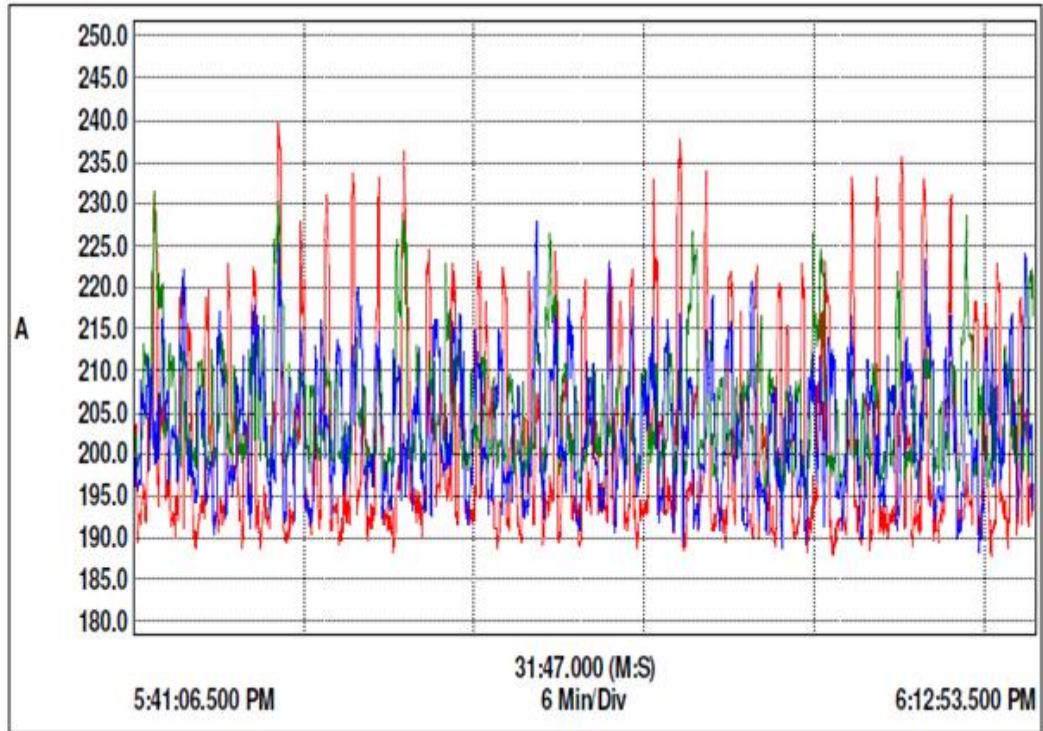
**FIGURA 37.** Tendencia del 13° armónico de corriente (%) (500 KVA)

Para eliminar estos armónicos de secuencia negativa y positiva se determina colocar unos filtros para mejorar la calidad de la energía y así esta no afecte el funcionamiento de la extrusora SIMA.

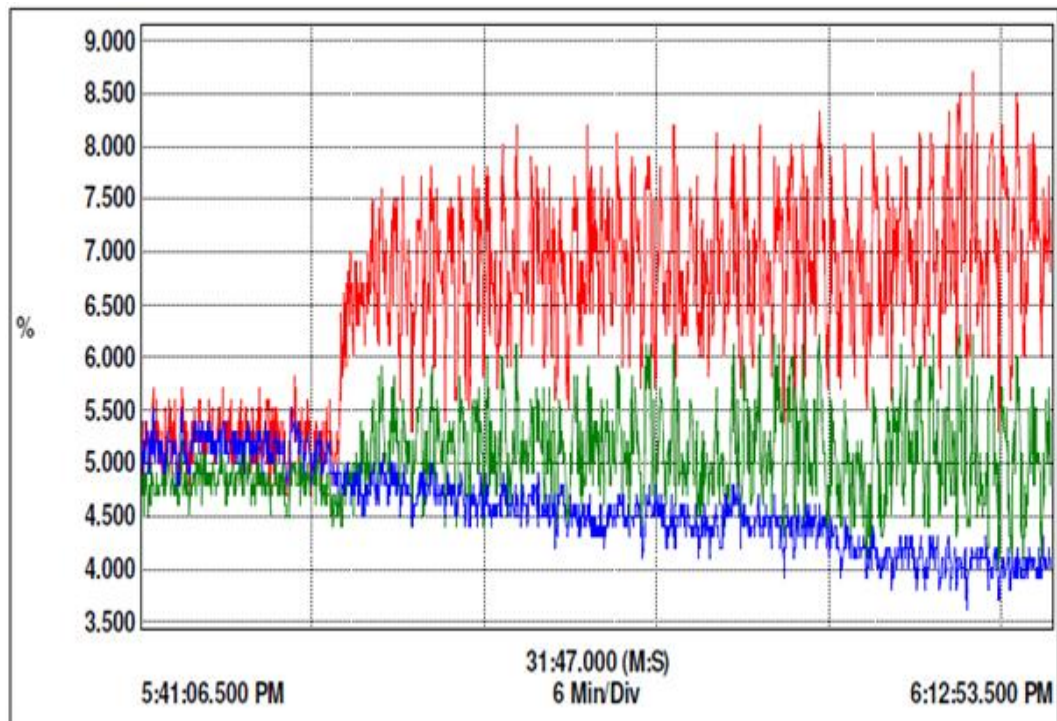
### **TABLERO PRINCIPAL EXTRUSORA SIMA**



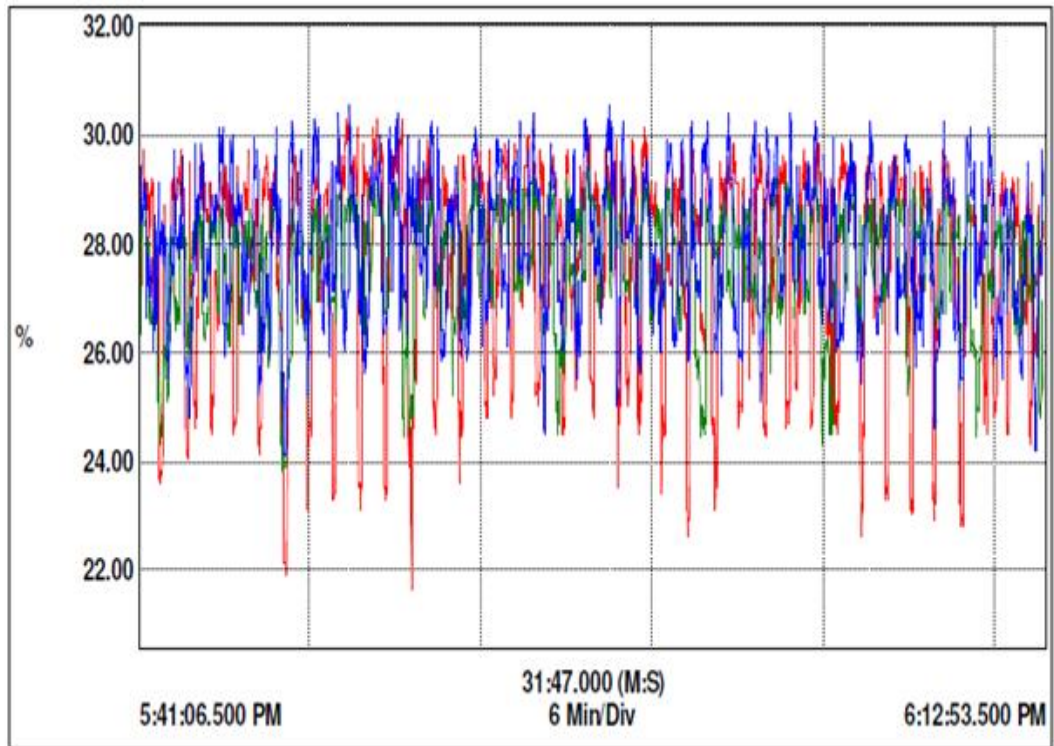
**FIGURA 38.** Tendencia de la magnitud de los voltajes línea



**FIGURA 39.** Tendencia de la magnitud de las corrientes de línea



**FIGURA 40.** Tendencia del THDv. de los voltajes de línea

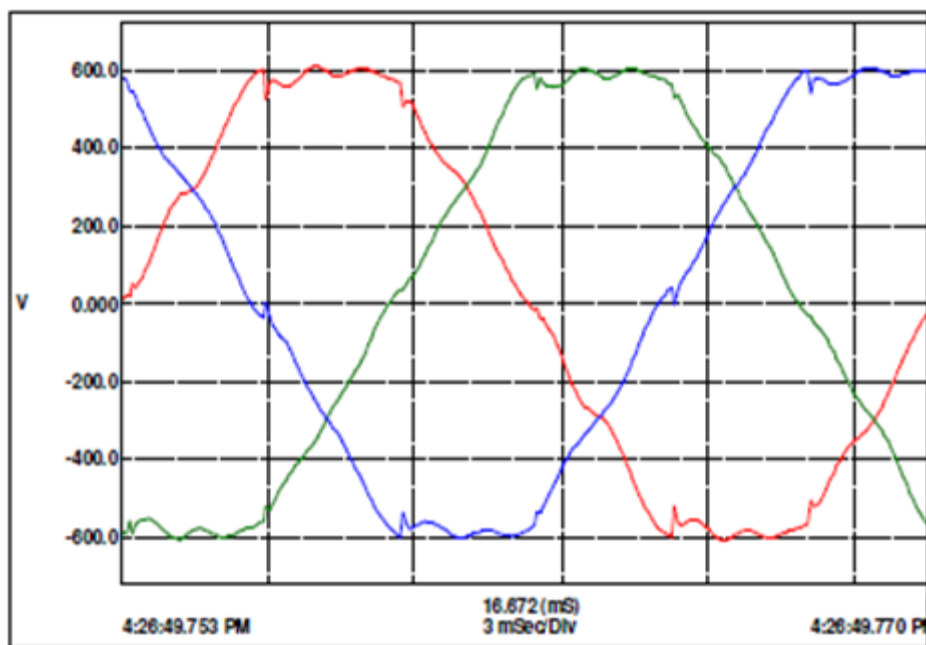


**FIGURA 41.** Tendencia del THDi de las corrientes de línea

### **Análisis de Calidad de la Forma de Onda (Tablero Extrusora SIMA)**

#### **Señales de Voltaje**

En las figuras siguientes se presentan las formas de Onda y Espectros de frecuencia de las señales de voltaje:



**FIGURA 42.** Forma de onda

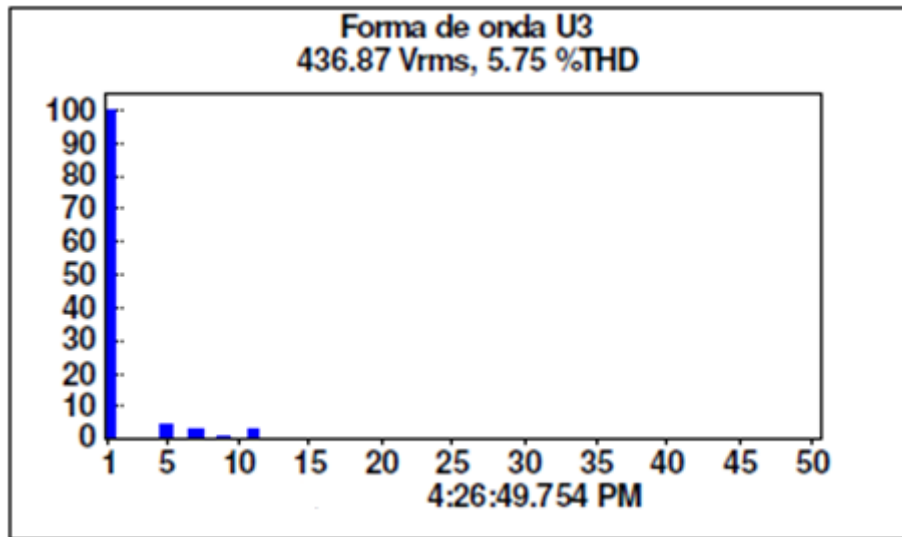


FIGURA 43. Espectro de Armónicos

### Señales de corriente

En las figuras siguientes se presentan las formas de Onda y Espectros de frecuencia de las señales de corriente:

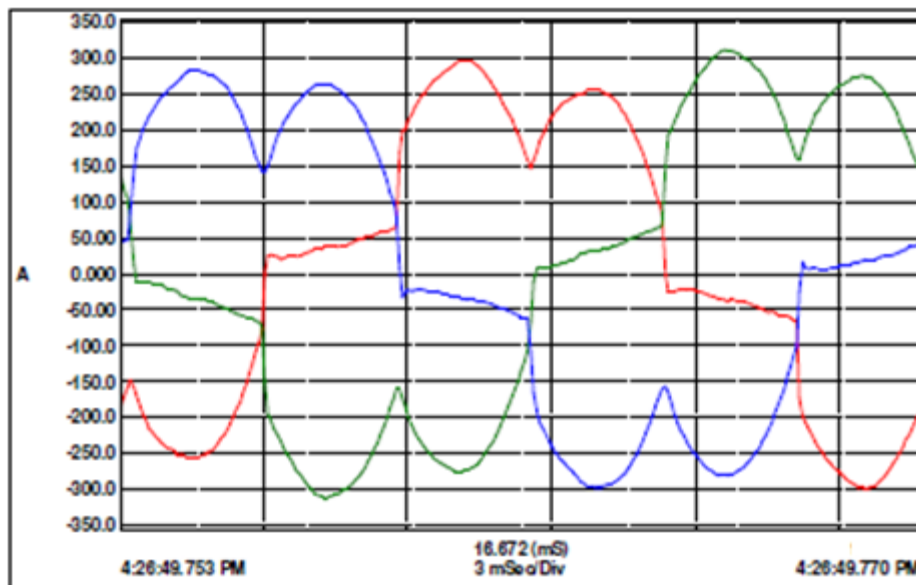


FIGURA 44. Forma de onda

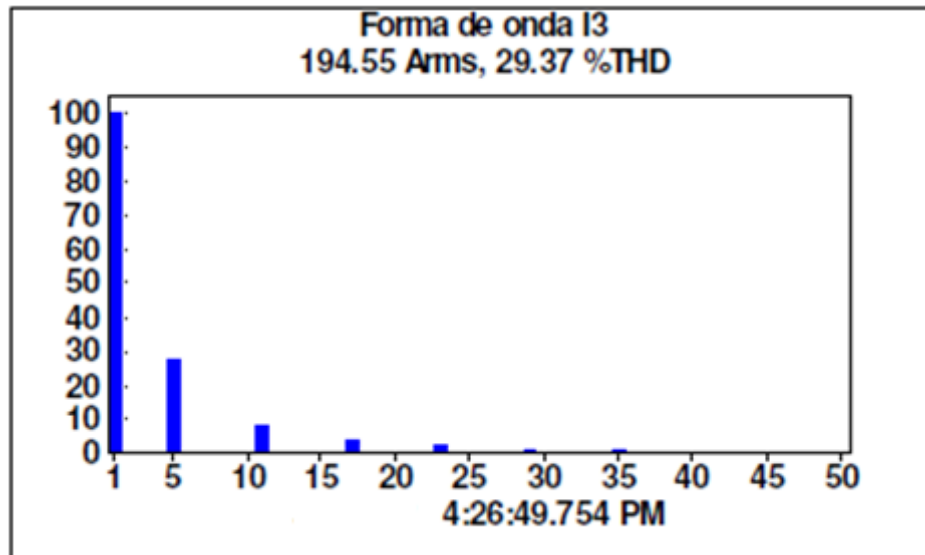


FIGURA 45. Espectro de Armónicos

Los armónicos predominantes en las señales de voltaje son el 5º y el 11º con una magnitud de 29% y 10% respectivamente, referidas a la componente fundamental de las mismas (Figura 45). Esto implica un aumento de temperatura y para ello es necesario que el tablero se encuentre muy bien ventilado.

### CARACTERIZACIÓN DEL ALIMENTADOR GRAVIMÉTRICO PIOVAN

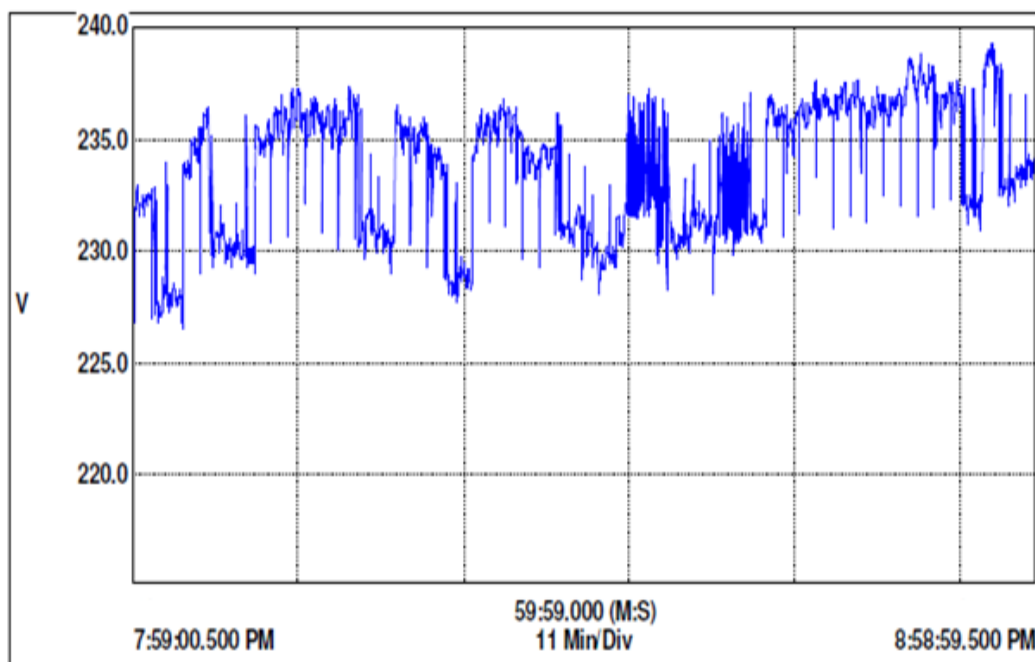
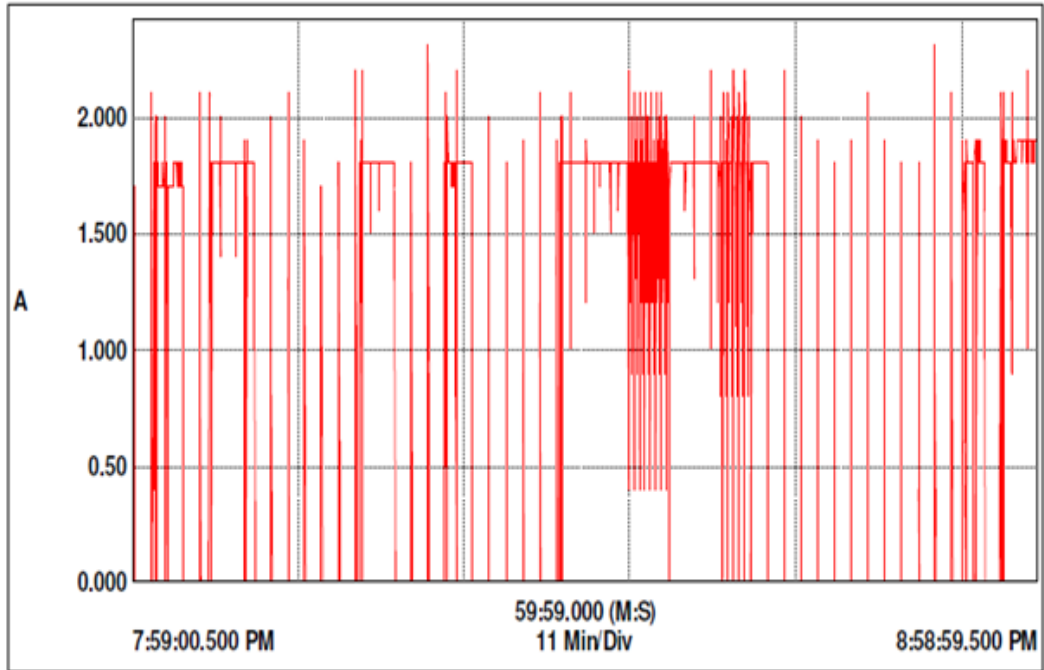
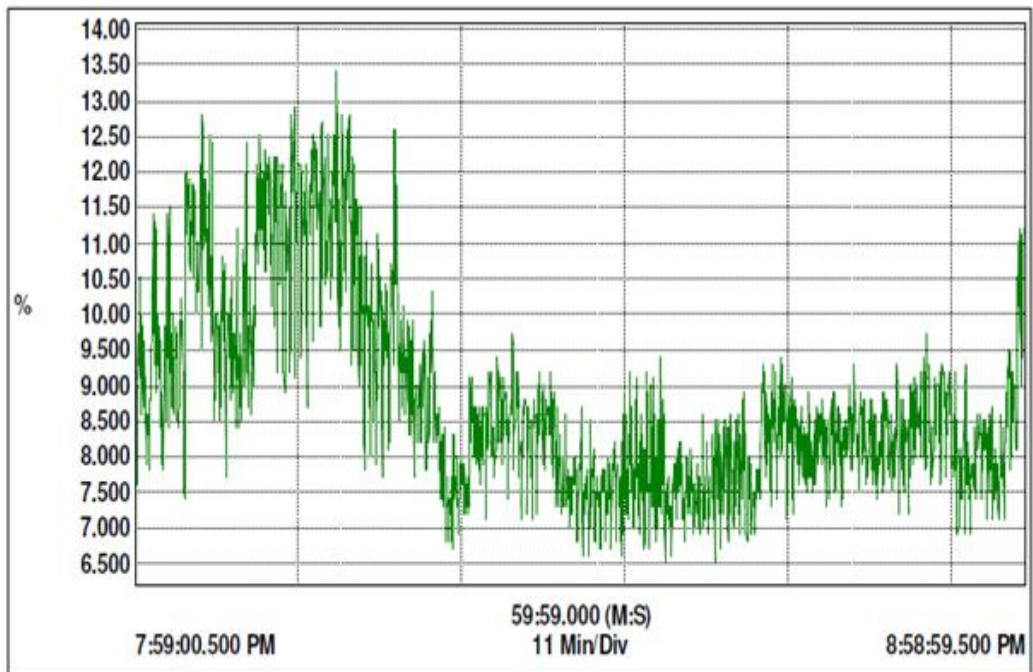


FIGURA 46. Tendencia magnitud del voltajes de alimentación



**FIGURA 47.** Tendencia magnitud de la corriente demandada por la tarjeta



**FIGURA 48.** Tendencia del THDv del voltaje de alimentación

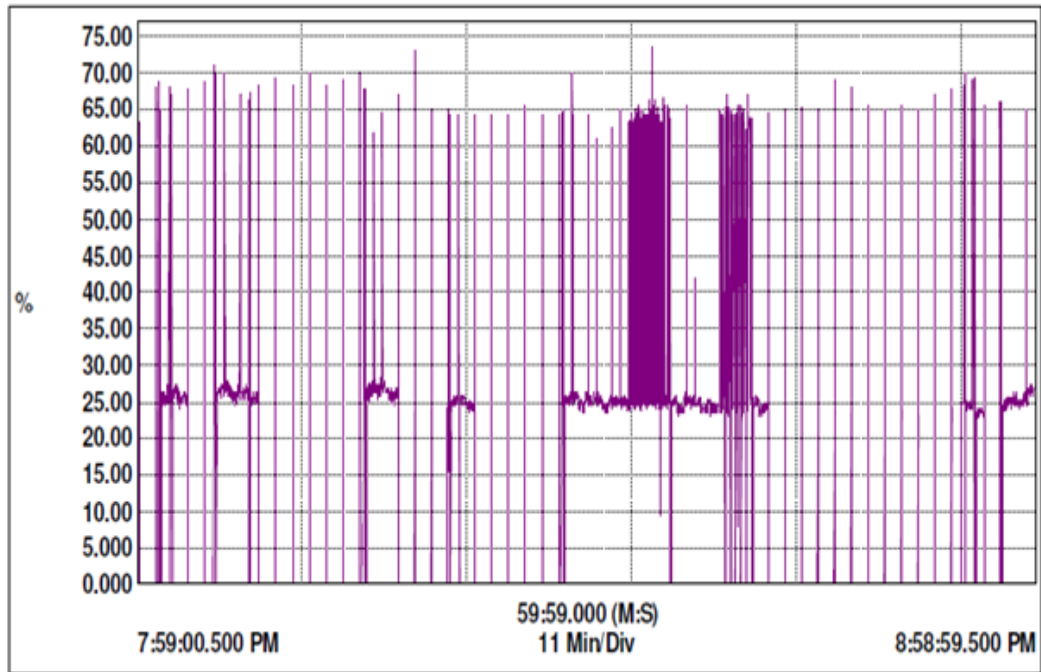


FIGURA 49. Tendencia del THDi de las corrientes de línea

## Análisis de las Señales de voltaje y de Corriente

### Señales de voltaje

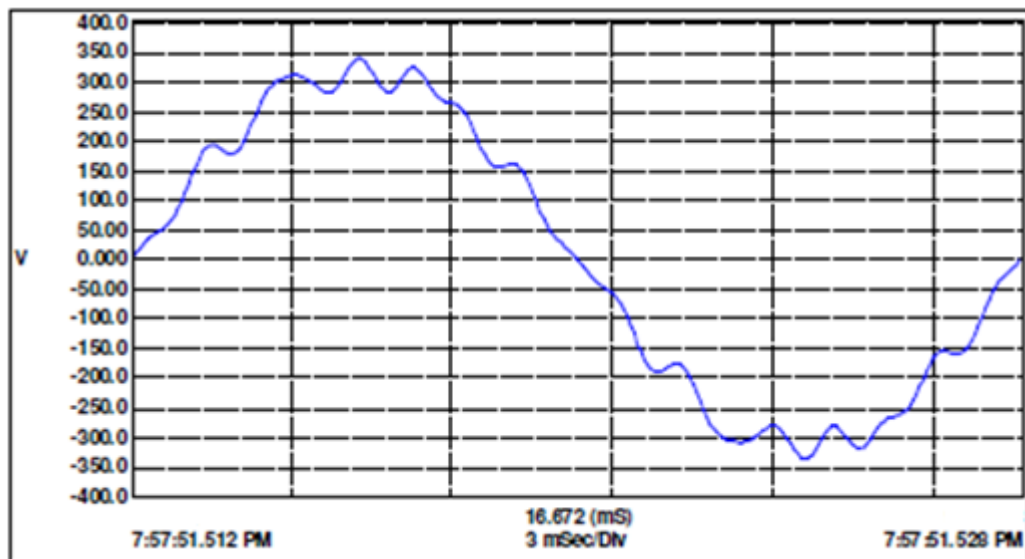


FIGURA 50. Forma de onda

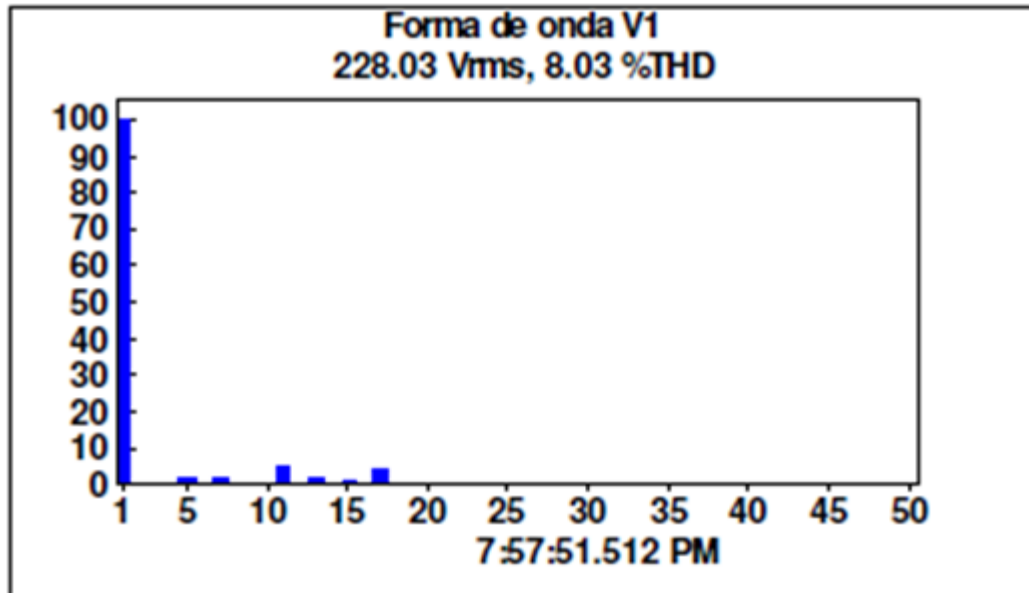


FIGURA 51. Espectro de Armónicos

La señal de voltaje presenta una distorsión armónica total de **8.03%** y una magnitud de **228,03V**. Las componentes armónicas de magnitud significativa son el **11°** y **17°**. Esto no es muy significativo y por ende está en un rango que no afecta el funcionamiento de la extrusora.

### Señales de Corriente

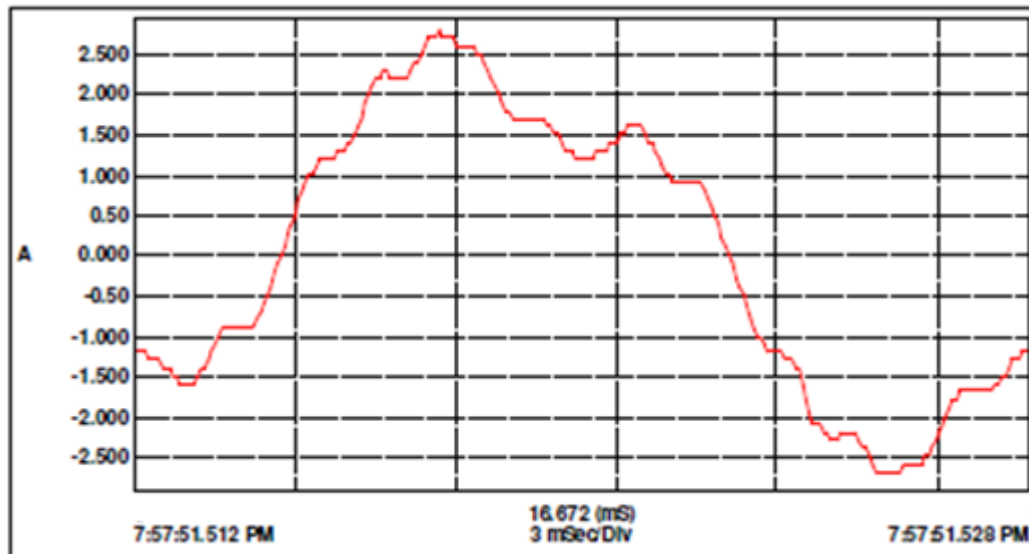
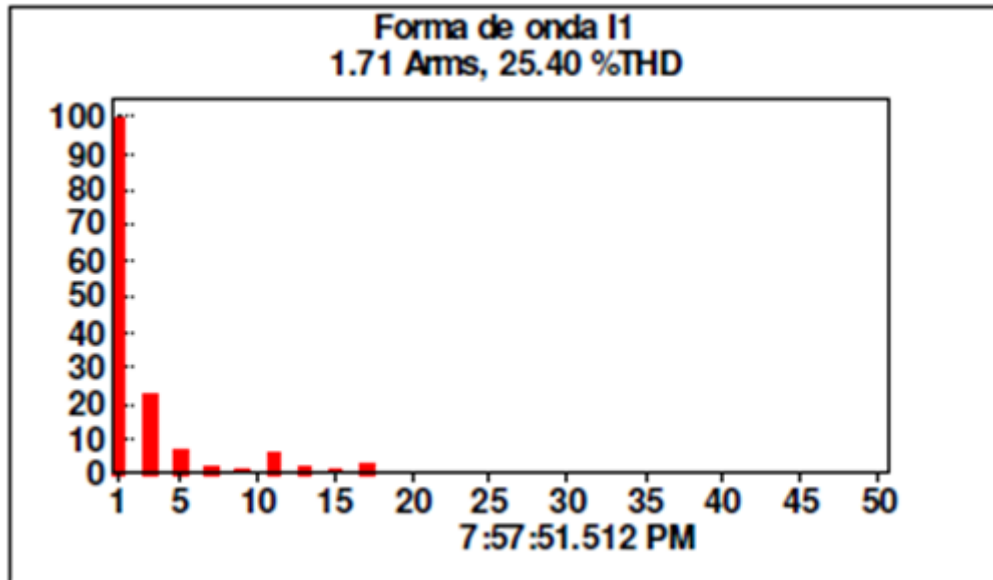


FIGURA 52. Forma de onda

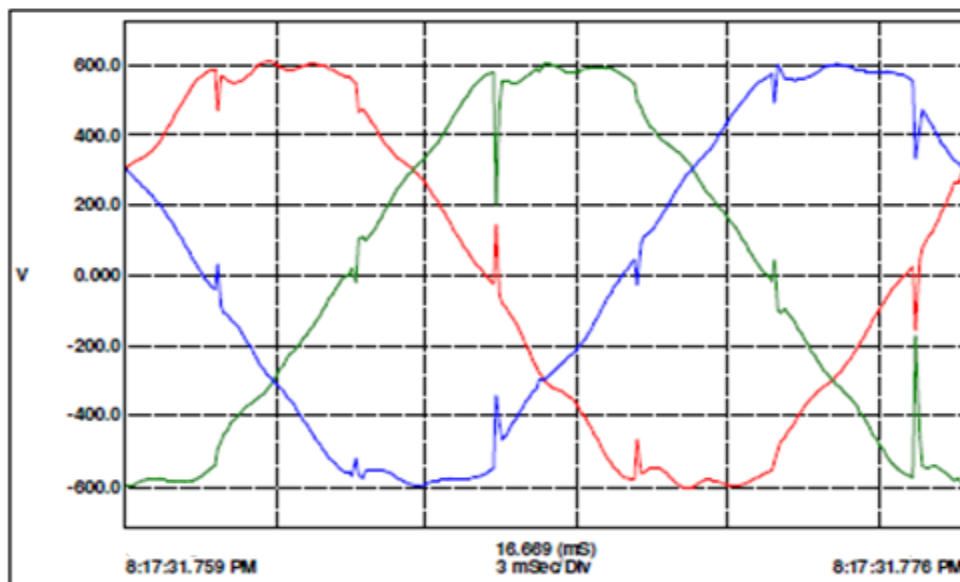


**FIGURA 53.**Espectro de Armónicos

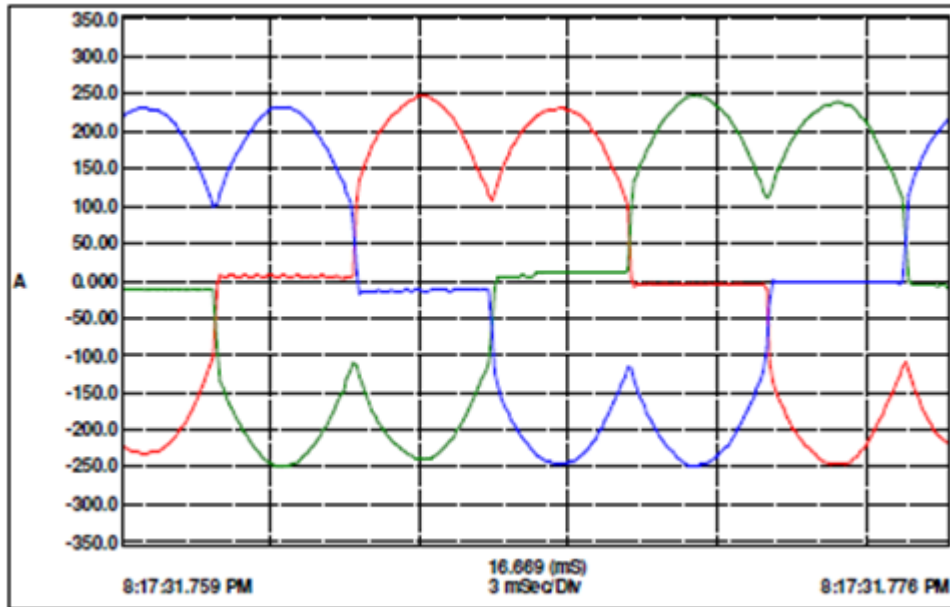
La señal de corriente presenta una distorsión armónica total de **25,40%** y una magnitud de **1,7 Arms**. Las componentes armónicas de magnitud significativa son el **3°, 5° y 11°**. Con el panel de control bien ventilado, se puede eliminar los posibles fallos de la tarjeta debidos a los armónicos presentes en ésta.

## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

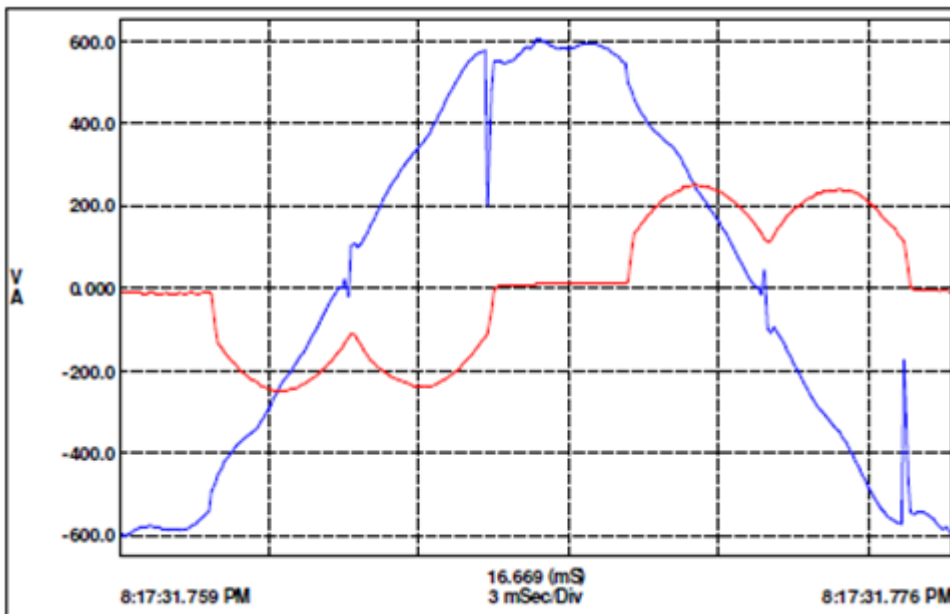
### Controlador DC del motor del tornillo principal



**FIGURA 54.**Muecas de voltaje generadas



**FIGURA 55.** Forma de onda de las corrientes de línea



**FIGURA 56.** Generación de las muescas de voltaje

La forma de onda característica del controlador DC del motor principal del tornillo de la Extrusora SIMA, genera muescas de voltaje de una duración de **130us** y una profundidad de **380 V**. Se determina que los armónicos están afectando el funcionamiento de este motor principal y para esto se colocar un filtro antes de la alimentación del motor.

## INSPECCIÓN DE INSTALACIONES

La extrusora SIMA está alimentada a través de la subestación N°4. A continuación se presentan las características más relevantes halladas en el tablero general de distribución de la subestación y el tablero de la extrusora SIMA.

### Tablero General de Distribución (Subestación N°4)



FIGURA 57. Tablero General de Distribución (Subestación N°4)



58 a. Corriente 20 Arms (tierra del tablero de Extrusora SIMA)



**58 b.** Corriente 23 Arms (conductor ramal 1)



**58 c.** Corriente 2,1 Arms (conductor ramal 2)

**FIGURA 58.** Flujo de corriente a través del conductor de puesta a tierra (Tablero General)

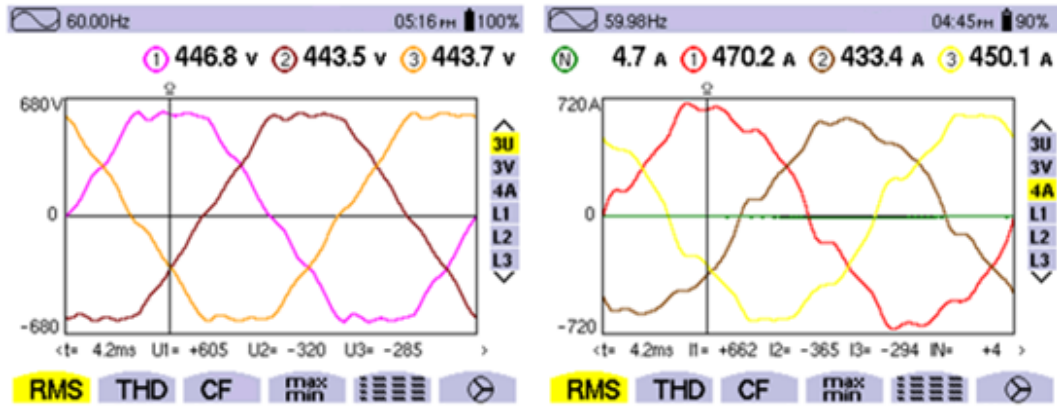


**59 a.** Transformador



**59 b.** Corriente de 1,2 Arms a través del conductor de puesta a tierra

**FIGURA 59.** Corriente a través del conductor de neutro (Tablero principal Subestación N°4)



60 a. Forma de onda voltajes de línea 60 b. Forma de onda corrientes de línea

FIGURA 60. Voltajes y Corrientes de línea (Tablero principal Subestación N°4)

### Tablero Principal Extrusora SIMA

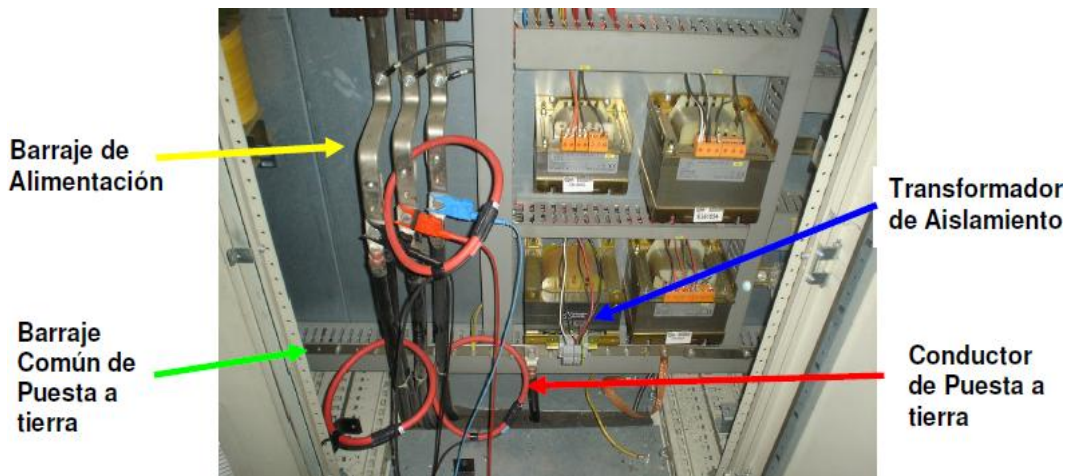
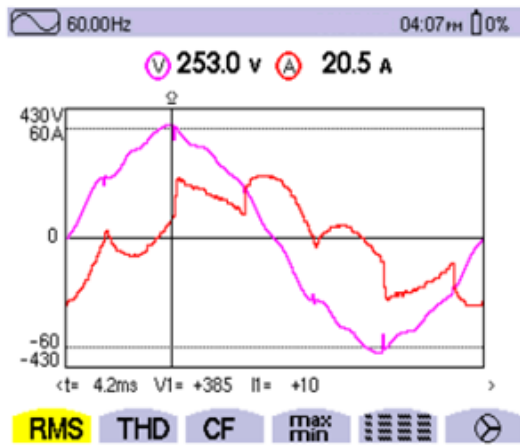


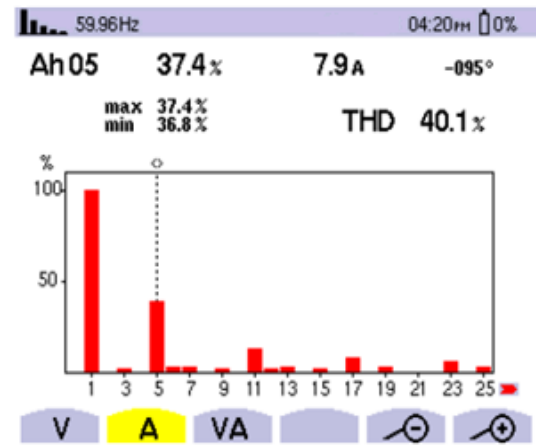
FIGURA 61. Tablero Principal Extrusora SIMA



FIGURA 62. Corriente a través del conductor de puesta a tierra 20,4 Arms 60 Hz

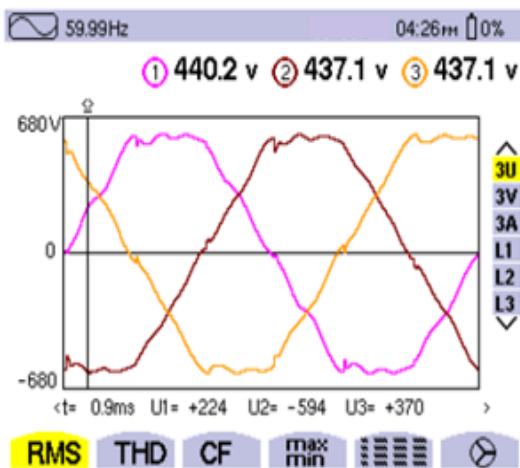


63 a. Forma de Onda

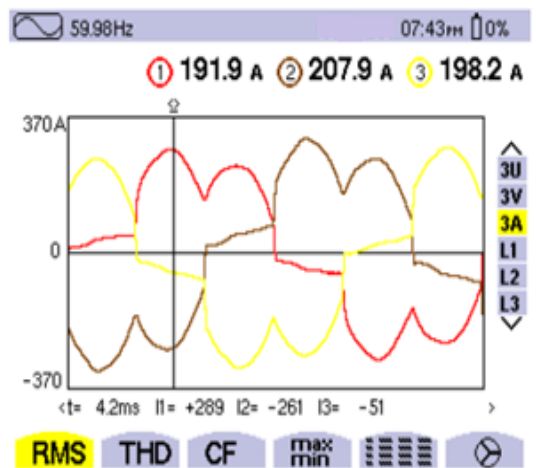


63 b. Espectro de componentes armónicas de corriente

FIGURA 63. Corriente a través del conductor de puesta a tierra (Tablero Extrusora SIMA)

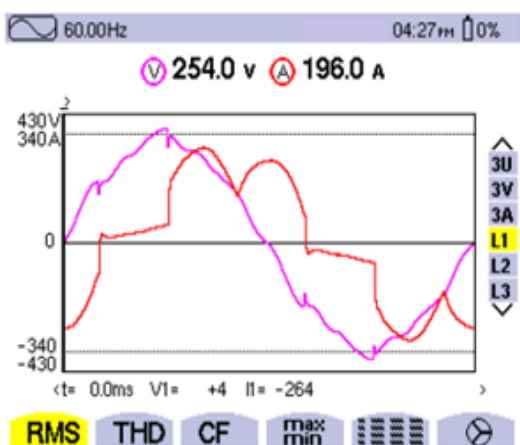


64 a. Forma de onda voltajes de línea

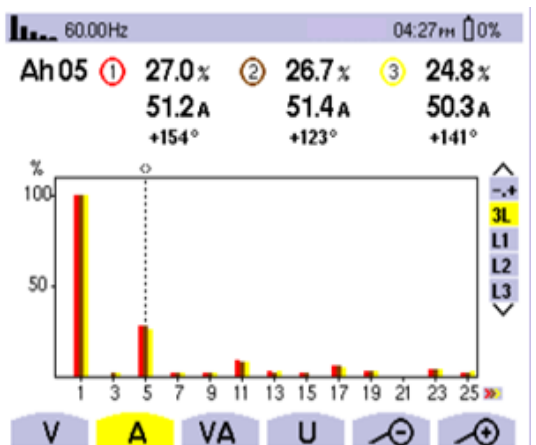


64 b. Forma de onda corrientes de línea

FIGURA 64. Voltajes y Corrientes de Línea, Barraje de alimentación



65 a. Formas de onda de voltaje (morado) y corriente (roja)



65 b. Espectro de componentes armónicas de corriente

FIGURA 65. Impacto de las corrientes de línea sobre los voltajes

## Controlador DC del Motor Principal

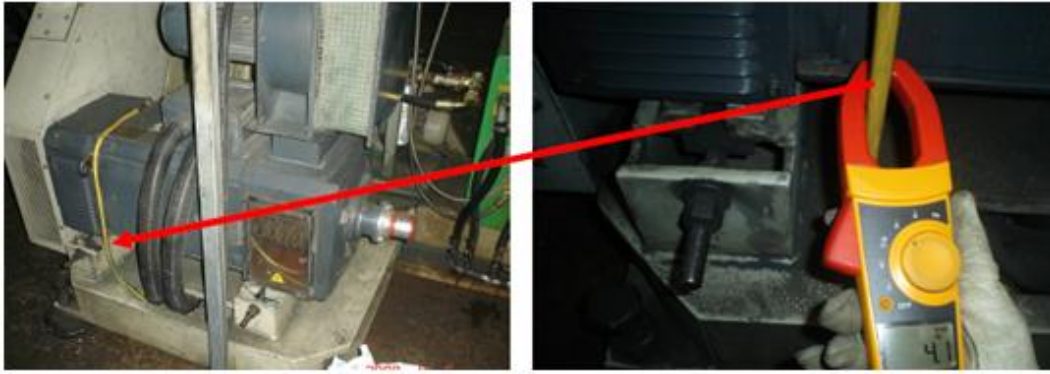


FIGURA 66. Controlador DC y bobinas de choque



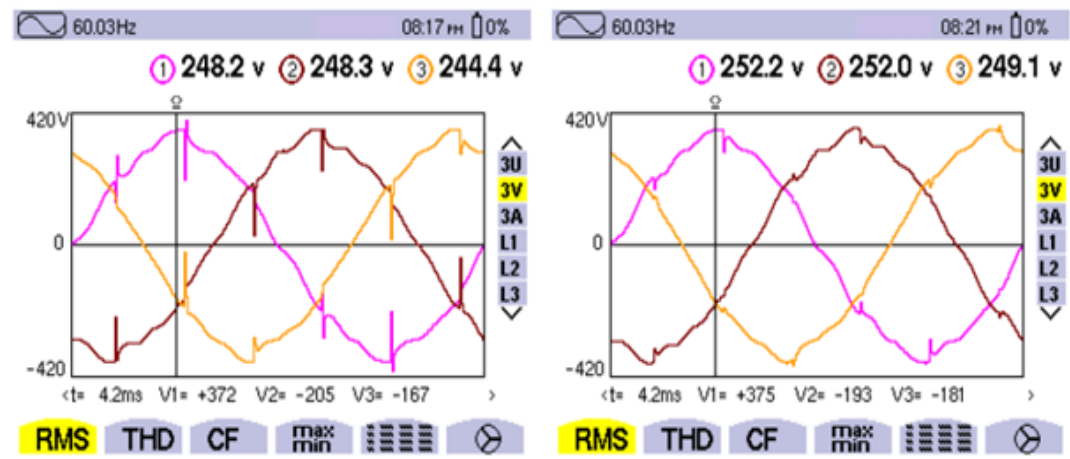
Corriente de 8,7 Arms 60Hz en el conductor W5

FIGURA 67. Flujo de corriente no deseado por el conductor de puesta a tierra



Corriente de puesta a tierra: 4,1 Arms 60Hz

**FIGURA 68.** Flujo de corriente a través del conductor de puesta a tierra del Motor DC Principal



**69 a.** Voltajes aguas arriba de las bobinas **69 b.** Voltajes aguas abajo de las bobinas

**FIGURA 69.** Voltajes en los extremos de las bobinas de choque del controlador DC del motor principal

### Tarjeta de control del Alimentador Gravimétrico PIOVAN



**FIGURA 70.** Tarjeta de control

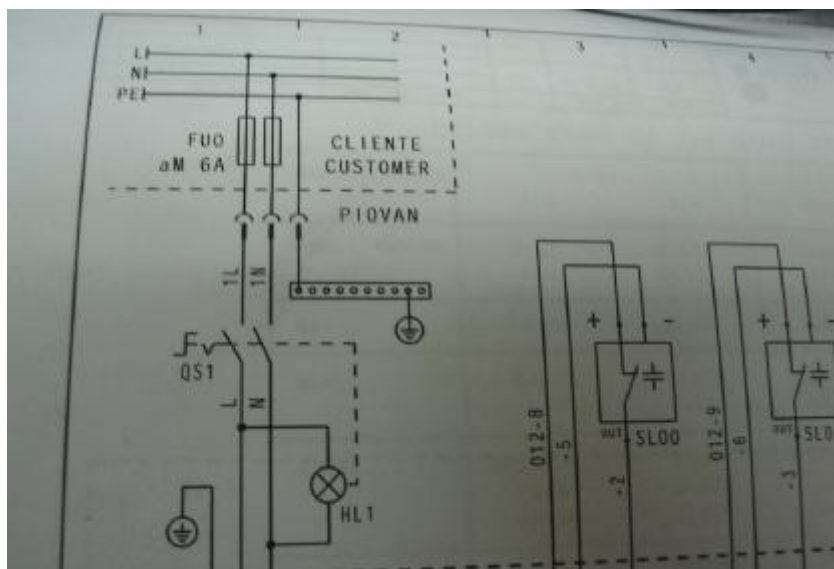


FIGURA 71. Especificaciones de Conexión de la tarjeta suministrada por el Fabricante



FIGURA 72. Conexión de Puesta a tierra antigua de la tarjeta de control

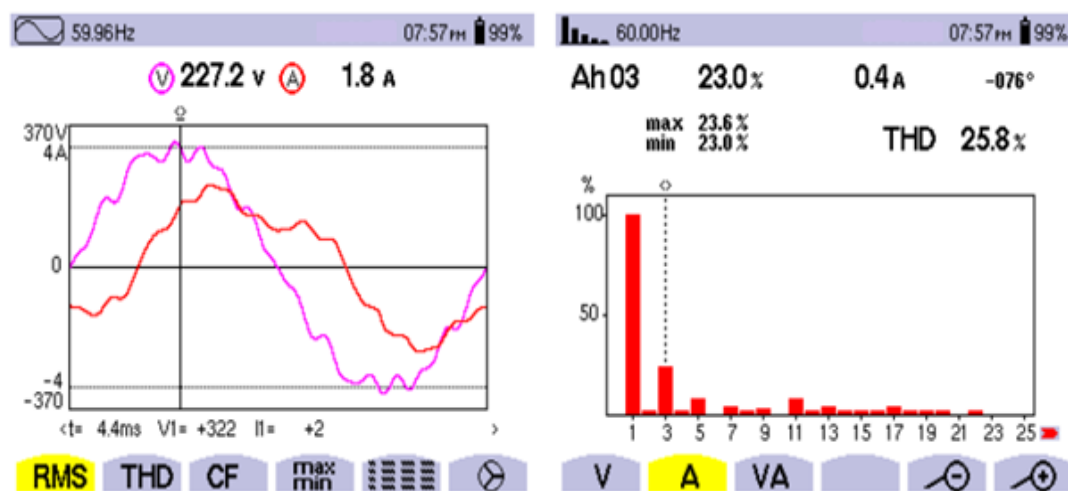


FIGURA 73. Voltaje de Alimentación y Corriente demandada por la tarjeta de control

## Dispositivos de Protección TVSS

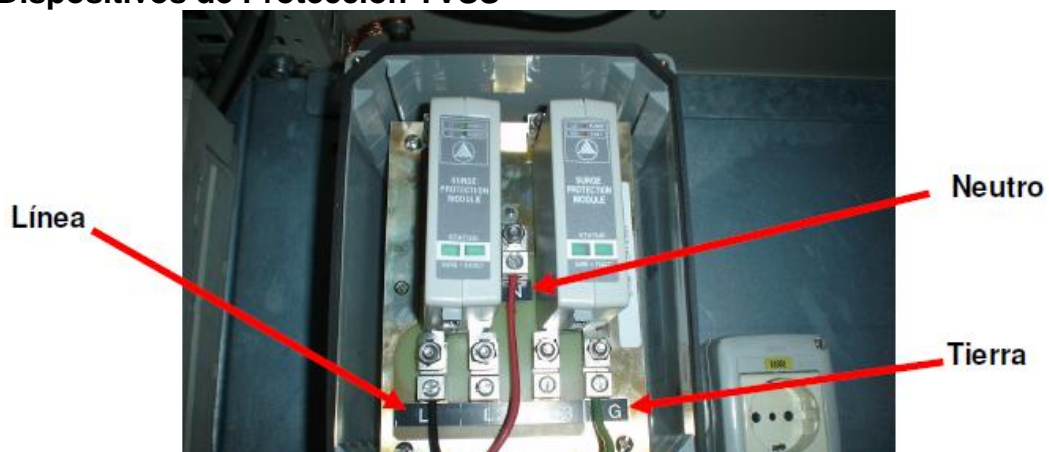


FIGURA 74. TVSS

## Transformador de Aislamiento Tarjeta de control

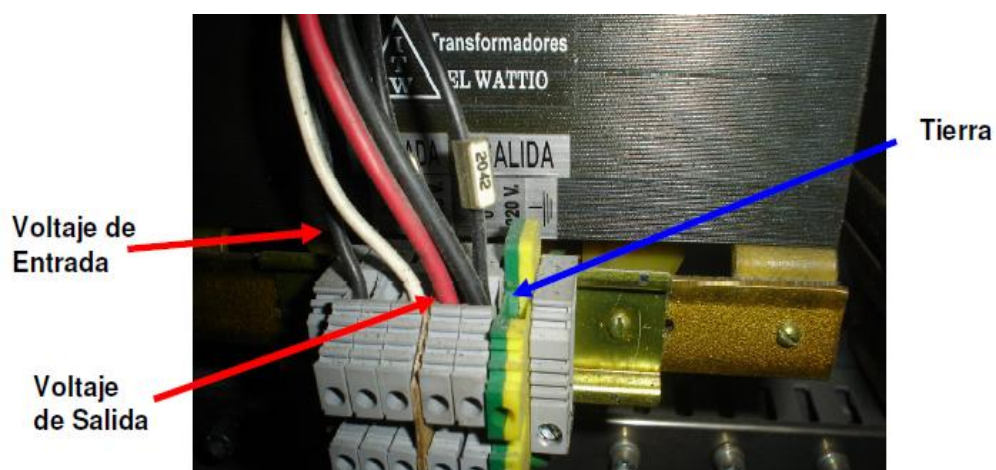


FIGURA 75. Transformador de aislamiento

## Flujos de corriente de puesta a tierra no deseados

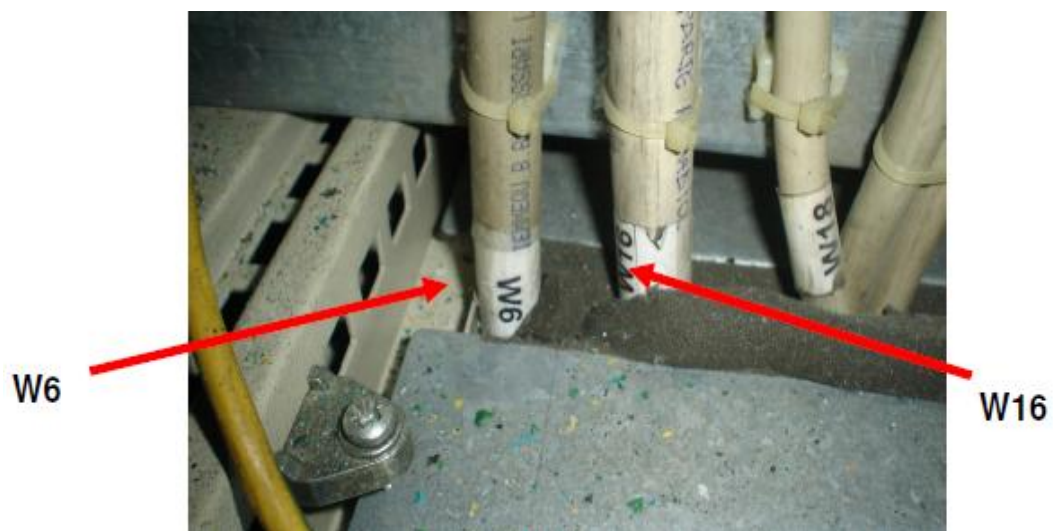


FIGURA 76. Etiquetas de conductores, W6 y W16

## ANÁLISIS

- Los dispositivos electrónicos sensibles tales como la tarjeta de control de las básculas del dosificador electrónico de Tesicol S.A. requieren para su correcto funcionamiento lo siguiente:
  1. La magnitud de la señal de alimentación de voltaje no debe superar el 5.0% de su valor nominal tanto por encima como por debajo de este ( $\pm 5\%V_n$ ).
  2. La forma de onda de la señal de voltaje de alimentación debe ser lo más cercano a una senoidal pura. Por defecto se admite un voltaje con un máximo una distorsión armónica total (THDv) de 5.0%.
  3. Disponer de una referencia de voltaje cero (0) fija o sistema de puesta a tierra adecuado, tal que garantice una referencia fija para los voltajes digitales de control y a su vez un camino fácil para drenar corrientes de falla y/o de fuga en el momento que estas se presenten.
- Como resultado de a la inspección realizada a la configuración de las instalaciones eléctricas de la extrusora SIMA donde se encuentra la dosificadora electrónica que está presentando problemas en su perfecto funcionamiento se encontró lo siguiente:
  1. No existe una referencia de voltaje fija ya que se toma como referencia un sistema de puesta a tierra a través del cual en estado estable y permanente, existe un flujo de corriente no deseada de magnitud significativa y altamente distorsionada.
  2. El fabricante de la tarjeta de control de la Dosificadora electrónica especifica en los diagramas de conexión de la misma, que la tarjeta se debe alimentar con una tensión de magnitud 230V ac de modo común, es decir referida a un neutro sólidamente aterrizado que garantice estabilidad en dicha magnitud.
  3. Además de lo anterior, el fabricante especifica la necesidad de conectar la tarjeta a un conductor de puesta a tierra.

4. El transformador de aislamiento no tiene su chaqueta de apantallamiento conectada a puesta a tierra.
5. El controlador DC del motor principal de la extrusora SIMA, genera unas muescas en las señales de voltaje de profundidad considerable. No obstante estas son atenuadas significativamente por las bobinas de choque que el primero presenta.
6. EL transformador de aislamiento atenúa aún mas las muescas de voltaje residuales de las bobinas de choque del controlador DC, siendo despreciables a la salida de su devanado secundario.
7. La señal de voltaje de alimentación de la tarjeta de control de la dosificadora electrónica no presenta muescas en su forma de onda, no obstante su magnitud es variable en el tiempo y presenta una THDv que alcanza un valor de 13%.

## **RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO ENERGÉTICO**

- Energizar la tarjeta de control del alimentador gravimétrico con un voltaje unipolar tomado directamente del tablero general de la subestación N°4, llevando una acometida dedicada con un conductor de tierra aislado.

Lo anterior permite suministrar a la tarjeta un voltaje de magnitud más estable y de referencia fija. No obstante la distorsión se mantiene superior al 5% recomendado. En caso de no funcionar por distorsión, es necesario instalar un dispositivo que le garantice un voltaje con THDv menor o igual al 5%.

- Reparar los tableros del sistema de la subestación N° 4 que es el encargado de suministrar correctamente la energía a la extrusora SIMA.
- Cambiar el aislamiento deteriorado de los ductos de agua del sistema de refrigeración.
- Implementar la filosofía del programa de mantenimiento TPM, propuesta anteriormente expuesto y presentada al comité de ahorro y energía de la empresa.

- Realizar un estudio del estado de las protecciones eléctricas, puesta a tierra y sistema pararrayos.
- Hacer una limpieza profunda de los intercambiadores de calor que se utilizan para el enfriamiento del agua que se usa en las extrusoras.
- Revisar los condensadores, para disminuir la relación de energía reactiva/activa cuyo valor recomendado debe ser del 30%.
- Implementar un sistema de monitoreo y control para los diferentes parámetros de funcionamiento en la extrusora.
- Identificar la fuente de la inyección de las corrientes no deseadas que fluyen a través de los conductores de puesta a tierra registradas en este informe y eliminar los lazos cerrados entre los conductores de puesta a tierra que permiten su flujo.

Lo anterior permite mantener una referencia de tierra fija para los voltajes y un camino fácil y seguro para drenar las corrientes de falla en el momento que estas se presenten.

- Una vez esté alimentada la tarjeta de control con un voltaje de referencia fija, instalar los TVSS en forma correcta.

## 5. CONCLUSIONES

- La tarjeta de control del alimentador gravimétrico ve afectado su perfecto funcionamiento debido a que se encuentra alimentada a través de un voltaje distorsionado y de magnitud variable en el tiempo.

La distorsión del voltaje alcanza valores hasta del 12% muy superior al 5% recomendado por la norma IEEE 519-92 para este tipo de equipos electrónicos sensibles. Esta distorsión se debe a que el voltaje es tomado de un barraje en el cual se derivan corrientes con una elevada distorsión de corriente tal como la que exigen los controladores DC y variadores de velocidad de los diferentes motores de la extrusora SIMA.

- El transformador de aislamiento para funcionar eficientemente, se debe conectar a tierra su pantalla existente entre los dos arrollamientos.
- El dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias TVSS instalado en la actualidad en el tablero de la extrusora SIMA, no puede desempeñar correctamente su función si no tiene una referencia de tierra fija.
- El voltaje del tablero de distribución general es mucho más estable en cuanto a magnitud y distorsión y no presenta las muescas que presentan los voltajes del tablero de distribución de la extrusora SIMA.
- En la actualidad la tarjeta de control no está conectada de acuerdo a las especificaciones suministradas por del fabricante.
- El programa actual de mantenimiento no cumple las necesidades que tiene la empresa, de ahí el ser necesario implementar el TPM.
- El Comité de Ahorro de Energía debe tener el indicador de energía como una referencia de sus acciones, pero debe implementar como meta a corto plazo el hacer un análisis a todas las instalaciones de las máquinas extrusoras.

## BIBLIOGRAFÍA

**CRUZ, José Manuel G.** CTE eficiencia energética en líneas de producción. 1ª Edición. 2008.

**PERE, Esquerra Pizá.** *Dispositivos y Sistemas para el Ahorro de Energía.* 1ª Edición. 1988.

**THUMANN, Albert.** *Handbook of Energy Audits.* Editorial The Fairmont. 1988.

**FLUKE, Corporation.** Manual de uso de analizadores de redes. 2004.

MARADEY, Juan Francisco. Termodinámica Aplicada. Ediciones UIS. 2002.

PITA, Edward G. Acondicionamiento de aire. CECOSA. 1994.

CARRIER, Air Conditioning Company. Manual de aire acondicionado. Marcombo. 1980.

CREUS, Antonio. Instrumentación industrial. Alfaomega. 1998.

JOHNSON, Whilliam; WHITMAN, William. Tecnología De La Refrigeración y Aire Acondicionado. Thomson. 2002.

ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

NTC 3292 - Aire acondicionado. Acondicionadores de aire para recintos.

NTC 3291 - Refrigeración. Prueba de sistemas de refrigeración.

NTC 2047 - Dibujo técnico. Instalaciones. Símbolos gráficos para fontanería, calefacción, ventilación y ductos.

NTC 4366 - Eficiencia energética en acondicionadores de aire para recintos. Rangos de eficiencia y etiquetado.

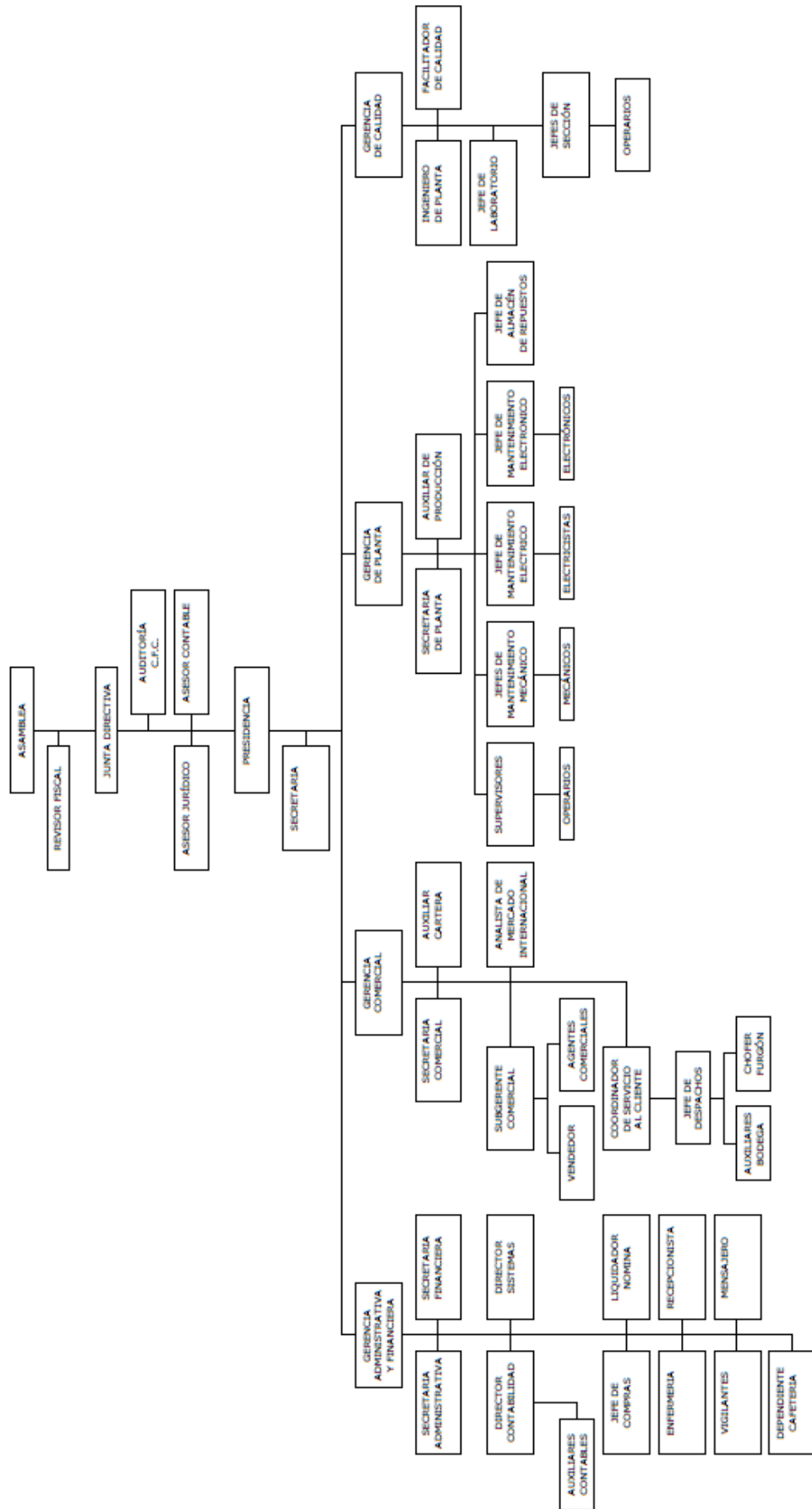
NTC 2911 - Refrigeración. Guía para la presentación de los datos de rendimiento de compresores de refrigeración.

NTC 2910 - Refrigeración. Pruebas de compresores para refrigeración.

NTC 3714 - Aire acondicionado. Acondicionadores de aire para recintos.

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**GENERALIDADES TEJIDOS SINTÉTICOS**  
**DE COLOMBIA**

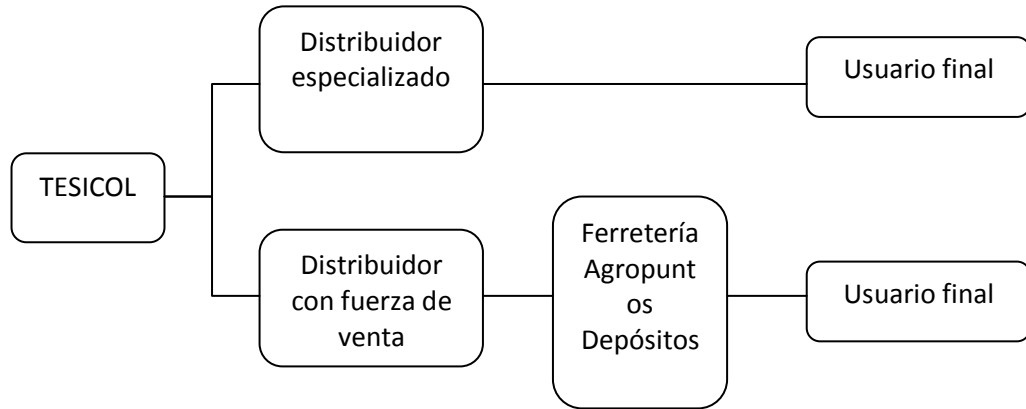


Fuente: departamento de recursos humanos, Tejidos Sintéticos de Colombia

## CANALES DE DISTRIBUCIÓN TEJIDOS SINTÉTICOS DE COLOMBIA

### CANALES DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

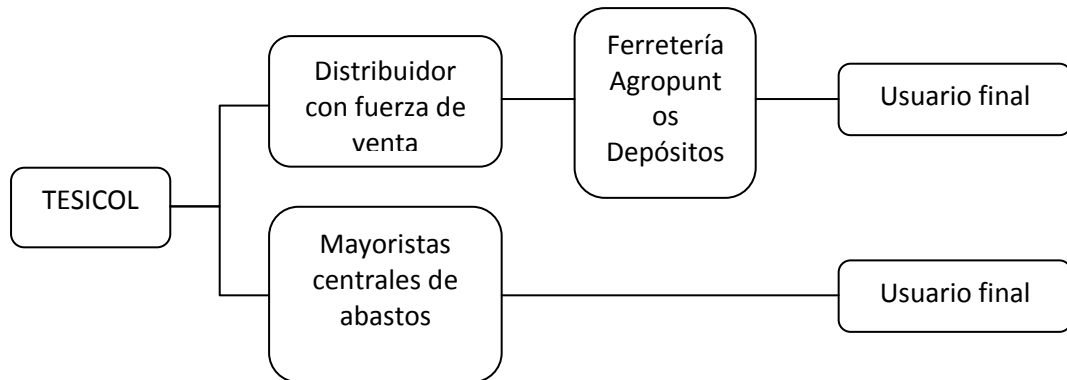
#### ➤ Telas planas y Tejidos Raschel



**Fuente:** departamento comercial, Tejidos Sintéticos de Colombia.

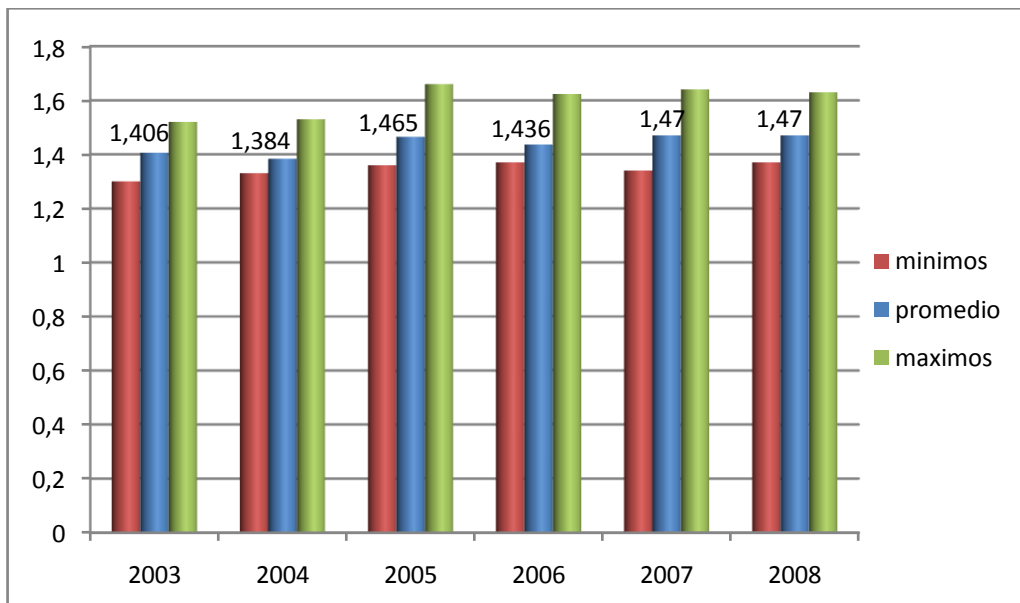
#### ➤ Cordeles y Sogas:

**Fuente:** departamento comercial, Tejidos Sintéticos de Colombia.

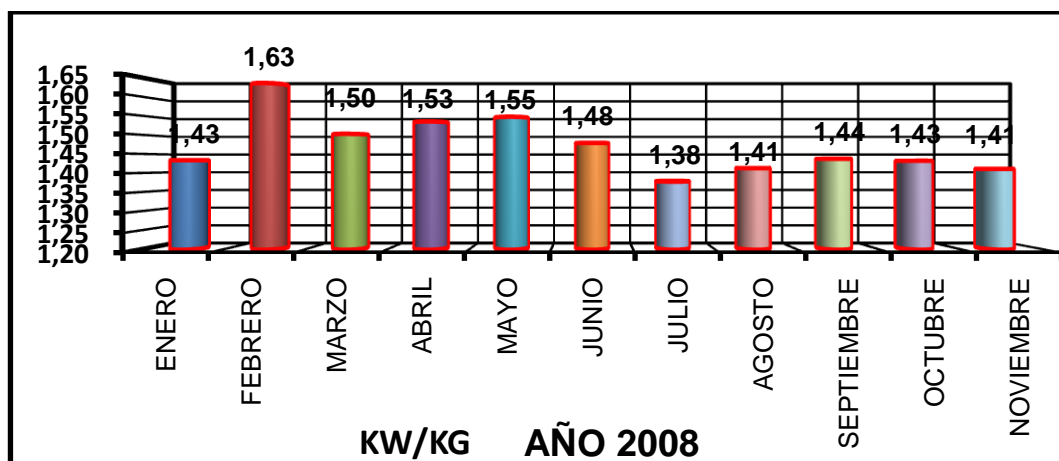


**ANEXO B**  
**RESUMEN DE ACTAS COMITÉ DE**  
**AHORRO DE ENERGÍA**

- Acta No. 1 (agosto 28 2008): Se acordó tomar de nuevo el indicador de Kw consumidos en el mes contra los Kg de material consumidos en extrusión para llevar un índice de la efectividad de las acciones que se realicen el comité. Se sugirió además, llevar un indicador del consumo de agua y de gas de la Empresa.
- Acta No. 10 (noviembre 13 2008):se presentó la información del indicador de energía de los últimos seis años y la evaluación de cuál puede ser la meta de mejora que se puede establecer dentro del trabajo del Comité para el año 2009.

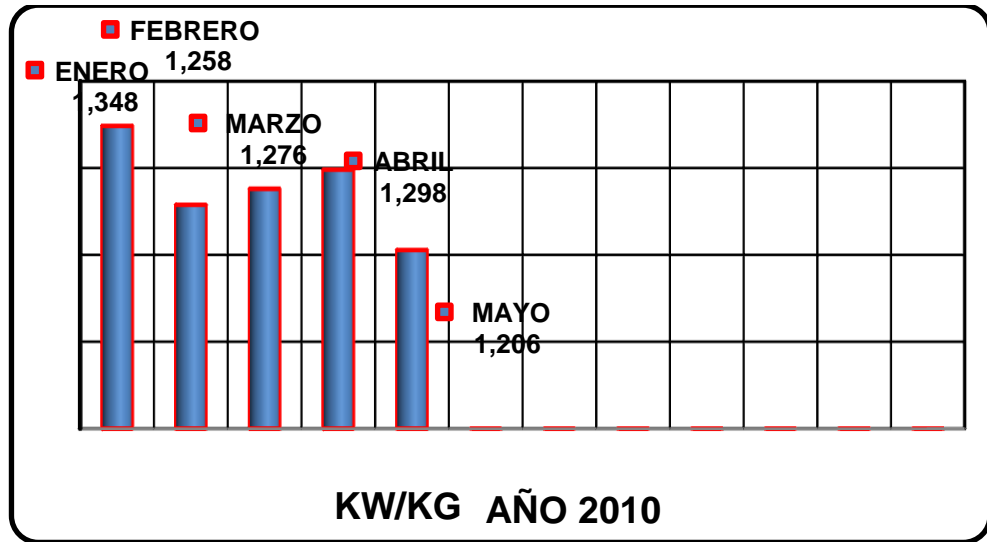


- En el acta No. 13 (diciembre 18 2008) se presentó el historial de indicador de energía mes por mes (enero-noviembre) del año 2008. En este año el promedio fue de 1.47 KW/KG. En dicha reunión también se analizó el nuevo contrato de energía que tendrá vigencia a partir del 1 de enero de 2009 hasta el 31 de diciembre del año 2011.

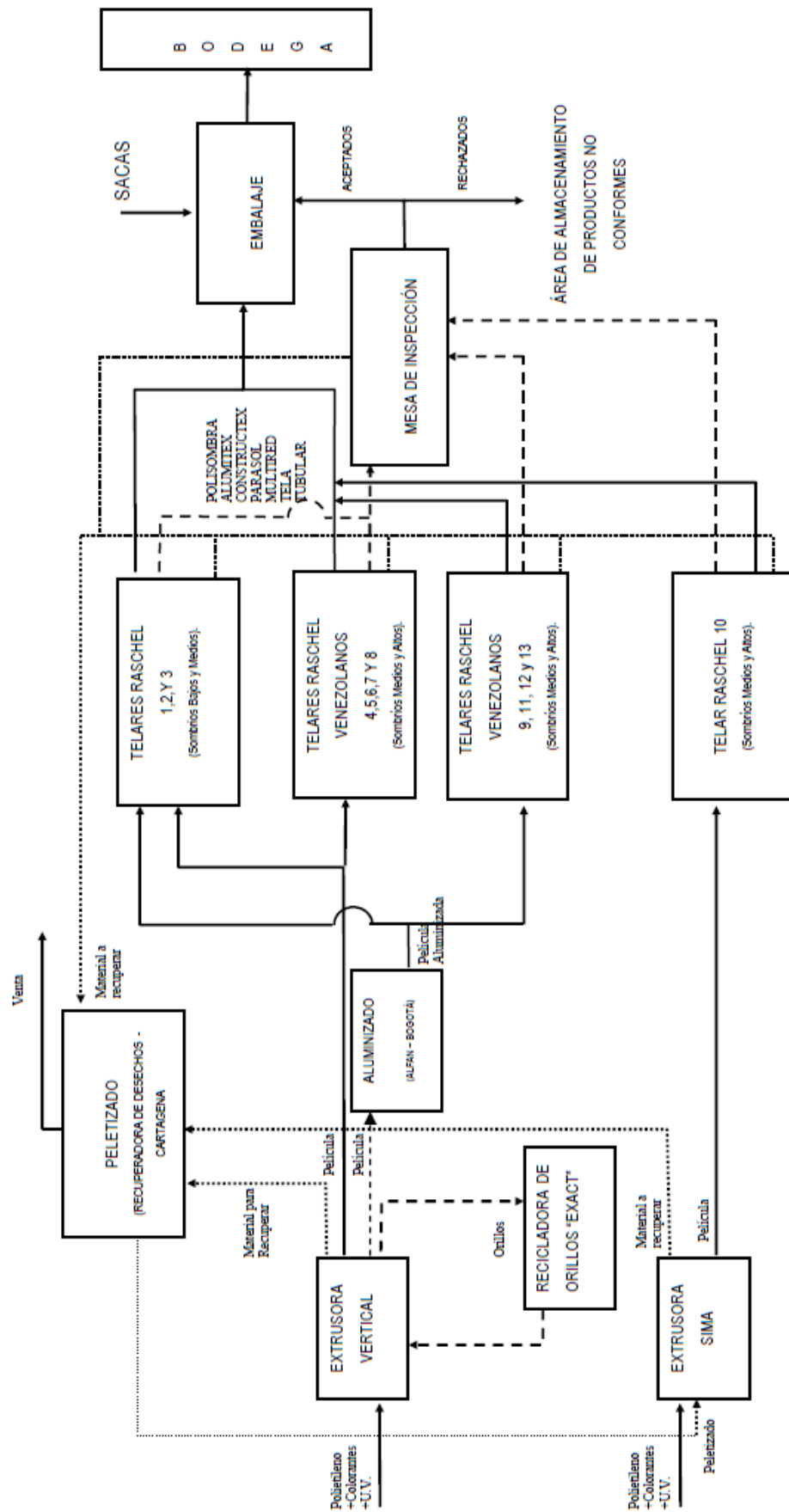


- Acta No. 14 (no hay registrada fecha en el acta): se planteó la meta para el año 2009 que sería de 1.37 KW/KG; aquí se dejó las acciones a realizar para alcanzar dicha meta.
- Acta No. 19 (30 abril 2009): se presentaron los datos de las tarifas por franjas horarios del contrato actual de energía (\$/Kwh).
- Acta No. 34 (16 diciembre 2009): se propuso el objetivo de ahorro de energía para el año 2010; teniendo en cuenta los proyectos realizados a la fecha y el promedio obtenido del 2009 se propone un indicador de 1.26 Kw/kg. Seguidamente, se lanzan algunas propuestas para conseguir el resultado que se propone.
- Acta No. 35 (11 febrero 2010): se presenta el indicador del mes de enero que es de 1.348Kw/Kg
- Acta No. 36 (3 marzo 2010): se presenta el indicador del mes de febrero que es de 1.258Kw/Kg
- Acta No. 37 (7 abril 2010): se presenta el indicador del mes de marzo que es de 1.276 Kw/Kg
- Acta No. 38 (5 mayo 2010): se presenta el indicador del mes de abril que es de 1.298 Kw/Kg

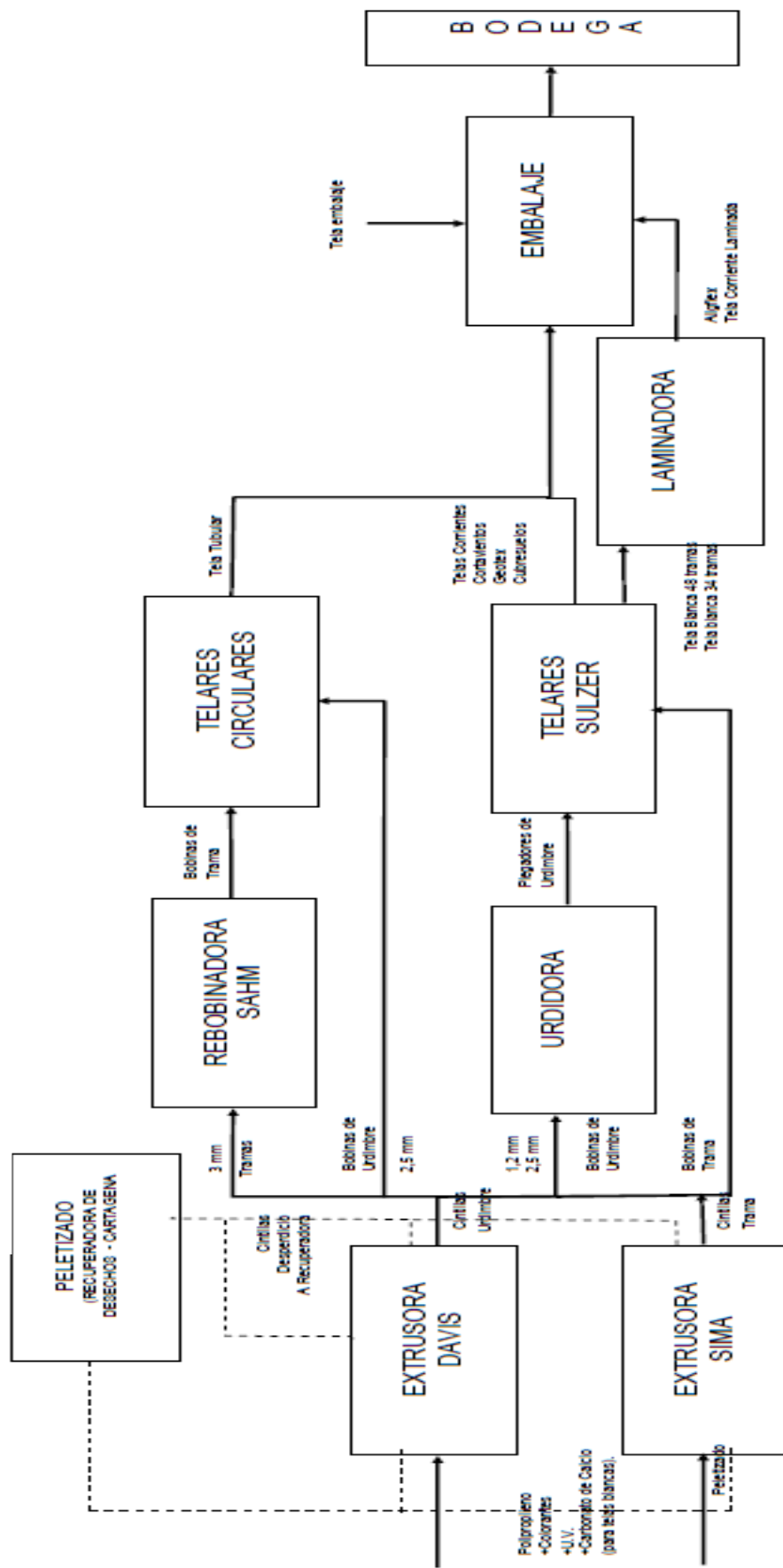
- Acta No. 40 (2 junio 2010): se presenta el indicador del mes de mayo que es de 1.206 Kw/Kg



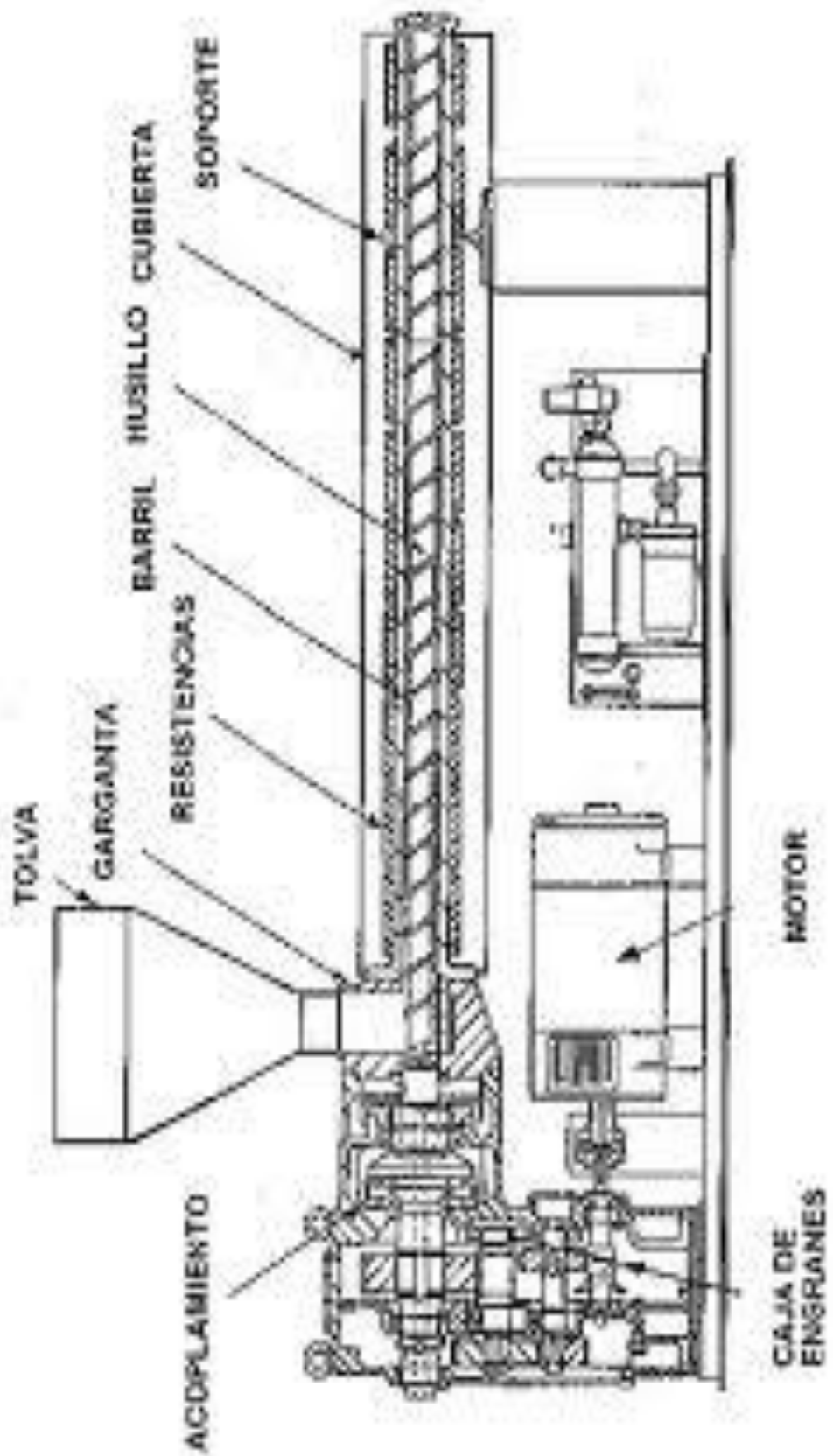
**ANEXO C**  
**DIAGRAMAS DE PROCESOS Y EQUIPOS**



**TESICOL S.A.**  
**DIAGRAMA PROCESO LÍNEA TELAS PLANAS Y TUBULARES**



TESICOL S.A.



PL. 000P  
+FEBO  
+F002  
-C002

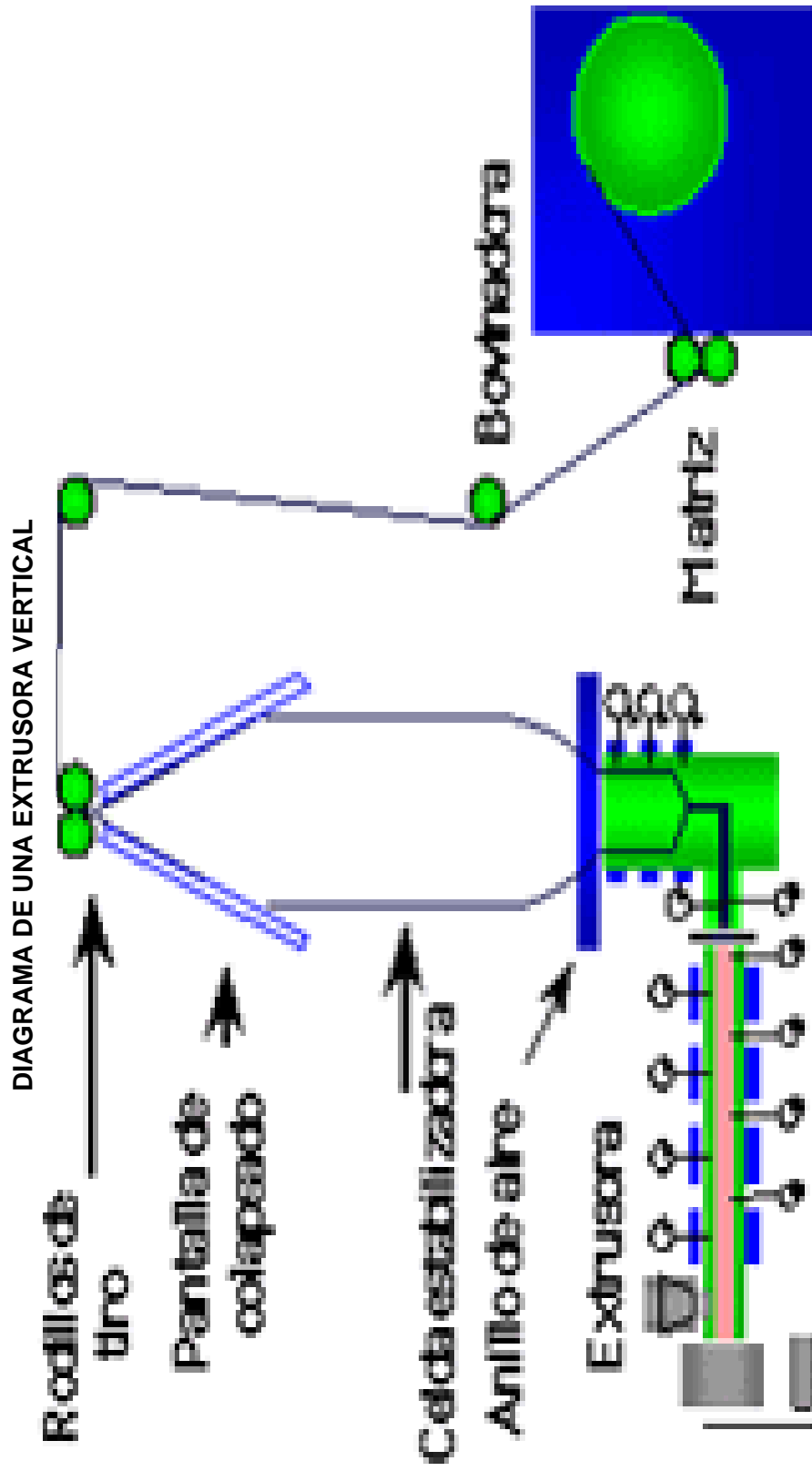
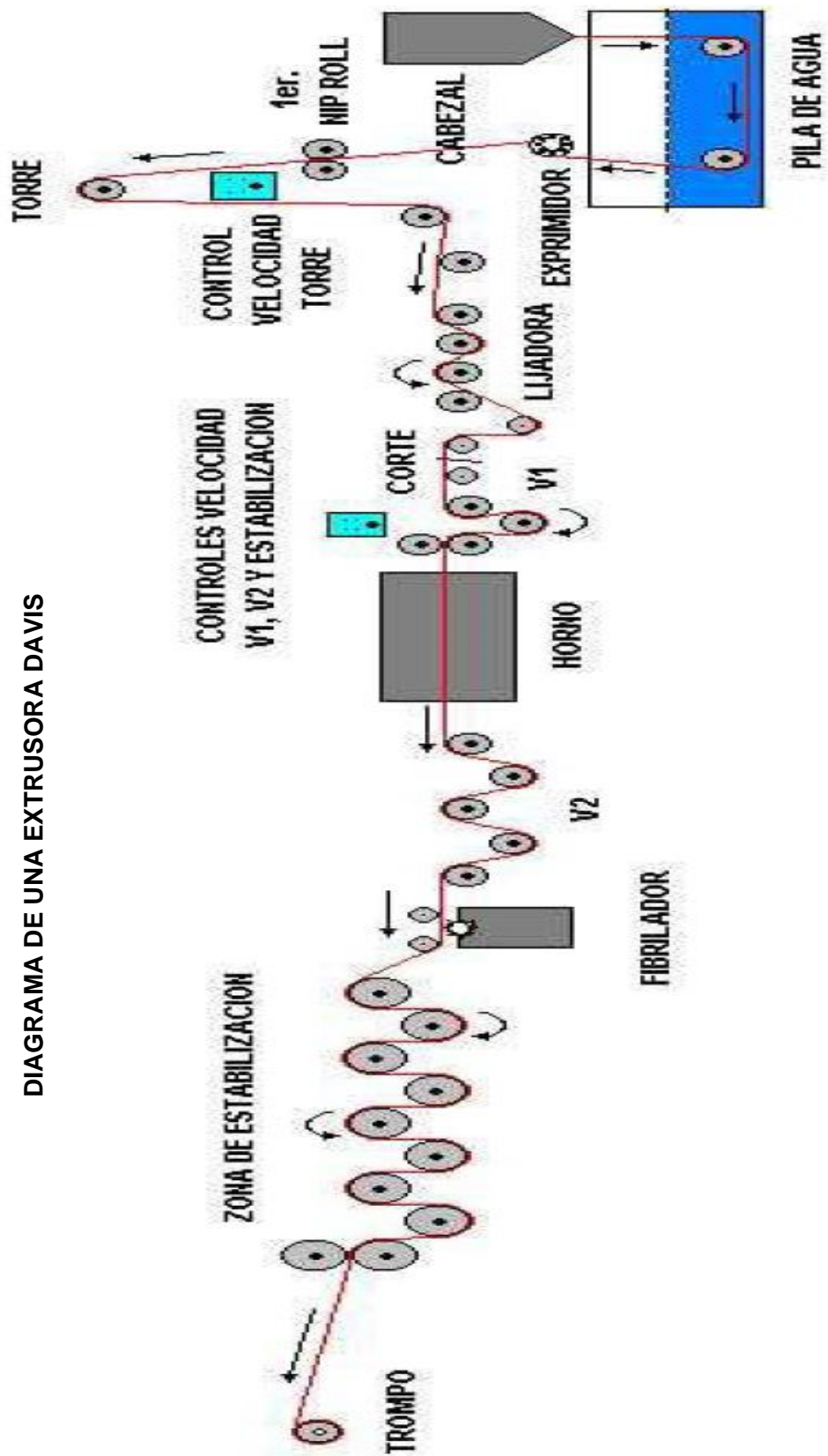



DIAGRAMA DE UNA EXTRUSORA DAVIS




# **ANEXO D**

## **PLANILLAS DE PRODUCCIÓN**


TESICOL	PLANILLA DE PRODUCCIÓN EXTRUSORA VERTICAL							FECHA						
								OPERACION		10				
SUPERVISOR		A	B	C	TURNO		10		6		2			
PRODUCTO							TIEMPO DE PRODUCCIÓN TOTAL			KILOS TOTALES		DESTINO		
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN				Nº ROLLOS	HORAS	MINUT						
1	PP													
	PP													
	PP													
2	PP													
	PP													
	PP													
3	PP													
	PP													
	PP													
4	PP													
	PP													
	PP													
CÓDIGO		INSUMOS		Cant.	CÓDIGO		INSUMOS		Cant.					
1	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
2	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
	HP				HP									
PP106		DESPERDICIOS		COLOR	PELÍCULA (01)		ORILLOS (02)		MASA (03)		GALLETAS (04)			
					C-EXDAVI	PPCASETA	C-EXDAVI	PPCASETA	C-EXDAVI	PPCASETA	C-EXDAVI	PPCASETA		
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRIC	MANT. MECANIC	MANT. ELECTRIC	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM	REUNION	ALISTAM ENTO	LUBRICAC	PROB. DE CALIDAD	OTROS
	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT
OBSERVACIONES:							OPERARIO:							
							AYUDANTE:							
							REVISÓ:							


		PLANILLA DE PRODUCCIÓN EXTRUSORA SIMPLEX										FECHA		
												OPERACIÓN	10	
SUPERVISOR		A	B	C	TURNO			10	6	2				
PRODUCTO							TIEMPO DE PRODUCCIÓN		KILOS		DESTINO			
CÓDIGO		DESCRIPCIÓN									RAFIA			
											PPRCTE	PPESP		
							HORAS	MINUT.						
1	PP													
2	PP													
3	PP													
4	PP													
CÓDIGO		INSUMOS			Cant.	CÓDIGO		INSUMOS			Cant.			
1	MP					3	MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
2	MP					4	MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
PP105 DESPERDICIOS		COLOR			PELÍCULA (01)		ORILLOS (02)		MASA (03)		RAFIA (04)			
					C-EXDAVE	PPCASETA	C-EXDAVE	PPCASETA	PPCASETA	C-EXDAVE	PPCASETA			
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	MANT. MECANICO	MANT. ELECTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIE NTO	LUBRICAC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS
	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT
OBSERVACIONES:							OPERARIO:							
							AYUDANTE:							
							REVISÓ:							

		PLANILLA DE PRODUCCIÓN EXTRUSORA DAVIS							FECHA		10			
									OPERACIÓN					
SUPERVISOR		A	B	C				TURNO		10	6	2		
CÓDIGO	PRODUCTO					TIEMPO DE PRODUCCIÓN	KILOS	DESTINO						
	DESCRIPCIÓN							DENIER	URDIDO RA	RAFIA	TRAMA PLANOS	TRAMA CIRCULARES		
						HORAS	MINUT.	PPURD	PPRCE	PPTRA				
1	PP													
2	PP													
3	PP													
4	PP													
CÓDIGO		INSUMOS			Carit.	CÓDIGO		INSUMOS			Carit.			
1	MP					3	MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	P P 1 0 5	PLUMA					P P 1 0 5	PLUMA						
2	MP					4	MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	MP						MP							
	P P 1 0 5	PLUMA					P P 1 0 5	PLUMA						
PP105 DESPERDICIOS	COLOR	PELÍCULA (01)		GRILLOS (02)		MASA (03)	RAFIA (04)		CINTAS (05)		PLUMA (06)			
		C-EXDAVE	PPCABETA	C-EXDAVE	PPCABETA	PPCABETA	C-EXDAVE	PPCABETA	C-EXDAVE	PPCABETA	C-EXDAVE	PPCABETA		
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	MANT. MECANICO	MANT. ELECTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIE NTO	LUBRIFIC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS
	DH	DE	HM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT
OBSERVACIONES:							OPERARIO:							
							AYUDANTE:							
							REVISÓ:							

TESICOL		PLANILLA DE PRODUCCIÓN					FECHA									
		EXTRUSORA SIMA														
TURNO		10		6		2		SUPERVISOR		A		B		C		
CÓDIGO	PRODUCTO						OPERACION	TIEMPO DE PRODUCCIÓN		KILOS	DESTINO					
	DESCRIPCIÓN							HORAS	MINUT		CINTA PE	URDIDMBRE CIRCULARES	RAFIA	TRAMA PLANOS	TRAMA CIRCULARES	
																PPPRA
1	PP						10									
2	PP						10									
3	PP						10									
4	PP						10									
CÓDIGO		INSUMOS		Cant.		CÓDIGO		INSUMOS		Cant.						
1	MP					3	MP									
	MP						MP									
	MP						MP									
	MP						MP									
	MP							MP								
2	MP					4	MP									
	MP						MP									
	MP						MP									
	MP						MP									
	MP							MP								
PP105	DESPERDICIOS POLIPROPILENO	COLOR	PELÍCULA (01)		ORILLOS (02)		MASA (03)		RAFIA (04)		CINTAS (05)					
		C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA		
PP106	DESPERDICIOS POLIETILENO	COLOR	PELÍCULA (01)		ORILLOS (02)		MASA (03)		RAFIA (04)		CINTAS (05)					
		C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA	C-EXDAVS	PPCABETA		
TIEMPOS PERDIDOS	DANO MECANIC O	DANO ELECTRIC O	MANT. MECANIC O	MANT. ELECTRIC O	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARI O	FALTA MAT. PREMA	FALTA DE PROGRAM	REUNION	ALISTAMI ENTO	LUBRICAC	PROB. DE CALIDAD	OTROS		
	DM														DE	MM
OBSERVACIONES:								OPERARIOS:								
								AYUDANTE:								
								REVISÓ:								




		PLANILLA DE EMBALAJE					FECHA		
							OPERACION		
SUPERVISOR		A	B	C	TURNO			10	
		PRODUCTO			CANTIDADES EMPACADAS		TELA EMBALAJE		DESTINO
ORDEN DE TRABAJO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE PRODUCCIÓN	UNIDADES	KILOS	METROS CUADRADOS	PP107	KILOS	PTP01
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									BODEGA
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
PT									
TIEMPOS PERDIDOS	PRENSAR DESPERDI.	MUESTRAS A LABORAT.	ENTREGAS BODEGA	RECOGER TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	REUNION	OTROS	
	PD	ML	EB	RT	FE	FO	RN	OT	
OBSERVACIONES:									
OPERARIO:									
REVISÓ:									

 <b>TESICOL</b> <small>TELARES SANEADOS DE COLOMBIA S.A.</small>	PLANILLA DE TIEMPOS PERDIDOS			FECHA	
	TELARES CIRCULARES			OPERACIÓN	10

SUPERVISOR		A	B	C	TURNO										10	6	2
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	MANT. MECANICO	MANT. ELECTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIE NTO	LUBRICAC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS			
TELAR N°	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT			
607																	
608																	
609																	
610																	
611																	
DESPERDICIOS			CÓDIGO			COLOR					CINTAS						
						C-EXDAVI		PPCASETA									
			PP110			TRAMA BLANCA											
			PP111			TRAMA NEGRA											
			PP109			URDIMBRE BLANCA											
			PP108			URDIMBRE NEGRA											
OBSERVACIONES:							OPERARIO:										
							REVISÓ:										




 <b>TESICOL</b> <small>TELARES MECANICOS E ELECTRICOS S.A.</small>	<b>PLANILLA DE TIEMPOS PERDIDOS</b> <b>TELARES SULZER</b>		<b>FECHA</b>	
			<b>OPERACIÓN</b>	<b>10</b>

SUPERVISOR	A			B			C			TURNO			10	6	2
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	MANT. MECANICO	MANT. ELECTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PREMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIENTO	LUBRICAC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS	
TELAR N°	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT	
102															
103															
104															
105															
203															
204															
205															
303															
304															
305															

DESPERDICIOS	CÓDIGO	PRODUCTO Y/O COLOR	CINTAS	
			C-EXDAVI	PPCASETA
	PP001	TRAMA BLANCA CORRIENTE		
	PP006	TRAMA BLANCA CUBRESUELOS		
	PP004	TRAMA TRANSPARENTE UV		
	PP002	TRAMA VERDE CONSTRUCCIÓN		
	PP003	TRAMA VERDE CORTAVIEBNTOS		
	PP005	TRAMA NEGRA CUBRESUELOS		
	PP117	TRAMA AMARILLO ALPHEX		
	PP007	TRAMA NARANJA ADITTIVADO		


<b>OBSERVACIONES:</b> 	<b>REVISÓ:</b> 
---------------------------	--------------------

 <b>TESICOL</b> <small>Asociación de Industrias de Colombia S.A.</small>	<b>PLANILLA DE TIEMPOS PERDIDOS</b> <b>TELARES SULZER</b>		<b>FECHA</b>
			<b>OPERACIÓN</b>

SUPERVISOR		A	B	C	TURNO						10	6	2	
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO	MANT. MECANICO	MANT. ELECTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGIA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIENTO	LUBRICAC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS
TELAR N°	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT
100														
101														
199														
200														
201														
202														
301														
302														
401														
402														

DESPERDICIOS	CÓDIGO	PRODUCTO Y/O COLOR	CINTAS	
			C-EXDAVI	PPCASETA
	PP001	TRAMA BLANCA CORRIENTE		
	PP006	TRAMA BLANCA CUBRESUELOS		
	PP004	TRAMA TRANSPARENTE UV		
	PP002	TRAMA VERDE CONSTRUCCIÓN		
	PP003	TRAMA VERDE CORTAVIENTOS		
	PP005	TRAMA NEGRA CUBRESUELOS		
	PP117	TRAMA AMARILLO ALPHEX		
	PP007	TRAMA NARANJA ADITIVADO		


<b>OBSERVACIONES:</b>	<b>REVISÓ:</b>
-----------------------	----------------


		PLANILLA DE PRODUCCIÓN			FECHA								
		TELARES SULZER			OPERACIÓN		10						
SUPERVISOR		A	B	C	TURNO		10	6	2				
MÁQUINA	Nº ORDEN DE TRABAJO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE PRODUCCIÓN		TUBOS	CANTIDADES		DESTINO				
				HORAS	MINUTOS		PASADAS	KILOS	METROS CONTADOR	PFLAMIN A	PPMINEP	PFTTEL A	PFTTEMB A
										LAMINADO	PREPARO INSPECCIÓN	PRODUCTO	TUBOS
100													
101													
199													
200													
201													
202													
301													
302													
401													
402													
OBSERVACIONES:								REVISÓ:					



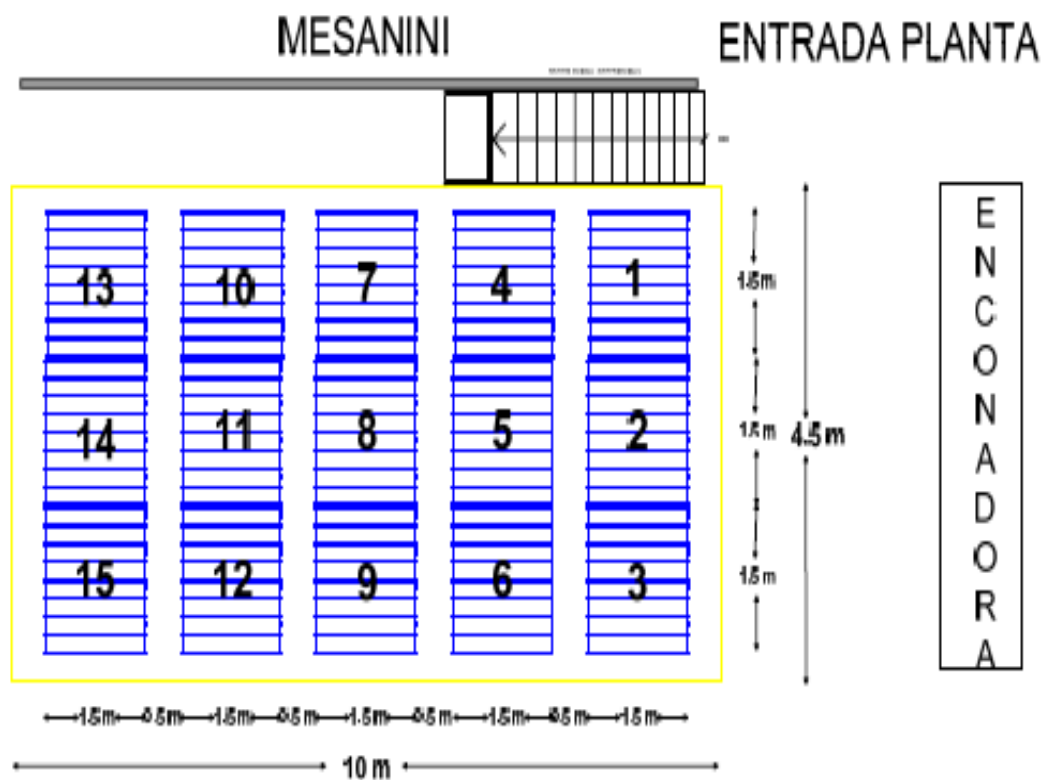
TESICOL SOLUCIONES DE COLORES		PLANILLA DE PRODUCCIÓN			FECHA								
		URDIDORA			OPERACIÓN		10						
SUPERVISOR		A	B	C	TURNO			10	6	2			
CÓDIGO	Nº ORDEN DE TRABAJO	PRODUCTO			TIEMPO DE PRODUCCIÓN		CANTIDADES			DESTINO			
		DESCRIPCIÓN	HORAS	MINUT	IDENTIFICACIÓN	UNIDADES	ROLLOS	METROS	PPPLEG				
BLANCO PP027 NEGRO P026		1.2 m.m. Cobresuelos B - N	3.82	- 3,640 cintas									
		1.2 m.m. Cobresuelos B - N	4.60	- 4,312 cintas									
		1.2 m.m. Cobresuelos B - N	3.05	- 2,820 cintas									
		1.2 m.m. Cobresuelos B - N	3.35	- 3,094 cintas									
		1.2 m.m. Cobresuelos B - N	3.66	- 3,490 cintas									
PP023		2.5 m.m. Corbavento Verde	4.20	- 1,684 cintas									
		2.5 m.m. Corbavento Verde	3.75	- 1,508 cintas									
		2.5 m.m. Corbavento Verde	2.10	- 864 cintas									
		2.5 m.m. Corbavento Verde	3.15	- 1,270 cintas									
		2.5 m.m. Corbavento Verde	3.35	- 1,348 cintas									
PP022		2.5 m.m. Verde Construcción	3.10	- 1,248 cintas									
		2.5 m.m. Verde Construcción	3.75	- 1,508 cintas									
		2.5 m.m. Verde Construcción	4.20	- 1,684 cintas									
		2.5 m.m. Verde Construcción	2.10	- 842 cintas									
		2.5 m.m. Verde Construcción	3.65	- 1,463 cintas									
PP024		2.5 m.m. Transparente	3.15	- 1,270 cintas									
		2.5 m.m. Transparente	3.75	- 1,508 cintas									
		2.5 m.m. Transparente	4.20	- 1,684 cintas									
		2.5 m.m. Transparente	3.35	- 1,348 cintas									
		2.5 m.m. Transparente	3.65	- 1,436 cintas									
PP021		2.5 m.m. Industrial Blanco	3.15	- 1,270 cintas									
		2.5 m.m. Industrial Blanco	3.75	- 1,508 cintas									
		2.5 m.m. Industrial Blanco	2.10	- 864 cintas									
		2.5 m.m. Industrial Blanco	4.20	- 1,684 cintas									
		2.5 m.m. Industrial Blanco	3.35	- 1,348 cintas									
PP025		2.5 m.m. Naranja	4.20	- 1,684 cintas									
		2.5 m.m. Naranja	3.75	- 1,508 cintas									
		2.5 m.m. Naranja	2.10	- 864 cintas									
PP119		2.5 m.m. Amarillo	3.35	- 1,348 cintas									
DESPERDICIOS		CÓDIGO			PRODUCTO Y/O COLOR						CINTAS		
TIEMPOS PERDIDOS											C-EXDAVI	PPCASETA	
DAÑO MECÁNICO	DAÑO ELÉCTRICO	MANT. MECÁNICO	MANT. ELÉCTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGÍA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MANT. PISOVA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAM ENTO	LUBRICA.	PROB. DE CALIDAD	OTROS
DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT
OBSERVACIONES:										OPERARIO:			
										REVISÓ:			

ALMACÉN PLEGADORES

		PLANILLA DE PRODUCCIÓN				FECHA																
		SOGAS LÍNEA SIMA				OPERACIÓN		30														
SUPERVISOR	A	B	C		TURNO	10	6	2														
INSUMOS																						
PRODUCTO					CANTIDADES																	
ORIGEN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	KILOS	METROS	DESTINO																
ALMACÉN RAFIA	T4TR		RAFIA 3000 Dn.																			
ALMACÉN RAFIA	T4TR	PP046	RAFIA 6000 Dn.																			
ALMACÉN RAFIA	T4TR	PP071	RAFIA 9000 Dn.																			
ALMACÉN RAFIA	T4TR	PP072	RAFIA 12000 Dn.																			
ALMACÉN RAFIA	T4TR	PP074	RAFIA 18000 Dn.																			
ALMACÉN RAFIA	T4TR																					
ALMACÉN RAFIA	T4TR																					
PRODUCTO			TIEMPO DE PRODUCCIÓN		CANTIDADES																	
Nº ORDEN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO DE PRODUCCIÓN		UNIDADES	KILOS	METROS	DESTINO														
			HORAS	MINUTOS																		
																						PPHYE
																						HORNO Y EMPAQUE
PP105		DESPERDICIOS		COLOR			RAFIAS															
							PPCASETA															
TIEMPOS PERDIDOS	DAÑO MECÁNICO	DAÑO ELÉCTRICO	MANT. MECÁNICO	MANT. ELÉCTRICO	FALTA DE TUBOS	FALTA DE ENERGÍA	FALTA DE OPERARIO	FALTA MAT. PRIMA	FALTA DE PROGRAM.	REUNION	ALISTAMIENTO	LUBRICAC.	PROB. DE CALIDAD	OTROS								
	DM	DE	MM	ME	FT	FE	FO	FMP	FP	RN	AL	LUB	PC	OT								
OBSERVACIONES:									OPERARIO:													
									REVISÓ:													

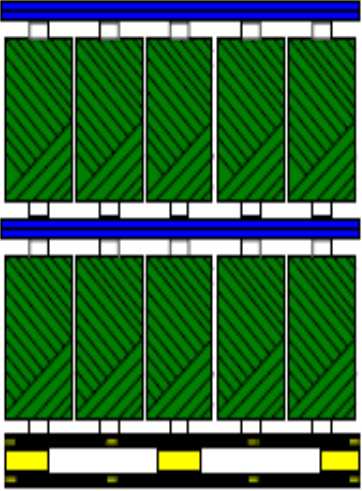
		<b>PLANILLA DE PRODUCCIÓN TELARES RASCHEL</b>										<b>FECHA OPERARIO</b>			
												<b>OPERACION</b>			
10		2		6		2		SUPERVISOR		A		B		C	
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>N° ORDEN:</b> <b>CÓDIGO:</b>		INFECCIÓN <input type="checkbox"/>	DESTINO: N° ROLLOS ANCHO:	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE PRODUCCIÓN COLOR N° TRAMAS SOMBRIO	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	ESTABILIZADOR N° TANDA MTS LIN/ROLLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>N° ORDEN:</b> <b>CÓDIGO:</b>		INFECCIÓN <input type="checkbox"/>	DESTINO: N° ROLLOS ANCHO:	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE PRODUCCIÓN COLOR N° TRAMAS SOMBRIO	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	ESTABILIZADOR N° TANDA MTS LIN/ROLLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>N° ORDEN:</b> <b>CÓDIGO:</b>		INFECCIÓN <input type="checkbox"/>	DESTINO: N° ROLLOS ANCHO:	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE PRODUCCIÓN COLOR N° TRAMAS SOMBRIO	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	ESTABILIZADOR N° TANDA MTS LIN/ROLLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>N° ORDEN:</b> <b>CÓDIGO:</b>		INFECCIÓN <input type="checkbox"/>	DESTINO: N° ROLLOS ANCHO:	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE PRODUCCIÓN COLOR N° TRAMAS SOMBRIO	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	ESTABILIZADOR N° TANDA MTS LIN/ROLLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN</b> <b>N° ORDEN:</b> <b>CÓDIGO:</b>		INFECCIÓN <input type="checkbox"/>	DESTINO: N° ROLLOS ANCHO:	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	TIEMPO DE PRODUCCIÓN COLOR N° TRAMAS SOMBRIO	UNIÓN <input type="checkbox"/>	EMBALAJE <input type="checkbox"/>	FILOS ROLLO <input type="checkbox"/>	ESTABILIZADOR N° TANDA MTS LIN/ROLLO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PP106</b>		<b>DESPERDICIOS</b>		<b>COLOR</b>		<b>PELICULA (01)</b>		<b>ORILLOS(02)</b>		<b>TELA (03)</b>					
						PPCASETA		PPCASETA		PPCASETA					
<b>TIEMPOS PERDIDOS</b>	DAÑO MECANICO DE	DAÑO ELECTRICO DE	MANT. ELECTRICO ME	MANT. MECANICO MM	FALTA DE ENERGIA FE	FALTA DE OPERARIO FO	FALTA DE MAT. PRIMA FMP	FALTA DE PROGRAM. FP	REUNION RN	ALIST. CAMBIO CUCHILLAS AL	CAMBIO DE PROGRAM. LUB	CAMBIO DE PELICULA PC	OTROS OT		
<b>OBSERVACIONES:</b>														REVISÓ:	

**ANEXO E**  
**ESQUEMAS DE LA MAQUINARIA DE LA**  
**EMPRESA TESICOL S.A.**



RETORCEDORA HRT8

Vista superior almacén de rafias delgadas.



**ANEXO F**  
**HOJAS DE VIDA MAQUINAS**  
**EXTRUSORAS**









# **ANEXO G**

## **HISTORIAL INDICADORES DE ENERGÍA**

